

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/341947832>

# MENTAL HEALTH DISORDERS IN PATIENTS WITH CHRONIC HEPATOPATIES

Conference Paper · April 2020

DOI: 10.29003/m949.sudak.ns2020-16/98-99

CITATIONS

0

READS

3

1 author:



[Elena Berezovscaia](#)

State University of Medicine and Pharmaceuticals „Nicolae Testemițanu“

5 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

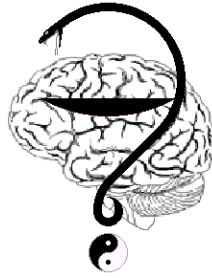
[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Extrahepatic manifestations in chronic viral hepatitis [View project](#)

# Neuroscience for Medicine and Psychology



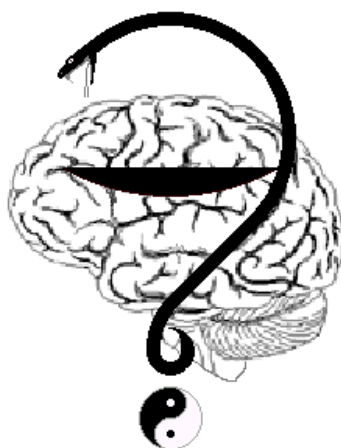
**XVI Международный Междисциплинарный Конгресс  
НЕЙРОНАУКА ДЛЯ МЕДИЦИНЫ И  
ПСИХОЛОГИИ**

**XVI International Interdisciplinary Congress  
NEUROSCIENCE FOR MEDICINE AND  
PSYCHOLOGY**



**Судак, Крым, Россия, 6-16 октября 2020 года**

РОССИЙСКОЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ИМ. И.П. ПАВЛОВА  
ФГБУН ИНСТИТУТ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
И НЕЙРОФИЗИОЛОГИИ РАН  
ФГБУН ИНСТИТУТ ПСИХОЛОГИИ РАН  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА  
ФГБНУ НИ ИНСТИТУТ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ ИМЕНИ П.К. АНОХИНА  
ФГБУН ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОФИЗИКИ РАН  
ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ И САНОКРЕАТОЛОГИИ АН МОЛДОВЫ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



**XVI международный междисциплинарный конгресс**

# **НЕЙРОНАУКА ДЛЯ МЕДИЦИНЫ И ПСИХОЛОГИИ**

**9-16 октября 2020 г.**

**Школа**

# **ДОСТИЖЕНИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ НЕЙРОНАУКИ В XXI ВЕКЕ**

**6-9 октября 2020 г.**

**Судак, Крым, Россия, 6-16 октября 2020 года**

# ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНГРЕССА

## ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

**Е.В. Лосева, д.б.н. (Россия)**

## ПРОГРАММНЫЙ НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ

|                                                              |                                                           |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>А.Ю. Малышев, д.б.н., проф. РАН (Россия)</b>              | <b>А.М. Иваницкий, д.б.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>     |
| <b>П.М. Балабан, д.б.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>          | <b>В.Г. Скребицкий, д.б.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>    |
| <b>С.К. Судаков, д.м.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>          | <b>А.Е. Умрюхин, д.м.н., проф. (Россия)</b>               |
| <b>Е.Д. Кобылянский, д.б.н., проф. (Израиль)</b>             | <b>Г.Р. Иваницкий, д.б.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>     |
| <b>В.В. Шульговский, д.б.н., проф. (Россия)</b>              | <b>В.Г. Пинелис, д.м.н., проф. (Россия)</b>               |
| <b>С.И. Сороко, д.м.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>           | <b>И.Н. Тюренков, д.м.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>      |
| <b>Ю.П. Герасименко, д.б.н., чл.-корр. РАН (Россия, США)</b> | <b>А.В. Сидоренко, д.т.н., проф. (Беларусь)</b>           |
| <b>М.А. Александрова, д.б.н. (Россия)</b>                    | <b>А.Ю. Егоров, д.м.н., проф. (Россия)</b>                |
| <b>И.Б. Козловская, д.м.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>       | <b>Ф.И. Фурдуй, д.б.н., академик АН Молдовы (Молдова)</b> |
| <b>В.В. Шерстнёв, д.б.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>         | <b>В.Ф. Кичигина, д.б.н. (Россия)</b>                     |
| <b>А.В. Латанов, д.б.н., проф. (Россия)</b>                  | <b>Ю.И. Александров, д.пс.н., чл.-корр. РАО (Россия)</b>  |
| <b>П.М. Маслюков, д.м.н., проф. (Россия)</b>                 | <b>Е.В. Вербицкий, д.б.н., проф. (Россия)</b>             |
| <b>Б.Н. Безденежных, д.пс.н., проф. (Россия)</b>             | <b>Н.А. Рябчикова, д.б.н. (Россия)</b>                    |
| <b>В.Г. Кузнецов, д.ф.н., проф. (Россия)</b>                 |                                                           |

## РАБОЧИЙ ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

**Елена Владимировна Лосева**  
**Надежда Александровна Логинова**  
**Владимир Викторович Гаврилов**  
**Алина Викторовна Крючкова**  
**Евгений Владимирович Гришин**  
**Мария Ильинична Зайченко**  
**Александр Викторович Савельев**

**117485, Москва, ул. Бутлерова 5а,  
ИВНД и НФ РАН; к. 408  
Тел.: +7(495)7893852, доб. 2077  
Факс: +7(499)7430056**

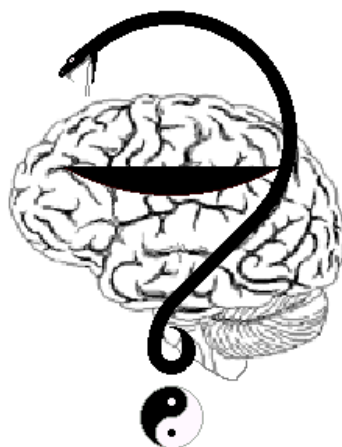
**E-mail: [brainres.sudak@gmail.com](mailto:brainres.sudak@gmail.com)**

**Web site: <http://brainres.ru>**

**Рабочие языки – русский и английский**



I.P. PAVLOV RUSSIAN PHYSIOLOGICAL SOCIETY  
INSTITUTE OF HIGHER NERVOUS ACTIVITY AND NEUROPHYSIOLOGY RAS  
INSTITUTE OF PSYCHOLOGY RAS  
LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY  
P.K. ANOKHIN INSTITUTE OF NORMAL PHYSIOLOGY RAMS  
INSTITUTE OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL BIOPHYSICS RAS  
INSTITUTE OF PHYSIOLOGY AND SANOCREATOLOGY OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF  
MOLDOVA  
BELARUSIAN STATE UNIVERSITY



XVI International interdisciplinary congress  
**NEUROSCIENCE FOR MEDICINE AND  
PSYCHOLOGY**

School  
**PROGRESS OF INTERDISCIPLINARY  
NEUROSCIENCE IN THE XXI CENTURY**

**Sudak, Crimea, Russia, October 6-16, 2020**

## ORGANIZING COMMITTEE OF THE CONGRESS

**CHAIRMAN**  
**E.V. Loseva (Russia)**

### PROGRAMM SCIENTIFIC COMMITTEE

|                                    |                                        |
|------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>A.Yu. Malishev (Russia)</b>     | <b>A.M. Ivanitsky (Russia)</b>         |
| <b>C.K. Sudakov (Russia)</b>       | <b>V.G. Skrebitskiy (Russia)</b>       |
| <b>P.M. Balaban (Russia)</b>       | <b>A.E. Umriukhin (Russia)</b>         |
| <b>E. Kobylansky (Israel)</b>      | <b>G.R. Ivanitsky (Russia)</b>         |
| <b>V.V. Shulgovsky (Russia)</b>    | <b>V.G. Pinelis (Russia)</b>           |
| <b>V.V. Sherstnev (Russia)</b>     | <b>A.V. Sidorenko (Belarus)</b>        |
| <b>C.I. Soroko (Russia)</b>        | <b>Yu.P. Gerasimenko (Russia, USA)</b> |
| <b>A.Y. Egorov (Russia)</b>        | <b>F.I. Furdui (Moldova)</b>           |
| <b>M.A. Aleksandrova (Russia)</b>  | <b>I.N. Turenkov (Russia)</b>          |
| <b>I.B. Kozlovskaya (Russia)</b>   | <b>V.F. Kichigina (Russia)</b>         |
| <b>Yu.I. Alexandrov (Russia)</b>   | <b>E.V. Verbitsky (Russia)</b>         |
| <b>A.V. Latanov (Russia)</b>       | <b>P.M. Maslukov (Russia)</b>          |
| <b>B.N. Bezdenezhnykh (Russia)</b> | <b>V.G. Kusnetsov (Russia)</b>         |
|                                    | <b>N.A. Ryabchikova (Russia)</b>       |

### WORKING ORGANIZING COMMITTEE

**Dr. Elena Loseva, Dr. Nadezhda Loginova,  
Dr. Vladimir Gavrilov, Alina Kryuchkova, Evgeniy Grishin,  
Dr. Maria Zaichenko, Dr. Aleksandr Savelyev**

**Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS,  
117485, Moscow, Butlerova Street, 5A, R.408  
Tel.: +7(495) 7893852 (2077), Fax: +7(499)7430056**

**E-mail: [brainres.sudak@gmail.com](mailto:brainres.sudak@gmail.com)  
Web site: <http://brainres.ru>**

**Working languages – Russian and English**

## **ТЕМАТИКА**

### **ШКОЛА**

**ДОСТИЖЕНИЯ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНОЙ НЕЙРОНАУКИ В XXI ВЕКЕ**

### **СЕКЦИИ КОНГРЕССА**

1. Стрессы и неврозы: механизмы, профилактика и коррекция
2. Обучение и память
3. Мышление и сознание
4. Нейрональные механизмы когнитивных процессов
5. Нейротехнологии и когнитивные исследования
6. Психические расстройства: механизмы и терапия
7. Интегративная деятельность нервной, иммунной и эндокринной систем
8. Нейрофизиология сенсорных систем
9. Нейрофизиология двигательной системы
10. Нейрорегуляция периферических органов
11. Межклеточные взаимодействия в нервной системе
12. Биологически активные вещества – регуляторы функций нервной системы
13. Экспериментальная и клиническая нейрофармакология
14. Воздействие физических факторов различной природы на нервную систему
15. Нейродегенеративные заболевания и опухоли мозга; регенерация нервной системы
16. Нейробиология сна-бодрствования
17. Санокреатология, формирование и поддержание психического здоровья
18. Методология психофизиологических исследований
19. Клиническая нейродиагностика
20. Нанотехнологии и наноматериалы в биомедицинских исследованиях
21. Нейрокомпьютеры

### **СИМПОЗИУМЫ**

1. Центральные механизмы кардиоваскулярной регуляции, клинические и прикладные аспекты анализа вариабельности сердечного ритма
2. Интерфейс мозг-компьютер
3. Музыка и мозг
4. Нейронаука и философия
5. Цифровизация в образовании: нейро-когнитивные и дифференциально-психофизиологические проблемы

### **МАСТЕР-КЛАСС**

1. Что больше повышает настроение и улучшает самочувствие - набор текста на клавиатуре, написание его рукой или рисование сюжета этого текста

## TOPICS

### SCHOOL

PROGRESS OF MULTIDISCIPLINARY NEUROSCIENCE IN THE XXI CENTURY

### SECTIONS

1. Stress and neurosis: mechanisms, prophylactic and correction
2. Learning and Memory
3. Thinking and Consciousness
4. Brain mechanisms of cognitive processes
5. Psychiatric disorders: mechanisms and therapy
6. Neurothechnologies and cognitive research
7. Integrative activity of nervous, immune and endocrine systems
8. Neurophysiology of sensory systems
9. Neurophysiology of motor system
10. Neuroregulation of peripheral organs
11. Cellular interactions in nervous system
12. Role of biologically active substances in nervous system
13. Experimental and clinical neuropharmacology
14. Effects of various physical factors on nervous system
15. Neurodegenerative diseases and cerebral tumor; regeneration of nervous system
16. Neurobiology of sleep-wakefulness
17. Sanocreatology, formation and maintenance of mental health
18. Methodology of psychophysiological investigations
19. Clinical neurodiagnostics
20. Nanotechnologies and nanomaterials in biomedical research
21. Neurocomputers

### SIMPOSIUMS

1. Central mechanisms of cardiovascular regulation, clinical and applied aspects for analysis of heart rate variability
2. Brain-Computer Interface
3. Music and Brain
4. Neuroscience and Philosophy
5. Digitalization in education: neuro-cognitive and differential psychophysiological problems

### MASTER-CLASSE

1. What enhances your mood and improves your well-being – typing on keyboard, writing it with your own hand or drawing a plot of this text?

## НАУЧНАЯ ПРОГРАММА SCIENTIFIC PROGRAM

6-9 октября

October 6-9

ШКОЛА

ДОСТИЖЕНИЯ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНОЙ НЕЙРОНАУКИ В XXI ВЕКЕ

SCHOOL

PROGRESS OF MULTIDISCIPLINARY NEUROSCIENCE IN THE XXI CENTURY

Лекции

Lectures

**Базанова О.М.** АЛЬФА ВОЛНЫ МОЗГА И ПОСТУРАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ

Bazanova Olga M. BRAIN ALPHA WAVES AND POSTURE CONTROL

**Базян А.С.** ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИЧНОГО СОЗНАНИЯ: КВАНТОВЫЙ ПОДХОД

Bazyan Ara S. PHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF PERSONAL CONSCIOUSNESS FORMATION: A QUANTUM APPROACH

**Гайнутдинов Х.Л.** ФОРМИРОВАНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ КОНТЕКСТУАЛЬНОЙ ПАМЯТИ И ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ЕЕ РЕКОНСОЛИДАЦИИ У ВИНОВАДНОЙ УЛИТКИ

Gainutdinov Khalil L. ELABORATION OF LONG-TERM CONTEXTUAL MEMORY AND FEATURES OF THE PROCESS OF ITS RECONSOLIDATION IN A TERRESTRIAL SNAIL

**Горбачевская Н.Л.** НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАССТРОЙСТВ СПЕКТРА АУТИЗМА

Gorbachevskaya Natalia L. NEUROPHYSIOLOGICAL STUDIES OF AUTISM SPECTRUM DISORDERS

**Лямин О.И.** ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ ЭВОЛЮЦИОННЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ КЛЮЧЕВЫХ ПАРАМЕТРОВ СНА ПТИЦ

Lyamin O.I. STUDY OF EVOLUTIONARY AND ECOLOGICAL DETERMINANTS OF THE CORE FEATURES OF SLEEP IN BIRDS

**Поскотинова Л.В., Дёмин Д.Б., Кривоногова Е.В., Кривоногова О.В., Заборский О.С.** РЕАКТИВНОСТЬ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИ БИОУПРАВЛЕНИИ ОБЩЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬЮ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В УСЛОВИЯХ КРАТКОСРОЧНОГО ОБЩЕГО ОХЛАЖДЕНИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Poskotinova Liliya V., Demin Denis V., Krivonogova Elena V., Krivonogova Olga V., Zaborsky Oleg S. CARDIOVASCULAR REACTIVITY IN HUMAN'S DURING HEART RATE VARIABILITY BIOFEEDBACK TRAINING PERFORMED IN THE CONDITIONS OF A SHORT-TERM WHOLE-BODY COOLING

**Семашко Л.В.** ПРИМЕНЕНИЕ СОМАТИЧЕСКИХ ТЕХНИК, ИСПОЛЗУЕМЫХ В СОВРЕМЕННОЙ ХОРЕОГРАФИИ, С ЦЕЛЮ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ НОРМЫ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА В ПРОСТРАНСТВЕ

Semashko Lilia V. APPLICATION OF PSYCHOSOMATIC TECHNIQUES OF CONTEMPORARY CHOREOGRAPHY FOR REHABILITATION OF INDIVIDUALLY NORMAL ANATOMICAL AND PHYSIOLOGICAL BODY POSITION IN SPACE

**Сотников О.С., Сергеева С.С., Васягина Т.И.** А МОЖЕТ БЫТЬ КАМИЛЛО ГОЛЬДЖИ БЫЛ ПРАВ?

Sotnikov Oleg S., Sergeeva Svetlana S., Vasyagina Tatyana I. AND MAYBE CAMILLO GOLGI WAS RIGHT?

**Сурин А.М.** КАК НЕОБХОДИМОЕ ПРЕВРАЩАЕТСЯ В ГИБЕЛЬНОЕ: НАРУШЕНИЯ ИОННОГО ГОМЕОСТАЗА И БИОЭНЕРГЕТИКИ НЕЙРОНОВ ПРИ ГЛУТАМАТНОЙ НЕЙРОТОКСИЧНОСТИ

Surin Alexander M. HOW THE NECESSARY TURNS INTO THE FATAL: DISTURBANCES OF ION HOMEOSTASIS AND BIOENERGETICS OF NEURONS IN GLUTAMATE NEUROTOXICITY

**Умарова Б.А.** ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТУЧНЫХ КЛЕТОК И НЕЙРОНОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНЫХ СИСТЕМ

Umarova Bella A. INTERACTION OF MAST CELLS WITH NEURONS OF THE PERIPHERAL AND CENTRAL NERVOUS SYSTEMS

**Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Глижин А.Г., Фурдуй В.Ф., Врабие В.Г.** ОСТРОТА ПРОБЛЕМЫ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ  
Furdui Teodor I., Ciochina Valentina Ch., Glijin Aliona G., Furdui Vlada T., Vrabie Valeria G. SEVERITY OF THE MENTAL HEALTH PROBLEM AND WAYS TO SOLVE IT

**Шенкман Б.С.** РОЛЬ ОПОРНОЙ АФФЕРЕНТАЦИИ В ПОДДЕРЖАНИИ СТАБИЛЬНОСТИ СТРУКТУРЫ И СИГНАЛЬНЫХ ПУТЕЙ ПОСТУРАЛЬНОЙ МЫШЦЫ. ПАМЯТИ И.Б. КОЗЛОВСКОЙ  
Shenkman Boris S. ROLE OF THE SUPPORT AFFERENTATION IN THE MAINTENANCE OF STRUCTURE AND SIGNALING PATHWAYS IN POSTURAL MUSCLE. IN MEMORY OF INESSA KOZLOVSKAYA

**Шпаков А.О.** АЛЛОСТЕРИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ И МОДУЛЯТОРЫ РЕЦЕПТОРОВ, СОПРЯЖЕННЫХ С ГЕТЕРОТРИМЕРНЫМИ G-БЕЛКАМИ  
Shpakov Alexander O. THE ALLOSTERIC REGULATORS AND MODULATORS OF THE HETEROTRIMERIC G-PROTEINS-COUPLED RECEPTORS

**Штемберг А.С., Перевезенцев А.А., Лебедева-Георгиевская К.Б., Митрофанова О.В.** РОЛЬ ТИПОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЖИВОТНЫХ В ХАРАКТЕРЕ РАДИАЦИОННЫХ НАРУШЕНИЙ ФУНКЦИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ  
Shtemberg A.S., Perevezentsev A.A., Lebedeva-Georgievskaya K.B., Mitrofanova O.V. THE ROLE OF TYPOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ANIMALS HIGHER NERVOUS ACTIVITY IN RADIATION DISTURBS OF CENTRAL NERVOUS SYSTEM FUNCTIONS

**Шульгина Г.И.** НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ И НЕЙРОМЕДИАТОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОРМОЖЕНИЯ ПОВЕДЕНИЯ В НОРМЕ И В УСЛОВИЯХ ПАТОЛОГИИ  
Shul'gina G.I. NEUROPHYSIOLOGICAL AND NEUROTRANSMITTER'S PROVIDING OF INHIBITION OF BEHAVIOR IN NORM AND IN CONDITIONS OF A PATHOLOGY

## Доклады Reports

**Андреева И.Г.** ОРИЕНТАЦИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ПО СЛУХУ ПРИ СЕНСОНЕВРАЛЬНОЙ ТУГОУХОСТИ  
Andreeva Irina G. SPATIAL HEARING IN PATIENTS WITH SENSORINEURAL HEARING LOSS

**Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Пятин В.Ф., Башкатова Ю.В.** НЕЙРОНАУКИ С ПОЗИЦИЙ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ  
Eskov Valery M., Zinchenko Yury P., Pyatin Vasily F., Bashkatova Yuliya V. GENERAL SYSTEM THEORY APPROACH IN NEURO SCIENCES

**Иванова С.А., Бохан Н.А.** ФАРМАКОГЕНЕТИКА В ПСИХИАТРИИ: ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
Ivanova S.A., Bokhan N.A. PHARMACOGENETICS IN PSYCHIATRY: ACHIEVEMENTS, PROBLEMS AND PROSPECTS

**Капилевич Л.В., Захарова А.Н., Дьякова Е.Ю., Кироненко Т.А., Милованова К.Г., Негоденко Е.С., Калинин Ю.Г., Орлова А.А., Чибалин А.В.** ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ КАК ФАКТОР КОРРЕКЦИИ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ: БИОРИТМОЛОГИЧЕСКИЕ И ВОЗРАСТНЫЕ АСПЕКТЫ  
Kapilevich Leonid V., Zakharova Anna V., Dyakova Elena Yu., Kironenko Tatiana A., Milovanova Ksenya V., Negodenko Elena S., Kalinnikova Yulia G., Orlova Anna A., Chibalin Alexandr V. PHYSICAL ACTIVITY AS A FACTOR IN THE CORRECTION OF METABOLIC DISORDERS: BIORHYTHMOLOGICAL AND AGE-RELATED ASPECTS

**Каримова Е.Д., Буркитбаев С.Е., Катермин Н.С.** ЗЕРКАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОЗГА И СОЦИАЛЬНЫЙ КОНТЕКСТ  
Karimova Ekaterina, Burkitbaev Sabir, Katermin Nikita. THE MIRROR NEURON SYSTEM AND SOCIAL CONTEXT

**Мухамеджанов Э.К.** МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ СИНДРОМ – ПАТОГЕНЕЗ, ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ

**Савельев А.В.** ПРОИСХОЖДЕНИЕ ИЗВИЛИН МОЗГА. МИКРОСТРУКТУРНОЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
Saveliev Alexander V. ORIGIN OF CRINKLE BRAIN CORTEX. MICROSTRUCTURAL AND FUNCTIONAL RESEARCH

**Сидоренко А.В., Солодухо Н.А.** ОЦЕНКА СТРЕССОВОГО СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ШУМОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
Sidorenko Alevtina V., Saladukha Mikita A. EVALUATION OF THE STRESS CONDITION OF THE OPERATOR INFLUENCED BY ELECTROMAGNETIC NOISE RADIATION

**Скачилова С.Я., Шилова Е.В.** АНТИОКСИДАНТЫ В XXI ВЕКЕ – ПОЛЬЗА ИЛИ ВРЕД?  
Skachilova Sofia Ya., Shilova Elena V. ANTIOXIDANTS IN THE XXI CENTURY – BENEFIT OR HARM?

**Филатова О.Е., Еськов В.В., Филатов М.А., Григорьева С.В.** ДВА ТИПА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ В СОВРЕМЕННЫХ НЕЙРОНАУКАХ  
Filatova Olga E., Eskov Valery V., Filatov Michael A., Grigoryeva Svetlana V. NEUROSCIENCE TWO TYPES OF UNCERTAINTIES

**Фокин И.В., Таранов А.О.** ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ СНА У ПАЦИЕНТОВ С ГОЛОВНЫМИ БОЛЯМИ  
Fokin I.V., Taranov A.O. SLEEP FEATURES IN PATIENTS WITH HEADACHE

**9-16 октября  
October 9-16  
СЕКЦИИ КОНГРЕССА  
TOPICS OF CONGRESS**

**Стрессы и неврозы: механизмы, профилактика и коррекция  
Stress and neurosis: mechanisms, prophylactic and correction**

**Азимова А.М., Юнусова В.Р., Кадымова С.О., Аскеров Ф.Б.** ВЛИЯНИЕ 20-ДНЕВНОГО МАЛОБЕЛКОВОГО ПИТАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ СРЕДНЕМОЛЕКУЛЯРНЫХ ПЕПТИДОВ СТРУКТУР ГОЛОВНОГО МОЗГА 3-МЕСЯЧНЫХ КРЫС  
Azimova Armilla M., Yunusova V.R., Kadimova Solmaz O., Askerov Fakhreddin B. THE EFFECT OF 20 DAY NUTRITION WITH A DEFICIT OF 60% PROTEIN ON THE CONTENT OF MEDIUM MOLECULAR PEPTIDES IN SOME BRAIN STRUCTURES OF 3-MONTH-OLD RAT

**Аминов Н.А., Осадчева И.И., Блохина Л.Н.** ЕДИНАЯ КОНЦЕПЦИИ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКА КАК РЕСУРС ИССЛЕДОВАНИЙ В ПСИХОЛОГИИ СТРЕССА  
Aminov Nikolay A., Osadcheva Irina I., Blochina Lidiya N. A UNIFIED CONCEPT OF HUMAN MENTAL DEVELOPMENT AS A RESOURCE OF RESEARCH IN STRESS PSYCHOLOGY

**Андросова В.А.** АВТОРСКИЙ СПОСОБ ПСИХОКОРРЕКЦИИ СТРЕССА У ПАЦИЕНТОВ В ХИРУРГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ  
Androsova Valeriya A. ORIGINAL METHOD OF STRESS PSYCHOCORRECTION IN SURGERY PATIENTS

**Аскеров Ф.Б., Кадымова С.О., Ибрагимова С.А.** СРЕДНЕМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПЕПТИДЫ -КАК ИНДИКАТОР ПЛАСТИЧНОСТИ БЕЛКОВ КЛЕТОК РАЗЛИЧНЫХ ТКАНЕЙ ОРГАНИЗМА  
Askerov Fakhreddin B., Kadimova Solmaz O., Ibraqimova Samira A. MEDIUM-MOLECULAR PEPTIDES AS AN INDICATOR OF PLASTICITY OF PROTEINS OF CELLS IN DIFFERENT BODY TISSUES

**Асташенко А.П., Комиссарова О.В., Тюнина О.И., Комиссаров С.А., Никоненко Д.С.** ВЛИЯНИЕ ТРЕВОЖНОСТИ НА СПОСОБНОСТЬ КОНТРОЛИРОВАТЬ ЗРИТЕЛЬНОЕ ВНИМАНИЕ МОЛОДЫМИ ЗДОРОВЫМИ ЛЮДЬМИ В ПЕРИОД ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА  
Astashchenko Angela P., Komissarova Olga V., Tyunina Olga I., Komissarov Semyon A., Nikonenko Denis S. THE EFFECT OF ANXIETY ON THE ABILITY TO CONTROL VISUAL ATTENTION OF YOUNG HEALTHY PEOPLE DURING PSYCHOEMOTIONAL STRESS

**Багирова Ф.М., Меджидова М.А., Гараева С.А., Касумов Ч.Ю.** ОДИНОЧЕСТВО И СТАРЕНИЕ  
Baghirova Farida M., Medzhidova Mesme A., Garaeva Saida A., Kasumov Chingiz Yu. LONELINESS AND AGING

**Багирова Ф.М.** ОДИНОЧЕСТВО И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЖИЛЫХ  
Baghirova Farida M. LONELINESS AND ITS INFLUENCE ON THE PSYCHOEMOTIONAL STATE OF THE ELDERLY

**Бартош О.П., Бартош Т.П.** КОРРЕКЦИЯ НАРУШЕНИЯ ШКОЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ МЕТОДОМ БОС-ТРЕНИНГА  
Bartosh Tatiana P., Bartosh Olga P. CORRECTION OF SCHOOL ADAPTATION DISORDERS WITH BFB-TRAINING METHOD

**Бахшалиева А. Я.** ВЛИЯНИЕ КРАТКОВРЕМЕННОГО БЕЛКОВО-ДЕФИЦИТНОГО ПИТАНИЯ НА ОБУЧЕНИЕ И ПАМЯТЬ  
Bakhshaliyeva Afet Y. EFFECT OF SHORT-TERM PROTEIN-DEFICIENT NUTRITION ON LEARNING AND MEMORY



**Борисова О.В., Сергеева М.С., Алексеева А.С., Кандаев Н.А., Беляев А.А., Коняев Д.А., Кирасирова Л.А.** АКТИВАЦИЯ ЦИРКАДИАНОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ АКАДЕМИЧЕСКОГО СТРЕССА МОДУЛИРУЕТ ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СТУДЕНТОВ  
Borisova Oksana V., Sergeeva Mariya S., Alekseeva Aleksandra S., Kandaev Nikolay A., Belyaev Aleksey A., Konyaev Daniel A., Kirosirova Luiza A. ACTIVATION OF THE CIRCADIAN SYSTEM MODULATES THE FUNCTIONAL STATE OF STUDENTS UNDER CONDITIONS OF ACADEMIC STRESS

**Буткевич И.П., Михайленко В.А., Вершинина Е.А., Шимараева Т.Н.** ПОВЫШЕННАЯ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ К СТРЕССУ У ВЗРОСЛЫХ КРЫС, ВЫЗВАННАЯ СОЧЕТАНИЕМ СТРЕССОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В КРИТИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ  
Butkevich Irina P., Mikhailenko Viktor A., Vershinina Elena A., Shimaraeva Tat'yana N. INCREASED RESISTANCE TO STRESS IN ADULT RATS, CAUSED BY A COMBINATION OF STRESS IMPACTS IN CRITICAL PERIODS OF DEVELOPMENT

**Вербенко П.С., Жукова А.В., Залата О.А.** ДИНАМИКА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ У ЛИЦ С РАЗНЫМ ТИПОМ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ  
Verbenko Polina S., Zhukova Anna V., Zalata Olga A. DYNAMICS OF PSYCHOEMOTIONAL STATE IN INDIVIDUALS WITH DIFFERENT TYPES OF EMOTIONAL PERCEPTION

**Гаджиева Э.Т.** ВЛИЯНИЕ ПИТЬЕВОЙ ДЕПРИВАЦИИ НА СОДЕРЖАНИЯ СЕРТОНИНА В СТРУКТУРАХ ЦНС У КРОЛИКОВ  
Hajiyeva E.T. INFLUENCE OF WATER DEPRIVATION ON THE CONTENT OF SEROTONIN IN THE STRUCTURES OF THE CNS OF RABBITS

**Глушкова О.В., Шарапов М.Г., Парфенюк С.Б., Хренов М.О., Лунин С.М., Новоселова Т.В., Новоселова Е.Г.** КЛЕТОЧНЫЕ СТРЕССЫ КАК ПРИЧИНА ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО СТАРЕНИЯ  
Glushkova Olga V., Sharapov Mars G., Parfenyuk Svetlana B., Khrenov Maxim O., Lunin Sergey M., Novoselova Tatiana V., Novoselova Elena G. CELLULAR STRESSES AS CAUSE OF ACCELERATED SENESENCE

**Горбачева А.К., Федотова Т.К.** ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ СОМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ПОДРОСТКОВОМ И ЮНОШЕСКОМ ВОЗРАСТЕ НА ФОНЕ УСИЛЕНИЯ УРОВНЯ АНТРОПОГЕННОГО СТРЕССА (ПО МАТЕРИАЛАМ РОССИИ ЗА ПОСЛЕДНЕЕ СТОЛЕТИЕ)  
Gorbacheva Anna K., Fedotova Tatiana K. TEMPORAL DYNAMICS OF BASIC SOMATIC TRENDS IN ADOLESCENCE AND YOUTH IN CONNECTION WITH INCREASE OF THE LEVEL OF ANTHROPOGENIC STRESS (BASED ON RUSSIAN DATA THROUGH LATEST CENTURE)

**Горчакова Н.М.** ВЫРАЖЕННОСТЬ НЕВРОТИЧЕСКИХ ЧЕРТ ЛИЧНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С НАРУШЕНИЯМИ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ (НПП)  
Gorchakova N.M. THE SEVERITY OF THE NEUROTIC PERSONALITY FEATURES OF THE PATIENTS WITH EATING DISORDER

**Гостюхина А.А., Замощина Т.А., Зыкова М.В., Зайцев К.В., Светлик М.В., Жукова О.Б., Прокопова А.В., Логвинова Л.А., Братишко К.А., Лопуцкая А.А.** ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ НИЗИННЫХ ТОРФОВ НА АДАПТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗМА ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ В УСЛОВИЯХ ФИЗИЧЕСКОГО ПЕРЕУТОМЛЕНИЯ  
Gostyukhina Alena A., Zamoshchina Tatyana A., Zyкова Maria V., Zaitsev Konstantin V., Svetlik Michael V., Zhukova Oksana B., Prokopova Alena V., Logvinova Lyudmila A., Bratishko Kristina A., Loputskaya Arina A. THE EFFECT OF HUMIC ACIDS OF LOWLAND PEAT ON THE ADAPTIVE CAPABILITIES OF THE ORGANISM OF LABORATORY ANIMALS IN CONDITIONS OF PHYSICAL OVERWORK

**Груздева В.А., Брошевицкая Н.Д., Павлова И.В., Зайченко М.И., Григорьян Г.А., Закиров Ф.Х.** РАННИЙ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫЙ СТРЕСС ПРИВОДИТ К УСИЛЕНИЮ ИМПУЛЬСИВНОГО И ПОВЕДЕНИЯ У КРЫС  
Gruzdeva Valentina A., Broshevitskaya Nadezhda D., Pavlova Irina V., Zaichenko Maria I., Grigoryan Grigory A., Zakirov Felix H. EARLY INFLAMMATORY STRESS LEADS TO INCREASED IMPULSIVE BEHAVIOR IN RATS

**Денисова Е.А.** ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ПСИХОКОРРЕКЦИИ У ЛИЦ С НЕВРОТИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ ЛИЧНОСТИ  
Denisova Elena A. THE POSSIBILITY OF APPLYING MULTIMODAL THERAPY IN PERSONS WITH NEUROTIC DEVELOPMENT OF PERSONALITY

**Дорошева Е.А.** ВЗАИМОСВЯЗЬ АЛЕКСИТИМИИ СО СТРАТЕГИЯМИ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ  
Dorosheva Elena A. THE RELATIONSHIP BETWEEN ALEXITHYMIA AND STRATEGIES OF EMOTIONAL REGULATION

**Дорошева Е.А.** ОСОБЕННОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ НА СТРЕСС У МАТЕРЕЙ, ВОСПИТЫВАЮЩИХ ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА  
Dorosheva Elena A. FEATURES OF STRESS RESPONSE IN MOTHERS OF CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS

**Жигачева И.В., Крикунова Н.И.** АНТИСТРЕССОВЫЕ СВОЙСТВА РЕСВЕРАТРОЛА  
Zhigacheva I.V., Krikunova N.I. ANTI-STRESS PROPERTIES OF RESVERATROL

**Ибрагимова К.И.** ДИНАМИКА ОБМЕНА ГАМК В СТРУКТУРАХ ЦНС ТРЕХ МЕСЯЧНЫХ КРЫС, МАТЕРИ КОТОРЫХ БЫЛИ ПОДВЕРГНУТЫ ПИЩЕВОЙ ДЕПРИВАЦИИ  
Ibrahimova K.I. THE DYNAMICS OF GABA EXCHANGE IN THE CNS STRUCTURES OF 3 MONTH OLD RATS WHOSE MOTHERS WERE EXPOSED TO FOOD DEORIVATION

**Ибрагимова С.А.** МЕЖПОЛУШАРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ СОДЕРЖАНИЯ СРЕДНЕМОЛЕКУЛЯРНЫХ ПЕПТИДОВ В СТРУКТУРАХ МОЗГА И ПЕЧЕНИ У СТРЕССУСТОЙЧИВЫХ И СТРЕССНЕУСТОЙЧИВЫХ БЕЛЫХ КРЫС НА ФОНЕ МЕСЯЧНОГО БЕЛКОВОГО ПИТАНИЯ  
Ibrahimova Samira A. INTERHEMISPHERIC DIFFERENCES IN THE CONTENT OF MEDIUM MOLECULAR PEPTIDES (SMP) IN THE BRAIN STRUCTURES AND LIVER OF STRESS-RESISTANT AND STRESS-UNRESISTANT RAT ON THE BACKGROUND OF HIGH-GRADE PROTEIN FEEDING

**Ишинова В.А., Поворинский А.А., Митякова О.Н.** О ЗНАЧЕНИИ АНГИНОЗНОЙ БОЛИ В ИЗМЕНЕНИИ ИНДЕКСА ТФЖЕСТИ СИМПТОМОВ У ПАЦИЕНТОВ С ИБС В ПРОЦЕССЕ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ  
Ishinova V.A., Povorinsky A.A., Mityakova O.N. THE ROLE OF ANGINOUS PAIN IN THE CHANGE OF SYMPTOMS SEVERITY INDEX IN PATIENTS WITH CORONARY HEART DISEASE DURING MEDICAL REHABILITATION

**Ишинова В.А., Синицын И.В., Громакова С.В.** ОСОБЕННОСТИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ИБС, ПЕРЕНЕСШИХ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИЮ МИОКАРДА И БЕЗ НЕЕ  
Ishinova V.A., Sinitsyn I.V., Gromakova S.V. PECULIARITIES PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE OF PATIENTS WITH CORONARY HEART DISEASE AFTER MYOCARDIAL REVASCULIZATION AND WITHOUT IT

**Кадымова С.О.** ВЛИЯНИЕ 1-, 3-, 5- И 7-ДНЕВНОГО ГОЛОДАНИЯ НА АКТИВНОСТЬ МОНОАМИНОКСИДАЗЫ ГИПОТАЛАМУСА И ПЕЧЕНИ 6-МЕСЯЧНЫХ КРЫС  
Kadimova Solmaz O. EFFECT OF 1-, 3-, 5- AND 7- DAY FASTING ON THE MONOAMINOXIDASE ACTIVITY OF HYPOTHALAMUS AND LIVER ON OF 6-MONTH- OLD RAT

**Каньшина А.В., Ярмош И.В., Танделов Б.М., Болдуева С.А.** ТРЕВОЖНО-ДЕПРЕССИВНЫЕ РАССТРОЙСТВА У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ КОРОНАРНЫМ СИНДРОМОМ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА  
Kanshina Anna V., Yarmosh Irina V., Tandelov Batraz M., Boldueva Svetlana A. MIXED ANXIETY-DEPRESSIVE DISORDER IN ELDERLY PATIENTS WITH ACUTE CORONARY SYNDROME

**Кобылянский Е., Калихман Л., Торчинский А.** ГОЛОДАНИЕ УКРАЧИВАЕТ ТЕЛОМЕРЫ У МУЖЧИН И ИЗМЕНЯЕТ ТИП НАСЛЕДОВАНИЯ ДЛИНЫ ТЕЛОМЕР В ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЯХ  
Kobyliansky Eugene D., Kalichman Leonid, Torchinsky Arkady. STARVATION MAY CURTAIL THE LIFE SPAN OF MEN VIA SHORTENING OF TELOMERE LENGTH AND CHANGE THE TYPE OF INHERITANCE OF TELOMERE LENGTH IN GENERATIONS

**Крестинин Р.Р., Бабурина Ю.Л., Одиноква И.В., Сотникова Л.Д., Крестинина О.В.** ХРОНИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ АСТАКСАНТИНА ВЛИЯЕТ НА БИОЭНЕРГЕТИКУ МИТОХОНДРИЙ СЕРДЦА КРЫС С ОСТРОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ  
Krestinin Roman R., Baburina Yulia L., Odinokova Irina V., Sotnikova Linda D., Krestinina Olga V. CHRONIC ADMINISTRATION OF ASTAXANTHIN AFFECTS THE BIOENERGETIC OF THE MITOCHONDRIA OF THE RAT HEART WITH ACUTE HEART FAILURE

**Левина А.С., Ширяева Н.В., Вайдо А.И.** КРАТКОСРОЧНЫЕ И ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ЭФФЕКТЫ ДЛИТЕЛЬНОГО ЭМОЦИОНАЛЬНО-БОЛЕВОГО СТРЕССА У КРЫС ДВУХ ЛИНИЙ, РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО ПОРОГУ ВОЗБУДИМОСТИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ  
Levina Anna S., Shiryaeva Natalia V., Vaido Alexander I. SHORT- AND LONG-TERM EFFECTS OF CHRONIC EMOTIONAL PAINFUL STRESS IN TWO RAT STRAINS DIFFERING IN THE NERVOUS SYSTEM EXCITABILITY THRESHOLD

**Ломовский А.И., Крестинина О.В., Одиноква И.В., Сотникова Л.Д., Бабурина Ю.Л.** ВЛИЯНИЕ КАРБЕНОКСОЛОНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МИТОХОНДРИЙ ПЕЧЕНИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ АЛКОГОЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ  
Lomovski Alexey I., Krestinina Olga V., Odinokova Irina V., Sotnikova Linda D., Baburina Yulia L. THE EFFECT OF CARBENOXOLONE ON THE FUNCTIONAL STATE OF LIVER MITOCHONDRIA IN CHRONIC ALCOHOL INTOXICATION

**Лысенко А.В., Лысенко Д.С., Тимофеев А.А.** ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИСТРЕССОРНОГО И ГЕРОПРОТЕКТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ КОМПЛЕКСА УПРАЖНЕНИЙ ЦИГУН  
Lysenko Alla V., Lysenko Dmitry S., Timofeev Alexaner A. RESEARCH OF ANTI-STRESS AND HEROPROTECTIVE ACTION OF THE QIGONG EXERCISE CPMPLEX

**Меретукова А.А., Наматян А.Б., Наматян Т.Б., Михальчик И.О., Казьмин А.С.** СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СИНДРОМА ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ И ВРАЧЕЙ  
Meretukova Albina A., Namatyan Artur B., Namatyan Tornik B., Mikhachich Irina O., Kazmin Aleksandr S. COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF PROFESSIONAL SYNDROME OF EMOTIONAL BURNING

**Наличаева С.А., Борисенко З.В., Ткаченко А.А., Лукина Е.М., Терентьев Б.И.** ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ КАК ДЕТЕРМИНАНТА УСТОЙЧИВОСТИ К СТРЕССУ  
Nalichaeva Sofiya A., Borisenko Zinaida V., Tkachenko Anastasiya A., Lukina Ekaterina M., Terentev Bogdan I. RESILIENCE AS A DETERMINANT OF RESISTANCE TO STRESS

**Николаева Н.О., Кобзова М.П., Горбачевская Н.Л.** ШИЗОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИЧНОСТИ И ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ  
Nikolaeva Nataliia O., Kobzova Maria P., Gorbachevskaya Natalia L. SCHIZOTYPAL PERSONALITY TRAITS AND EMOTIONAL INTELLIGENCE

**Новоселова Е.Г., Лунин С.М., Глушкова О.М., Хренов М.О., Новоселова Т.В., Парфенюк С.Б.** СТРЕССОВЫЙ ОТВЕТ В УСЛОВИЯХ СТРЕПТОЗОТОЦИН-ИНДУЦИРОВАННОГО ДИАБЕТА 1 ТИПА У МЫШЕЙ  
Novoselova Elena G., Lunin Sergey M., Glushkova Olga V., Khrenov Maxim O., Novoselova Tatyana V., Parfenyuk Svetlana B. STRESS RESPONSE IN STREPTOZOTOCIN-INDUCED 1 TYPE DIABETES IN mice

**Павлова О.В.** ИРРАЦИОНАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И СТРАТЕГИИ СОВЛАДАНИЯ СО СТРЕССОМ ПРИ ПСИХОСОМАТИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ  
Pavlova O.V. IRRATIONAL ATTITUDES AND STRESS COPING STRATEGIES IN PSYCHOSOMATIC DISEASES

**Рамендик Д.М.** ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СКРЫТОГО ХРОНИЧЕСКОГО СТРЕССА У ЖЕНЩИН, РЕШИВШИХСЯ НА ХИРУРГИЧЕСКОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЛИЦА  
Ramendik Dina M. PSYCHOLOGICAL SIGNS OF HIDDEN CHRONIC STRESS IN WOMEN WHO HAVE DECIDED ON A SURGICAL FACE CHANGE

**Русалова М.Н., Митрофанов А.А.** КАНОНОГРАММЫ В ИССЛЕДОВАНИИ ЭЭГ ИМПУЛЬСИВНЫХ И САМОКОНТРОЛЬНЫХ ЛИЦ  
Rusalova Margarita N., Mitrofanov Andrei A. CANONOGRAMS IN THE EEG STUDIES OF IMPULSIVE AND SELF-CONTROLLED PERSONS

**Святловская Е.А., Никонова Е.А.** ЛОШАДЬ И СТРЕСС: ПРОВОКАЦИЯ И РЕЛАКСАЦИЯ  
Sviatlovskaya Eugenia., Nikonova Eugenia. A HORSE AND STRESS: PROVOCATION AND RELAXATION

**Севостьянова М.С.** ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОГРАММЫ MBSR ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЙ СФЕРЫ СПОРТСМЕНОВ СПОРТИВНЫХ СБОРНЫХ КОМАНД РОССИИ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД  
Sevostyanova Mariia S. EVALUATION OF THE MBSR PROGRAM EFFICIENCY FOR STABILIZATION OF THE PSYCHOEMOTIONAL SPHERE OF THE RUSSIAN NATIONAL SPORTS TEAMS DURING THE COMPETITIVE PERIOD

**Севостьянова М.С.** К ПРОБЛЕМЕ ОБЪЕКТИВАЦИИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ДЕТСКОМ СПОРТЕ  
Sevostyanova Mariia S. ON THE PROBLEM OF OBJECTIVATION OF PSYCHOLOGICAL DIAGNOSTICS OF THE NEUROPSYCHIC STRESS IN CHILDREN'S SPORTS

**Сергеева М.С., Борисова О.В., Маслова О.А., Коняев Д.А., Беляев А.А., Кандаев Н.А., Арсенев А.В.** ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТИМУЛЯЦИИ ПРОПРИОЦЕПТИВНОЙ СИСТЕМЫ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СТУДЕНТОВ С ВЫСОКОЙ ТРЕВОЖНОСТЬЮ  
Sergeeva Mariya S., Borisova Oksana V., Maslova Olga A., Konyaev Daniel A., Belyaev Aleksey A., Kandaev Nikolay A., Arsenov Arseniy V. STUDY OF THE EFFECT OF STIMULATION OF THE PROPRIOCEPTIVE SYSTEM ON THE FUNCTIONAL STATE OF STUDENTS WITH HIGH ANXIETY

**Сиваченко И.Б., Медведев Д.С.** ДИНАМИКА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ У МУЖЧИН С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ КОГНИТИВНОЙ НАГРУЗКИ  
Sivachenko Ivan B., Medvedev Dmitrii S. DYNAMICS OF PSYCHOPHYSIOLOGY REACTIONS BY MEN WITH A DIFFERENT LEVEL OF PHYSICAL ACTIVITY IN CONDITIONS OF COGNITIVE LOAD

**Смелышева Л.Н., Кузнецов А.П., Мусихина Е.А., Ковалева Г.А., Артенян Н.А., Сажина Н.В.** КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ТЕЛА И СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕКРЦИИ ЛЕПТИНА У ДЕВУШЕК С РАЗЛИЧНЫМ ИНДЕКСОМ МАССЫ ТЕЛА  
Smelysheva Lada N., Kuznetsov Alexander P., Musikhina Ekaterina A., Kovaleva Galina A., Artenyan Natalya A., Sazhina Nina V. BODY COMPONENT COMPOSITION AND STRESS-INDUCED FEATURES OF THE LEPTIN SECTION IN GIRLS WITH VARIOUS BODY WEIGHT INDEX

**Султанлы М.Э.** СРАВНИТЕЛЬНО- УЛЬТРАСТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕЙРОНОВ ОРБИТАЛЬНОЙ КОРЫ БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ОСТРОМ СТРЕСС-ВОЗДЕЙСТВИИ НА ФОНЕ МАЛОБЕЛКОВОЙ ПИЩИ  
Sultanli Maya E. COMPARATIVE ULTRASTRUCTURAL CHARACTERISTICS OF NEURONS OF THE ORBITAL CORTEX OF WHITE RAT UNDER THE INFLUENCE OF ACUTE STRESS ON THE BACKGROUND OF LOW-PROTEIN FOOD

**Талалаева Г.В.** КВАНТЫ ДЕСТРУКТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ В СТРУКТУРЕ СОЦИАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ СТРЕССИРОВАННЫХ КОГОРТ НАСЕЛЕНИЯ  
Talalaeva Galina V. QUANTUMS OF DESTRUCTIVE BEHAVIOR IN THE STRUCTURE OF SOCIAL TIME OF STRESSED POPULATION COHORTS

**Тамбовцева Р.В.** ВЛИЯНИЕ ГАДЖЕТОВ НА ДЕПРЕССИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ПОДРОСТКОВ  
Tambovtseva Ritta V. INFLUENCE OF GADGETS ON THE DEPRESSIVE COMPONENT OF TEENAGERS

**Томова Т.А., Замощина Т.А., Светлик М.В.** СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЖЕЛУДКА ПРИ СТРЕССЕ  
Tomova Tatiana A., Zamoshchina Tatiana A., Svetlik Mihail V. SEASONAL FEATURES OF FUNCTIONAL ACTIVITY OF THE STOMACH AFTER STRESS

**Тромбчиньски П.К., Исурина Г.Л., Грандильевская И.В., Тарарыкова В.О.** ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ К ОБУЧЕНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИМУЛЯЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИИ  
Trabczynski Piotr K, Isurina Galina L., Grandilevskaya Irina V., Tararykova Valerya O. PSYCHOLOGICAL ADAPTATION OF MEDICAL STUDENTS TO STUDY WITH USING SIMULATION TECHNOLOGY

**Умрюхин А.Е., Шафаревич И.А., Букаев С.О.** НАДГИПОТАЛАМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ АКТИВНОСТИ ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНО-НАДПОЧЕЧНИКОВОЙ ОСИ  
Umryukhin Aleksey E., Shafarevich Igor A., Bukaev Sanal O. SUPRAHYPOTHALAMIC HPA AXIS REGULATION MECHANISMS

**Фараджев А.Н., Агаева С.В.** ВЛИЯНИЕ МЕЛАТОНИНА НА ОБМЕН ГАМК В СТРУКТУРАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА ТРЕХ МЕСЯЧНЫХ КРЫС В УСЛОВИЯХ ТОЛУОЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ  
Faradzhev A.N., Agayeva S.V. THE EFFECT OF MELATONIN ON GABA EXCHANGE IN THE BRAIN STRUCTURES OF 3 MONTH OLD RATS UNDER THE CONDITIONS OF TOLUENE INTOXICATION

**Хаирова В.Р., Елчиева Н.Я., Гадирова Л.Б.** ПОКАЗАТЕЛИ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ ГЛУТАМАТНОГО И ГЛУТАТИОНОВОГО ОБМЕНА В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ ПРЕНАТАЛЬНО ГИПОКСИРОВАННЫХ КРЫС  
Khairova V.R., Yolchiyeva N.Y., Gadirova L.B. INDICATORS OF ACTIVITY OF GLUTAMATE AND GLUTATHIONE TURNOVER ENZYMES IN THE BRAIN OF RATS SUBJECTED TO PRENATAL HYPOXIA

**Хмелькова М.А.** ТРЕВОЖНОСТЬ КАК ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННЫХ ДЕТСКО-РОДИТЕЛЬСКИХ ОТНОШЕНИЙ  
Khmelkova Marina A. ANXIETY AS A CHARACTERISTIC OF MODERN CHILD-PARENT RELATIONSHIPS

**Хренкова В.В., Абакумова Л.В., Гафиятуллина Г.Ш.** ОЦЕНКА АДАПТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА ДЕВУШЕК ИЗ РАЗНЫХ РЕГИОНОВ ДАЛЬНЕГО ЗАРУБЕЖЬЯ НА ЭТАПЕ ДОВУЗОВСКОЙ ПОДГОТОВКИ  
Khrenkova V.V., Abakumova L.V., Gafiyatullina G.Sh. ASSESSMENT OF ADAPTIVE CAPABILITIES IN THE ORGANISMS OF YOUNG FEMALES FROM VARIOUS DISTANT FOREIGN REGIONS DURING PRE-UNIVERSITY TRAINING

**Чумакова А.М., Кобылянский Е.Д.** ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ У ВЫСОКО-ИНБРЕДНОГО БЕДУИНСКОГО НАСЕЛЕНИЯ (МУЖЧИН И ЖЕНЩИН) ЮЖНОГО СИНАЯ  
Chumakova Anna M., Kobylansky Eugene D. VARIABILITY OF MORPHOLOGICAL TRAITS IN THE HIGHLY-INBREAD SOUTHERN SINAI'S BEDOUIN POPULATION (MALES AND FEMALES)

### **Обучение и память Learning and memory**

**Белоплотова К.Е., Есипенко Е.А., Будакова А.В.** ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТРЕВОЖНОСТИ У СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ГУМАНИТАРНЫХ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ  
Beloplotova Kristina E., Esipenko Elena A., Budakova Anna V. INDIVIDUAL DIFFERENCES IN MATHEMATICAL ANXIETY IN STUDENTS STUDYING HUMANITIES AND NATURAL SCIENCE

**Брошевицкая Н.Д., Павлова И.В., Зайченко М.И., Онуфриев М.В., Моисеева Ю.В.** ВЛИЯНИЕ РАННЕГО ПРОВОСПАЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА НА ОБОРОНИТЕЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ВЗРОСЛЫХ КРЫС  
Broshevitskaya Nadezda D., Pavlova Irina V., Zaichenko Maria I., Onufriev Mihail V., Moiseeva Yulia V., Grigoryan Grigoriy A. THE INFLUENCE OF EARLY NEUROINFLAMMATORY STRESS ON DEFENSIVE BEHAVIOR OF ADULT RATS

**Васильева Н.Н.** КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ К ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОМУ СОПРОВОЖДЕНИЮ ДЕТЕЙ С ОВЗ  
Vasilyeva Nadezhda N. THE COMPETENCE APPROACH IN THE SYSTEM OF BACHELOR TRAINING IN PSYCHOLOGICAL AND EDUCATIONAL SUPPORT FOR CHILDREN WITH SPECIAL HEALTH NEEDS

**Винарская А.Х., Зюзина А.Б., Балабан П.М.** ПРЕДШЕСТВЕННИК СЕРОТОНИНА 5-ГИДРОКСИТРИПТОФАН СТИРАЕТ ОБСТАНОВОЧНУЮ ОБОРОНИТЕЛЬНУЮ ПАМЯТЬ У НАЗЕМНЫХ УЛИТОК  
Vinarskaya Aliya Kh., Zuzina Alena B., Balaban Pavel M. SEROTONIN PRECURSOR 5-HYDROXYTRYPHANE ERASES THE CONTEXT MEMORY IN TERRESTRIAL SNAILS

**Гаврилов В.В., Ештокина Е.С.** ЭЭГ-КОРРЕЛЯТЫ ЭМПАТИИ У КРЫС  
Gavrilov Vladimir V., Eshtokina Elena S. EMPATHY IN RATS: EEG-CORRELATES

**Горкин А.Г., Кузина Е.А.** НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПИЩЕДОБЫВАТЕЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ В РЕТРОСПЛЕНИАЛЬНОЙ КОРЕ КРЫС  
Gorkin Alexander G., Kuzina Evgeny A. UNEVEN POPULATION OF SPECIALIZED FOOD-ACQUISITION NEURONS IN THE RETROSPLENIAL CORTEX OF RATS

**Грандильевская И.В., Исурина Г.Л., Тромбчиньски П.К., Подсадная М.О.** ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ  
Grandilevskaya Irina V., Isurina Galina L., Trabczynski Piotr K., Podsadnaya Maria O. PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF TEACHING MEDICAL STUDENTS USING HIGH-TECH SIMULATORS

**Гурова О.А., Карасева Н.В.** ПОКАЗАТЕЛИ ВНИМАНИЯ У ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ  
Gurova Olga A., Karaseva Natalia V. ATTENTION INDICATORS OF FOREIGN STUDENTS

**Давыдова Е.Ю., Салимова К.Р., Горбачевская Н.Л., Николаева Н.О.** СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЭГ ДЕТЕЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ СЛУХОРЕЧЕВОЙ ПАМЯТИ  
Davydova Elizaveta Yu., Salimova Ksenia R., Gorbachevskaya Natalia L., Nikolaeva Natalia O. CORRELATION OF EEG SPECTRAL CHARACTERISTICS WITH PARAMETERS OF AUDITORY-VERBAL MEMORY

**Данько С.Г., Качалова Л.М., Куперман И.А.** ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОГНИТИВНО-СПЕЦИФИЧЕСКОГО ВНИМАНИЯ ГОТОВНОСТИ ПРИ ВЕРБАЛЬНОМ ОБУЧЕНИИ  
Danko Sergey G., Kachalova Larisa M., Kuperman Ilya A. ELECTROENCEPHALOGRAPHIC CORRELATES OF COGNITIVE SPECIFIC ATTENTION DURING VERBAL LEARNING

**Дерябина И.Б., Муранова Л.Н., Андрианов В.В., Богодвид Т.Х., Гайнутдинов Х.Л.** ПРОЦЕДУРА ТЕСТИРОВАНИЯ ОБОРОНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ HELIX LUCORUM НЕ ПРИВОДИТ К РЕКОНСОЛИДАЦИИ ПАМЯТИ ЗАВИСЯЩЕЙ ОТ УРОВНЯ 5-HT  
Deryabina Irina B., Andrianov Vyacheslav V., Muranova Lyudmila N., Bogodvid Tatiana K. Gainutdinov Khalil L. LUCORUM DID NOT LEAD TO RECONSOLIDATION WHICH IS DEPENDED ON THE 5-HT LEVEL

**Дружиловская О.В., Харламова Т.А.** НЕЙРОНАУКИ КАК ИСТОЧНИК СТАНОВЛЕНИЯ НОВОГО НАПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
Druzhilovskaya Olga V., Harlamova Tatyana A. NEUROSCIENCE AS THE SOURCE OF THE NEW TREND ESTABLISHMENT IN THE CONTEMPORARY PEDAGOGICAL EDUCATION

**Дружиловская О.В., Конюх-Синица Е.С.** ДОМИНАНТА И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ РЕБЕНКА-БИЛИНГВА  
Druzhilovskaya Olga V., Koniukh-Sinitza Ekaterina S. THE DOMINANT AND POTENTIAL DEVELOPMENT OF A BILINGUAL CHILD

**Зайченко М.И., Закиров Ф.Х., Груздева В.А., Маркевич В.А., Григорьян Г.А.** ВЛИЯНИЕ МК-801 И РЕАКТИВАЦИИ НА РЕКОНСОЛИДАЦИЮ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПАМЯТИ КРЫС В 8-КАНАЛЬНОМ РАДИАЛЬНОМ ЛАБИРИНТЕ  
Zaichenko Maria I., Zakirov Felix H., Gruzdeva Valentina A., Markevich Vladimir A., Grigoryan Grigory A. THE EFFECT OF MK-801 AND REACTIVATION ON SPATIAL MEMORY RECONSOLIDATION IN RATS IN 8-ARM RADIAL MAZE

**Земскова С.Н., Пономарева Д.Н.** ВНЕДРЕНИЕ НЕЙРОБИКИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ НА КАФЕДРЕ ФИЗИОЛОГИИ КГМУ  
Zemskova Svetlana N., Ponomareva Daria N. THE INTRODUCTION OF NEUROBICS IN THE PROCESS OF TEACHING STUDENTS OF THE PHYSIOLOGY DEPARTMENT OF KAZAN STATE MEDICAL UNIVERSITY

**Исмаилова Х.Ю., Теймурова Н.Н.** ВЛИЯНИЕ СОЧЕТАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И АНТИДПРЕССАНТОВ НА ПРОЦЕССЫ ОБУЧЕНИЯ И ПАМЯТИ У КРЫС С РАЗЛИЧНЫМ ФЕНОТИПОМ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И РАЗНЫМ УРОВНЕМ АКТИВНОСТИ МОНОАМИНЕРГИЧЕСКИХ СИСТЕМ МОЗГА  
Ismailova Khadidja Yu., Teymurova Nigar N. COMBINED EFFECTS OF HEAVY METALS AND ANTIDEPRESSANTS ON LEARNING AND MEMORY PROCESSES IN RATS WITH DIFFERENT PHENOTYPES OF NERVOUS SYSTEM AND DIFFERENT ACTIVITY LEVELS OF BRAIN MONOAMINERGIC SYSTEM

**Камнев А.Н., Макарова С.А.** НОВЫЕ РАЗВИВАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДЕТСКОМ ЛАГЕРЕ КАК ЗАЛОГ УСПЕШНОГО ОБУЧЕНИЯ  
Kamnev Alexander N., Makarova Svetlana A. NEW DEVELOPING TECHNOLOGIES IN CHILDREN'S CAMP LIKE VEKTOR OF SUCCESSFUL TRAINING

**Канторова Е.В., Горбачевская Н.Л.** ПРЕДИКТОРЫ ТРУДНОСТЕЙ ОБУЧЕНИЯ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, ВЫЯВЛЕННЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ В ДОШКОЛЬНОМ ВОЗРАСТЕ  
Kantorova Elena V., Gorbachevskaya Natalia L. PREDICTORS OF LEARNING DIFFICULTIES FOR CHILDREN OF PRIMARY SCHOOL, IDENTIFIED AS A RESULT OF PSYCHOLOGICAL DIAGNOSTICS AT PRESCHOOL AGE

**Котягина С.Н.** НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ, РОЖДЕННЫХ ПОСЛЕ ЭКО  
Kotyagina Svetlana N. NEUROPSYCHOLOGICAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF CHILDREN BORN AFTER IVF

**Кулева А.Ю., Ярец М.Ю., Алексеева А.Н., Галкин М.В., Болдырева Г.Н., Шарова Е.В.** АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА ПАЦИЕНТОВ С ОПУХОЛЬЮ МЕДИОБАЗАЛЬНЫХ ОТДЕЛОВ ПРАВОЙ И ЛЕВОЙ ВИСОЧНОЙ ДОЛИ ДО И ПОСЛЕ РАДИОТЕРАПИИ (ДАННЫЕ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКОГО- И ЭЭГ ИССЛЕДОВАНИЯ)  
Kuleva Arina Yu., Yarets Maria Yu., Alekseeva Anastasia N., Galkin Mikhail V., Boldyreva Galina N., Sharova Elena V. ANALYSIS OF BRAIN FUNCTIONAL ACTIVITY IN PATIENTS WITH MEDIA BASAL TUMOR OF THE RIGHT AND LEFT TEMPORAL LOBE BEFORE AND AFTER RADIOTHERAPY (NEUROPSYCHOLOGICAL AND EEG RESEARCH)

**Михайлова Н.П., Сафразьян Ю.Р., Горкин А.Г.** ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТЫ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ РЕТРОСПЛЕНИАЛЬНОЙ КОРЫ КРЫС ПРИ ПОТЕРЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПИЩЕДОБЫВАТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ  
Mikhaylova Natalia P., Safrazyan Yuliya R., Gorkin Alexander G. CHANGES IN THE FREQUENCY OF ACTIVITY NEURONS RSC OF RATS IN LOSS OF EFFICIENCY FOOD-PROCURING BEHAVIOR

**Овчинникова Л.И., Антипов В.Н., Якушев Р.С.** ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДИАГНОСТИКИ РАЗВИТИЯ КРЕАТИВНОСТИ ЛИЧНОСТИ С ПОМОЩЬЮ БИНОКУЛЯРНОГО АЙТРЕККЕРА  
Ovchinnikova Ludmila I., Antipov Vladimir N., Yakushev Rinat S. PSYCHOLOGICAL DIAGNOSTICS OF DEVELOPMENT OF PERSONAL CREATIVITY BY USING BINOCULAR EYE TRACKER

**Павлова И.В., Брошевицкая Н.Д., Онуфриев М.В., Моисеева Ю.В.** ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ В ТРЕВОЖНО-ДЕПРЕССИВНОМ И ОБОРОНИТЕЛЬНОМ ПОВЕДЕНИИ КРЫС ВИСТАР  
Pavlova Irina V., Broshevitskaya Nadezda D., Onufriev Mihail V., Moiseeva Yulia V. SEX DIFFERENCES IN THE ANXIETY-DEPRESSIVE AND DEFENSIVE BEHAVIOR OF WISTAR RATS

**Платонова О.И.** АНАЛИЗ ЭЭГ-РЕАКЦИЙ И ИМПЛИЦИТНЫХ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ЛЕКСИКИ, ОПИСЫВАЮЩЕЙ СИТУАЦИИ КООПЕРАЦИИ И КОНКУРЕНЦИИ  
Platonova Olesia I. ANALYSIS OF EEG REACTIONS AND IMPLICIT BEHAVIORAL INDICATORS DURING THE RECOGNITION OF VOCABULARY DESCRIBING SITUATIONS OF COOPERATION AND COMPETITION

**Соловьева О.А., Грудень М.А., Шерстнев В.В.** ВОЗРАСТЗАВИСИМЫЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ИНТРАНАЗАЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ ОЛИГОМЕРОВ АЛЬФА-СИНУКЛЕИНА У 6- И 9-МЕСЯЧНЫХ МЫШЕЙ  
Solovieva Olga A., Gruden Marina A., Sherstnev Vladimir V. AGE-DEPENDENT BEHAVIORAL EFFECTS OF INTRANASAL INFUSION OF ALPHA-SYNUCLEIN OLIGOMERS IN 6- AND 9-MONTH-OLD MICE

**Соломатин В.Ф.** ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕТРОГРАДНОЙ АМНЕЗИИ НА НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ С СУПЕРПОЗИЦИОННОЙ ЗАПИСЬЮ  
Solomatina Viktor F. REPRODUCTION OF THE RETROGRADE AMNESIA FEATURES ON THE NEURONET MODELS WITH SUPERIMPOSING RECORD

**Соломатин В.Ф.** КВАЗИГОЛОГРАФИЧЕСКАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ПАМЯТИ И РЕАЛЬНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И МОЗГОВЫЕ ПРОЦЕССЫ  
Solomatina Viktor F. QUASI-HOLOGRAPHIC NEURONET MODEL OF MEMORY AND REAL NEURAL NETWORKS AND BRAIN PROCESSES

**Старостина М.В., Волчо Г.К., Липина Т.В., Береговой Н.А.** ОСОБЕННОСТИ СИНАПТИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ ГИППОКАМПА У МЫШЕЙ ЛИНИИ DISC1-Q31L  
Starostina Marina V., Volcho Gleb K., Lipina Tayiana V., Beregovoy Nikolay A. HIPPOCAMPAL SYNAPTIC PLASTISITY IN DISC1-Q31L MICE

**Ткаченко Н.С., Кузина Е.А.** ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ РАЗНЫМ ЭТАПАМ СЛОЖНОГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ У КРЫС  
Tkachenko Nikolay S., Kuzina Eugeniya A. INDIVIDUAL CHARACTERISTICS OF LEARNING DIFFERENTS STAGES OF A COMPLEX INSTRUMENTAL BEHAVIOUR IN RATS

**Толченникова В.В.** ВЛИЯНИЕ ПРОФИЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ НА ПОВЕДЕНИЕ В ВИРТУАЛЬНОМ ЛАБИРИНТЕ  
Tolchennikova Vera V. INFLUENCE OF FUNCTIONAL ASYMMETRY PROFILE ON BEHAVIOR IN THE VIRTUAL MAZE

**Федосова Е.А., Шацкова А.Б., Саркисова К.Ю.** РЕВЕРСИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ В СЛОЖНОМ ЛАБИРИНТЕ У ДВУХМЕСЯЧНЫХ КРЫС ЛИНИИ WAG/RIJ С ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТЬЮ К АБСАНС-ЭПИЛЕПСИИ С КОМОРБИДНОЙ ДЕПРЕССИЕЙ  
Fedosova Ekaterina A., Shatskova Alla B., Sarkisova Karine Yu. REVERSAL LEARNING IN A COMPLEX MAZE IN TWO MONTHS OLD WAG/Rij RATS WITH GENETIC PREDISPOSITION TO ABSENCE-EPILEPSY WITH COMORBID DEPRESSION

**Феокистова С.В., Самотохина Н.А.** НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В КОРРЕКЦИОННОЙ РАБОТЕ ПО РАЗВИТИЮ МЫШЛЕНИЯ ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ЗПР

Feoktistova Svetlana V., Samotokhina Natalya A. NEUROPSYCHOLOGICAL APPROACH IN CORRECTIONAL WORK ON THE DEVELOPMENT OF THINKING IN CHILDREN OF OLDER PRESCHOOL AGE WITH SPECIAL NEEDS

**Шапонова Н.Г., Садов В.А., Петрович Д.Л.** СВЯЗЬ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАМЯТИ С КОГНИТИВНО-СТИЛЕВЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ

Shpagonova Natalia, Sadov Vasily, Petrovich Darya. SEMANTIC CHARACTERISTICS OF THE ACOUSTICAL IMAGE

### **Мышление и сознание Thinking and consciousness**

**Атаманова И.В., Федоровский А.Е.** ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СТРУКТУРЕ КРИТЕРИЕВ ЛИЧНОСТНОГО РАЗВИТИЯ У СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ

Atamanova Inna V., Fedorovsky Alexander Ye. EMOTIONAL INTELLIGENCE IN THE STRUCTURE OF CRITERIA FOR PERSONAL DEVELOPMENT IN MODERN YOUTH

**Беляев А.А., Богомаз С.А.** ЗАВИСИМОСТЬ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА ОТ ВЕДУЩИХ ЛИЧНОСТНЫХ ФАКТОРОВ У СТУДЕНТОВ ГУМАНИТАРНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Belyaev Aleksandr A., Bogomaz Sergey A. A DEPENDENCE OF EMOTIONAL INTELLIGENCE ON LEADING PERSONAL FACTORS IN STUDENTS MAJORING IN HUMANITIES AND ENGINEERING

**Власенко Я.А., Давыдов А.А.** К ВОПРОСУ О ВЗАИМОСВЯЗИ ИНДИВИДУЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЛИЧНОСТИ И ПРЕДПОЧТЕНИЙ В ВЫБОРЕ СТИЛЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ТАТУИРОВКИ КАК АТРИБУТИВНОГО АСПЕКТА СОЦИАЛЬНОЙ АФФИЛИАЦИИ

Vlasenko Yakov A., Davydov Artem A. TO THE QUESTION OF THE RELATIONSHIP OF INDIVIDUAL-PSYCHOLOGICAL PECULIARITIES OF PERSONALITY AND PREFERENCES IN CHOOSING THE STYLE OF ART TATTOO AS AN ATTRIBUTIVE ASPECT OF SOCIAL AFFILIATION

**Есипенко Е.А., Полякова О.Р., Белоплотова К.Е., Шарафиева К.Р.** ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ В ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СПОСОБНОСТЯХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ГЕНДЕРНОГО СТЕРЕОТИПА

Esipenko Elena A., Polyakova Olga R., Beloplotova Kristina E., Sharafieva Ksenia R. GENDER DIFFERENCES IN SPATIAL ABILITIES INFLUENCED BY GENDER STEREOTYPE

**Зинченко Е.М., Шушунова Н.А.** ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ НЕРВНЫХ ПРОЦЕССОВ У СТУДЕНТОВ С УЧЕТОМ КОГНИТИВНОГО СТИЛЯ ПОЛЕЗАВИСИМОСТЬ/ПОЛЕНеЗАВИСИМОСТЬ

Zinchenko Ekaterina M., Shushunova Nataliya A. FEATURES OF PROPERTIES OF NERVOUS PROCESSES IN STUDENTS WITH FIELD DEPENDENT AND FIELD INDEPENDENT COGNITIVE STYLE

**Маланчук И.Г.** КАКИЕ КЛАССЫ СОЦИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ РЕШАЮТСЯ В ДЕТСКОМ ВОЗРАСТЕ В ПРОЦЕССЕ РЕЧЕЯЗЫКОВОЙ КОММУНИКАЦИИ

Malanchuk Irina G. WHICH TYPES OF SOCIAL CHALLENGES ARE ADDRESSED IN EARLY AGE IN THE PROCESS OF SPEECH-LANGUAGE COMMUNICATION

**Маланчук И.Г., Залевская А.Г.** ДИНАМИКА СОЦИАЛЬНОГО СОЗНАНИЯ В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ ПО ДАННЫМ ЯЗЫКА И РЕЧИ

Malanchuk Irina G., Zalevskaya Anna G. DYNAMICS OF SOCIAL CONSCIOUSNESS IN EARLY ONTOGENESIS ACCORDING TO LANGUAGE AND SPEECH DATA

**Рябчикова Н.А., Базиян Б.Х., Чигалейчик Л.А.** ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ПАЦИЕНТОВ НА РАННИХ СТАДИЯХ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА В КАЧЕСТВЕ ВОЗМОЖНЫХ МАРКЕРОВ

Ryabchikova Natalya A., Bazyan Boris Kh., Chigaleichik Larisa A. STUDY OF COGNITIVE FUNCTIONS IN PATIENTS AT EARLY STAGES OF PARKINSON'S DISEASE AS A POSSIBLE MARKERS

**Цыганков В.Д., Шарифов С.К.** СУБЪЕКТИВНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЕ И ЕЕ ДИНАМИКА В СОБСТВЕННОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

Tsygankov V.D., Sharifov S.K. SUBJECTIVE REALITY IN A NEURAL COMPUTER AND ITS DYNAMICS AT ITS OWN TIME SCALE

### **Нейрональные механизмы когнитивных процессов Brain mechanisms of cognitive processes**

**Айдаркин Е.К.** НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ БИМОДАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ВЫБОРА

Aidarkin Eugeny K. NEUROPHYSIOLOGICAL MECHANISMS BIMODAL CHOICE REACTION

**Арамян Э.А., Апанович В.В., Дольникова М.С., Александров Ю.И.** РАЗЛИЧИЯ В ХАРАКТЕРИСТИКАХ ЭЭГ, РЕГИСТРИРУЕМОЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАЗНОГО ТИПА, У АНАЛИТИЧНЫХ И ХОЛИСТИЧНЫХ СУБЪЕКТОВ  
Aramyen Erik A., Apanovich Vladimir V., Dol'nikova Maria S., Alexandrov Yuri I. DIFFERENCES IN EEG CHARACTERISTICS WHILE SOLVING DIFFERENT TYPES OF TASKS IN ANALYTIC AND HOLISTIC SUBJECTS

**Астахова Т.Н., Таможников С.С., Карпова А.Г., Борисова Н.В., Афанасьева Е.Б., Сапрыгин А.Е., Савостьянов А.Н.** ЭЭГ КОРРЕЛЯТЫ ЛИЧНОСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ В ПАРАДИГМЕ СТОП-СИГНАЛ У ЛЮДЕЙ, ЖИВУЩИХ В ПОЛЯРНЫХ И ПРИПОЛЯРНЫХ УСЛОВИЯХ  
Astakhova Tatiana N., Tamozhnikov Sergey S., Karpova Alexandra G., Borisova Natalya V., Afanaseva Elena B., Saprigyn Alexander E., Savostyanov Alexander N. EEG CORRELATES OF PERSONALITY TRAITS IN THE STOP SIGNAL PARADIGM IN PEOPLE LIVING IN SUBPOLAR AND POLAR CLIMATES

**Бушов Ю.В., Ушаков В.Л., Светлик М.В., Карташов С.И., Орлов В.А.** АКТИВНОСТЬ ЗЕРКАЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ ПРИ НАБЛЮДЕНИИ И ВОСПРИЯТИИ ВРЕМЕНИ  
Bushov Yury V., Ushakov Vadim L., Svetlik Mikhail V., Kartashov Sergey I., Orlov Vyacheslav A. THE ACTIVITY OF MIRROR NEURONS UNDER THE SUPERVISION AND PERCEPTION OF TIME

**Васильева В.А., Павлычева Л.А., Шумейко Н.С.** ОСОБЕННОСТИ МИКРОСТРУКТУРЫ ДВИГАТЕЛЬНОЙ, ЗРИТЕЛЬНОЙ И ЗАДНЕЙ АССОЦИАТИВНОЙ ОБЛАСТЕЙ КОРЫ БОЛЬШОГО МОЗГА ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА  
Vasilyeva Valentina A., Pavlycheva Ludmila A., Shumejko Nina S. FEATURES OF THE ENSEMBLE ORGANIZATION OF MOTOR, VISUAL AND POSTERIOR ASSOCIATIVE ZONES OF THE HUMAN CEREBRAL CORTEX AT THE EARLY CHILDHOOD

**Галандарли И.З., Джавадова К.Х., Панахова Э.Н.** ФОРМИРОВАНИЕ И НАРУШЕНИЕ ЗРИТЕЛЬНО-КОНТРОЛИРУЕМОГО ПОВЕДЕНИЯ БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ОДНО- И ДВУСТОРОННЕЙ БУЛЬБЭКТОМИИ  
Galandarli Irana Z., Djavadova Kamala X., Panakhova Elmira N. FORMATION AND IMPAIRMENT OF VISUAL-MANAGED BEHAVIOR OF THE SINGLE- AND TWO-SIDED BULBECTOMIZED WHITE RATS

**Греченко Т.Н.** ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ РАСТЕНИЙ  
Grechenko Tatiana N. FUNCTIONAL ROLE OF PLANT ELECTRICAL POTENTIALS

**Жегалло А.В.** РАННЕЕ ОПОЗНАНИЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКИ ЭКСПОНИРУЕМЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ  
Zhegallo Alexander V. EARLY IDENTIFICATION OF PERIPHERALLY EXPOSED IMAGES

**Захарова Е.И., Сторожева З.И., Прошин А.Т., Монаков М.Ю., Дудченко А.М.** РАЗНОНАПРАВЛЕННОЕ ВЛИЯНИЕ МЕТИЛЛИКАОНИТИНА, АНТАГОНИСТА  $\alpha 7$  НИКОТИНОВЫХ ХОЛИНОРЕЦЕПТОРОВ, НА ПРОСТРАНСТВЕННУЮ ПАМЯТЬ ПРИ ОСТРОМ И СУБХРОНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ  
Zakharova Elena I., Storozheva Zinaida I., Proshin Andrey T., Monakov Mikhail Yu., Dudchenko Alexandr M. MULTIDIRECTIONAL EFFECTS OF  $\alpha 7$  ANTAGONIST OF NICOTINIC CHOLINERGIC RECEPTORS METHYLLYCACONITINE ON SPATIAL MEMORY DURING ACUTE AND SUB-CHRONIC EXPOSURE

**Игнатова Ю.П., Макарова И.И., Аксёнова А.В., Страхов К.А.** ОЦЕНКА СВОЙСТВ ВНИМАНИЯ, КАК КОМПОНЕНТОВ КОГНИТИВНОГО КОНТРОЛЯ У ДЕВУШЕК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗ ОВАРИАЛЬНО-МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА  
Ignatova Julia P., Makarova Irina I., Aksenova Alla V., Strakhov Konstantin A. EVALUATION OF PROPERTIES OF ATTENTION AS COMPONENTS OF COGNITIVE CONTROL IN GIRLS DEPENDING ON PHASES OF THE OVARIAL-MENSTRUAL CYCLE

**Исаева Е.Р., Мухитова Ю.В., Трегубенко И.А., Шошина И.И., Ханько А.В., Лиманкин О.В.** РОЛЬ МАГНО- И ПАРВОЦЕЛЛЮЛЯРНОЙ СИСТЕМ МОЗГА В НАРУШЕНИИ МЫСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У БОЛЬНЫХ ШИЗОФРЕНИЕЙ  
Isaeva Elena R., Mukhitova Julianna V., Tregubenko Ilya A., Shoshina Irina I., Khan'ko Alexandr V., Limankin Oleg V. THE ROLE OF THE MAGNOCELLULAR AND PARVOCELLULAR NEURAL SYSTEMS OF THE THOUGHT DISORDER IN SCHIZOPHRENIA

**Кундупьян О.Л., Айдаркин Е.К., Кундупьян Ю.Л., Старостин А.Н., Бибов М.Ю.** ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЭГ ПРИ РЕШЕНИИ КОГНИТИВНЫХ ЗАДАЧ В КОНТРОЛЕ И В УСЛОВИЯХ АРОМАКОРРЕКЦИИ  
Kundupyan Oxana L., Aydarkin Eugeny K., Kundupyan Yulia L., Starostin Artem N., Bibov Mikhail Yu. SPATIAL-TEMPORAL CHARACTERISTICS OF EEG DURING COGNITIVE TASK SOLVING UNDER CONTROL AND AROMACORRECTION CONDITIONS

**Мейлихов Е.З., Фарзетдинова Р.М.** НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ МЕНТАЛЬНОГО ВРАЩЕНИЯ  
Meilikhov Evgeny Z., Farzetdinova Rimma M. NEUROBIOLOGICAL MODEL OF MENTAL ROTATION

**Меклер А.А., Станкова Е.П., Шмыров В.А.** СЛОЖНОСТЬ КОГНИТИВНОГО ЗАДАНИЯ И СИСТЕМНЫЕ МОЗГОВЫЕ ПРОЦЕССЫ  
Mekler Alexey A., Stankova Ekaterina P., Shmyrov Vasilij A. SYSTEMIC BRAIN PROCESSES AND COGNITIVE TASK COMPLEXITY



**Милахина Н.С., Таможников С.С., Афанасьева Е.Б., Прошина Е.А., Савостьянов А.Н.** ОСОБЕННОСТИ ЭЭГ АКТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ ПОКОЯ У ЛЮДЕЙ, ЖИВУЩИХ В ПРИПОЛЯРНЫХ И ПОЛЯРНЫХ РЕГИОНАХ СИБИРИ  
Milakhina Natalya S., Tamozhnikov Sergey S., Afanaseva Elena B., Proshina Ekaterina A., Savostyanov Alexander N. THE FEATURES OF RESTING STATE EEG ACTIVITY IN PEOPLE LIVING IN SUBPOLAR AND POLAR REGIONS OF SIBERIA

**Михайлова Н.Л., Камалитдинова А.А., Ключников Н.С., Мордвинов Н.С.** ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МОЗГА У ЛЮДЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ ПРОФИЛЕМ МОТОРНОЙ АСИММЕТРИИ ПРИ АКТИВАЦИИ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ  
Mikhailova Nina L., Kamaliddinova Alina A., Klyuchnikov Nikita S., Mordvinov Nikita S. ELECTRICAL ACTIVITY OF THE BRAIN IN PEOPLE WITH VARIOUS PROFILE OF MOTOR ASYMMETRY DURING ACTIVATION OF COGNITIVE PROCESSES

**Мухитова Ю.В., Исаева Е.Р., Трегубенко И.А., Шошина И.И., Ханько А.В.** ИЗУЧЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ У БОЛЬНЫХ С ЭНДОГЕННОЙ ДЕПРЕССИЕЙ В ЦЕЛЯХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ С ШИЗОФРЕНИЕЙ  
Mukhitova Julianna V., Isaeva Elena R., Tregubenko Ilya A., Shoshina Irina I., Khanko Aleksandr V. ASSESSMENT OF COGNITIVE FUNCTIONS IN PATIENTS WITH ENDOGENOUS DEPRESSION FOR THE DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF SCHIZOPHRENIA

**Орехова Л.С., Михайлова А.А., Дягилева Ю.О., Павленко В.Б.** ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОМОГАЮЩЕГО И МОРАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ В РАННЕМ ДЕТСТВЕ  
Orekhova Liliia S., Mikhailova Anna A., Diagileva Yulia O., Pavlenko Vladimir B. PSYCHOPHYSIOLOGICAL PECULIARITIES OF PROSOCIAL AND MORAL BEHAVIORS IN EARLY CHILDHOOD

**Павлов К.И., Мухин В.Н., Архимук А.Н., Петренко М.И.** СВЯЗЬ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА С УРОВНЕМ АКТИВНОСТИ СЕНСОМОТОРНОЙ КОРЫ  
Pavlov Konstantin I., Mukhin Valery N., Archimuk Aleksy N., Petrenko Maxim I. ASSOCIATION OF HEART RATE VARIABILITY AND SENSOMOTOR CORTEX ACTIVATION

**Павлов К.И., Петренко М.И., Сыртцев А.В., Архимук А.Н.** ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬЮ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ ГЕМОДИНАМИКОЙ У КУРСАНТОВ ВОЕННО-МОРСКОГО ИНСТИТУТА С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
Pavlov Konstantin I., Petrenko Maxim I., Syrtsev Aleksei V., Archimuk Aleksy N. ASSOCIATION BETWEEN HEART RATE VARIABILITY AND PERIPHERAL HEMODYNAMICS OF NAVAL MILITARY INSTITUTE CADETS WITH VARIOUS LEVELS OF EFFICIENCY OF COGNITIVE ACTIVITY

**Павловская М.А.** ДИНАМИКА ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ВНИМАНИЯ И АКТИВНОГО ИГНОРИРОВАНИЯ  
Pavlovskaya Marina A. THE DYNAMICS OF SELECTIVE ATTENTION AND ACTIVE DISREGARD

**Салимова К.Р., Переверзева Д.С., Тюшкевич С.А., Данилина К.К., Мамохина У.А., Горбачевская Н.Л.** КОРРЕЛЯЦИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЭГ С ОСОБЕННОСТЯМИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ У ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА (РАС).  
Salimova Ksenia R., Pereverzeva Daria S., Tyushkevich Svetlana A., Danilina Kamilla K., Mamokhina Ulyana A., Gorbachevskaya Natalia L. EEG SPECTRAL CHARACTERISTICS AND THEIR RELATIONSHIP WITH VISUAL-SPATIAL ABILITIES IN CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS

**Сухорукова Е.Г., Юкина Г.Ю., Полушин Ю.С., Полушин А.Ю.** МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕЙРОНОВ ДВИГАТЕЛЬНОЙ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫСЫ ПРИ АНЕСТЕЗИИ СЕВОФЛУРАНОМ  
Sukhorukova Elena G., Yukina Galina Yu., Polushin Yuri S., Polushin Alexey Yu. MORPHOFUNCTIONAL CHANGES OF NEURONS OF THE RAT MOTOR CORTEX INDUCED BY SEVOFLURANE ANESTHESIA

**Хлудова Л.К.** РИТМЫ МОЗГА И ПЕЙСМЕКЕРНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ МОЛЛЮСКОВ  
Khludova Ludmila K. BRAIN RHYTHMS AND PACEMAKER ACTIVITY OF MOLLUSK NEURONS

**Цехмистренко Т.А., Мазлоев А.Б., Черных Н.А.** ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГРУШЕВИДНЫХ НЕЙРОНОВ В ПЕРЕДНЕЙ ДОЛЕ МОЗЖЕЧКА У ДЕТЕЙ  
Tsekhmistrenko Tatiana A., Mazloev Aslan B., Chernykh Nicolas A. AGE-RELATED CHANGES IN PIRIFORM NEURONS IN THE ANTERIOR LOBE OF THE CEREBELLUM IN CHILDREN

**Чадова И.Н., Куликова С.П., Arsalidu M., Матиулко И.С.** КОРРЕЛЯТЫ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕЛОГО ВЕЩЕСТВА С УРОВНЕМ ВНИМАНИЯ  
Chadova Inna N., Kulikova Sofya P., Arsalidou M., Matiulko Irina S. CORRELATES OF WHITE MATTER'S STRUCTURAL CHARACTERISTICS WITH THE LEVEL OF ATTENTION

**Чиженкова Р.А., Сафрошкина А.А.** ГЛИАЛЬНЫЕ ПЕРЕСТРОЙКИ В МОЗГЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ  
Chizhenkova R.A., Safroshkina F.A. GLIAL REARRANGEMENTS IN THE BRAIN UNDER MAGNETIC FIELD

**Шипкова К.М.** РОЛЬ СЕНСОРНООБОГАЩЕННОЙ СРЕДЫ В ВОССТАНОВЛЕНИИ РЕЧИ ПРИ АФАЗИИ  
Shipkova Karine M. THE ROLE OF SENSORY-ENRICHED ENVIRONMENT IN THE RECOVERY OF SPEECH IN APHASIA

## Нейротехнологии и когнитивные исследования Neurothechnologies and cognitive research

**Булгакова Я.В., Булгаков Д.Ю., Туровский Я.А., Иванова Т.В., Кузнецова А.А., Дягилева Е.А., Мовсисян Р.К.** ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЭГ-КОРРЕЛЯТОВ СУБЪЕКТИВНЫХ ВРЕМЕННЫХ ШКАЛ

Bulgakova Yaroslava V., Bulgakov Dmitry Yu., Turovsky Yaroslav A., Ivanova Tatyana V., Kuznetsova Anna A., Diaghileva Elena A., Movsisyan Roman K. INVESTIGATION OF EEG CORRELATES OF SUBJECTIVE TIMESCALES

**Домрачева М.А., Куликова С.П.** ИССЛЕДОВАНИЕ ВОСПРИЯТИЯ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ МУЛЬТИЗЛАКОВЫХ КОНФЕТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ НЕЙРОМАРКЕТИНГА

Domracheva Marina A., Kulikova Sofya P. RESEARCH OF CONSUMER PERCEPTION OF MULTI-CEREAL CANDIES USING NEUROMARKETING TOOLS

**Каверина М.Ю., Карчевская А.Е., Квардакова А.В., Вигасина К.Д.** ИНЕРТНОСТЬ ВЗОРА КАК ОДНА ИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ СИНДРОМА АСПОНТАННОСТИ

Kaverina Maria, Karchevskaya Anna, Kvardakova Anastasia, Vigasina Kristina. THE INERTIA OF GAZE STRATEGY AS ONE OF THE COMPONENTS OF ASPONTANEITY SYNDROME

**Карташов С.И., Захарова Н.В.** МЕТОД ДИФфуЗИОННОЙ МРТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПАЦИЕНТОВ С ШИЗОФРЕНИЕЙ

Kartashov Sergey I., Zakharova Natalia V. THE METHODOLOGICAL APPROACH FOR COMPARING THE INFLUENCE OF THE BRAIN OF PATIENTS WITH SCHIZOPHRENIA

**Катаманова Д.Л., Бекирова З.Н., Базанова О.М., Куличенко А.М., Яценко С.Г., Сатаева Т.П., Ковалева А.В.** РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ СРАВНЕНИЯ ВЛИЯНИЯ РИСОВАНИЯ И НАБОРА ТЕКСТА НА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОПТИМАЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Katamanova Dzhemilya L., Bekirova Zera N., Bazanova Olga M., Kulichenko Alexander M., Yashchenko Svetlana G., Sataieva Tatiana P., Kovalyova Anastasia V. THE METHODOLOGICAL APPROACH FOR COMPARING THE INFLUENCE OF DRAWING AND TYPING ON PSYCHOPHYSIOLOGICAL OPTIMAL FUNCTIONING PARAMETERS OF THE HUMAN BODY

**Кирий В.Н., Кривко Е.М., Бахтин О.М.** ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ АССОЦИИРОВАННОЙ С ВНУТРЕННЕЙ РЕЧЬЮ ЭЭГ ДЛЯ СИНТЕЗА INNER-SPEECH BCI (IS-BCI)

Kiroy Valery N., Krivko Elena M., Bakhtin Oleg M. STUDY OF THE PROSPECTS OF USING THE CHARACTERISTICS OF THE SPACE-TIME ORGANIZATION ASSOCIATED WITH INTERNAL SPEECH EEG FOR THE SYNTHESIS OF INNER-SPEECH BCI (IS-BCI)

**Коростелёва А.Н., Арутюнян Л.З., Арутюнян М.А.** ОСОБЕННОСТИ ВЗГЛЯДА ВО ВРЕМЯ ЧТЕНИЯ ПРО СЕБЯ У ЛЮДЕЙ С ЗАИКАНИЕМ

Korosteleva Anastasia N., Arutyunyan Lilia Z., Arutyunyan Migran A. SIGHT FEATURES DURING READING INWARDLY BY PEOPLE WITH STUTTERING

**Ляксо Е.Е., Фролова О.В., Nersisson Ruban** ОЦЕНКА ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ РУССКИХ ДЕТЕЙ НОСИТЕЛЯМИ РУССКОГО ЯЗЫКА С БЫТОВЫМ ОПЫТОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ДЕТЬМИ

Lyakso Elena, Frolova Olga, Ruban Nersisson ASSESSMENT OF THE EMOTIONAL STATE OF RUSSIAN CHILDREN BY NATIVE RUSSIAN SPEAKERS WITH HOUSEHOLD EXPERIENCE OF INTERACTING WITH CHILDREN

**Меретукова А.А., Наматян А.Б., Наматян Т.Б., Михальчик И.О.** ВЛИЯНИЕ ТАБАКОКУРЕНИЯ НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Meretukova Albina A., Namatyan Artur B., Namatyan Tornik B., Mikhanchich Irina O. INFLUENCE OF TOBACCO SMOKING ON COGNITIVE FUNCTIONS OF THE BRAIN

**Наймушина А.Г., Зюзин Д.А., Устюгова Л.В., Меркулов Е.Д.** РАЗРАБОТКА ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОЦЕНКИ КОГНИТИВНЫХ РАССТРОЙСТВ У ДЕТЕЙ

Naymushina Alla G., Ziuzin Denis A., Ustiugova Lidia V., Merkulov Egor D. DEVELOPMENT OF DIAGNOSTIC COMPLEX FOR ASSESSING CHILDREN'S COGNITIVE IMPAIRMENT

**Пляшкевич В.Л.** ПОРОЖДЕНИЕ ОБРАЗА С ПОМОЩЬЮ ОБРАЗА-АЛГОРИТМА ФУНКЦИИ ПОЗНАННОГО ПРЕДМЕТА

Plyashkevich Viktor L. GENERATING AN MENTAL IMAGE USING AN IMAGE – ALGORITHM

**Порываева А.В., Рудыч П.Д., Андамова Т.М., Базанова О.М.** ВЛИЯНИЕ БАЛАНС-ТРЕНИНГА НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ МОЗГА

Poryvaeva Alyona V., Rudych Pavel D., Andamova Tatiana M., Bazanova Olga M. INFLUENCE OF BALANCE TRAINING ON BRAIN FUNCTIONAL ACTIVITY

**Ромашенко Е.И., Ларина Н.В.** ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНИМАНИЯ И МОТОРНЫХ ФУНКЦИЙ У ДЕТЕЙ С ДИАГНОЗОМ ДЕТСКИЙ ЦЕРЕБРАЛЬНЫЙ ПАРАЛИЧ ПОСЛЕ КОРРЕКЦИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА ЭКЗОСКЕЛЕТА КИСТИ С НЕИНВАЗИВНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР

Romashenko Elizaveta I., Larina Natalia V. CHANGES IN ATTENTION INDICATORS IN CHILDREN DIAGNOSED WITH CEREBRAL PALSY AFTER CORRECTION OF MOTOR FUNCTION OF THE UPPER LIMB USING A COMPLEX EXOSKELETON OF THE HAND WITH A NON-INVASIVE BRAIN-COMPUTER INTERFACE

**Савосенков А.О., Григорьев Н.А., Лукоянов М.В., Гордлеева С.Ю., Казанцев В.Б.** ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕЙРОИНТЕРФЕЙСА МОТОРНО-ВООБРАЖАЕМОГО ТИПА С БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Savosenkov Andrey O., Grigor'ev Nikita A., Lukoyanov Maxim V., Gordleeva Susanna Yu., Kazantsev Viktor B. RESEARCH OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE MOTOR-IMAGERY NEUROINTERFACE WITH QUICK-RESPONSE FEEDBACK

**Сафонов Н.Е., Мышкин И.Ю., Атаманова М.А.** КОГНИТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МОЗГА

Safonov Nikita E., Myshkin Ivan Yu., Atamanova Maria A. COGNITIVE PROCESSES AND INDIVIDUAL ELECTRIC ACTIVITY OF THE BRAIN

**Сидоровская Ю.М., Еремина Д.А.** СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК КОГНИТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ, ГОТОВЯЩИХСЯ К ОПЕРАЦИИ ПО ТРАНСПЛАНТАЦИИ СЕРДЦА И КОРОНАРНОМУ ШУНТИРОВАНИЮ

Sidorovskaya Yulia M., Eremina Daria A. COMPARATIVE ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF COGNITIVE FUNCTIONING OF PATIENTS PREPARING FOR AN OPERATION ON HEART TRANSPLANTATION AND CORONARY BYPASS

**Сотников О.С., Сергеева С.С.** ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПОЛУЧЕНИЯ РЕВЕРБАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИНАПСОВ

Sotnikov Oleg S., Sergeeva Svetlana S. EXPERIMENTAL MODEL FOR OBTAINING REVERBERATION USING ELECTRICAL SYNAPSES

**Тарасова С.Ю., Симакова И.Н.** ГЕНДЕРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ АГРЕССИВНОСТИ ПОДРОСТКОВ С УЧЕТОМ ПРОЯВЛЕНИЙ ТРЕВОЖНОСТИ

Tarasova Sofya Yu., Simakova Irina N. GENDER DIFFERENCES IN AGGRESSIVE ADOLESCENT WITH REGARD TO MANIFESTATIONS OF ANXIETY

**Фролова О.В., Ляксо Е.Е.** ПЕРЦЕПТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЧИ И ВОКАЛИЗАЦИЙ ДЕТЕЙ 5-8 ЛЕТ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА И УМСТВЕННОЙ ОТСТАЛОСТЬЮ: РАСПОЗНАВАНИЕ ПОЛА, ВОЗРАСТА И СОСТОЯНИЯ РЕБЕНКА

Frolova Olga V., Lyakso Elena E. PERCEPTUAL FEATURES OF SPEECH AND VOCALIZATIONS OF 5-8 YEARS OLD CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS AND INTELLECTUAL DISABILITIES: RECOGNITION OF THE CHILD'S GENDER, AGE AND STATE

**Черномурова П.А.** НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ

Chernomurova Polina A. NEUROPSYCHOLOGICAL AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL CORRELATES OF PSYCHOLOGICAL HEALTH OF YOUNG ATHLETES

**Шаов М.Т., Пшикова О.В.** НЕЙРОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ «ГОРЕНИЕМ» В ЖИВЫХ И НЕЖИВЫХ СИСТЕМАХ: БИОМЕДИЦИНСКИЕ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Shaov Mukhamed T., Pshikova Olga V. NEUROINFORMATION TECHNOLOGIES OF COMBUSTION CONTROL IN LIVING AND NON-LIVING SYSTEMS BIOMEDICAL AND STRATEGIC PROPERTIES

## **Психические расстройства: механизмы и терапия** **Psychiatric disorders: mechanisms and therapy**

**Амстиславская Т.Г., Тихонова М.А., Акопян А.А.** НЕЙРОИММУННЫЕ И НЕЙРОТРОФИЧЕСКИЕ ЭНДОФЕНОТИПЫ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ У ТРАНСГЕННЫХ МЫШЕЙ С ОВЕРЭКСПРЕССИЕЙ АЛЬФА-СИНУКЛЕИНА

Amstislavskaya Tamara G., Tikhonova Maria A., Akopyan Anna A. NEUROIMMUNE AND NEUROTROPHIC ENDOPHENOTYPES OF COGNITIVE DISTURBANCES IN TRANSGENIC MICE WITH OVEREXPRESSION OF ALPHA-SINUCLEIN

**Антипова Ж.В.** ЭТИОЛОГИЯ ТЯЖЕЛЫХ НАРУШЕНИЙ РЕЧИ У ДЕТЕЙ

Antipova Zhanna V. THE ETIOLOGY OF CHILDREN'S SEVERE SPEECH DISORDERS

**Бауэр Е.А.** НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ТРАВМЫ В КОГНИТИВНО-ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ  
Bauer Elena A. SOME COGNITIVE BEHAVIORAL THERAPY TECHNIQUES FOR TREATING TRAUMAS

**Борисенков М.Ф., Цэрнэ Т.А., Бакутова Л.А.** ПИЩЕВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ У ПОДРОСТКОВ: СВЯЗЬ С ДЕПРЕССИЕЙ, ВЕСОМ, ПОЛОМ, ВОЗРАСТОМ И МЕСЯЦЕМ РОЖДЕНИЯ  
Borisenkov Mikhail F., Tserne Tatyana A., Bakutova Larisa A. FOOD ADDICTION IN ADOLESCENTS: ASSOCIATION WITH DEPRESSION, WEIGHT, SEX, AGE, AND MONTH OF BIRTH

**Волкова Е.С., Сальникова Е.П.** ДВИГАТЕЛЬНАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА  
Volkova Catherine S., Salnikova Catherine P. MOTOR REHABILITATION OF CHILDREN WITH AUTISTIC SPECTRUM DISORDERS

**Гедзун В.Р., Шлапакова П.С., Дубынин В.А.** ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БЕЛЫХ КРЫС ЛИНИИ WISTAR В МОДЕЛИ ПЕРИНАТАЛЬНОЙ ГИПЕРСЕРОТОНИЕМии, ИНДУЦИРОВАННОЙ ХРОНИЧЕСКИМ ВВЕДЕНИЕМ 5-МЕТОКСИТРЕПТАМИНА  
Gedzun Vasiliya R., Shlapakova Polina S., Dubynin Vyacheslav A. BEHAVIORAL FEATURES OF WISTAR RATS IN A MODEL OF HYPERSEROTONEMIA INDUCED BY CHRONIC ADMINISTRATION OF 5-METHOXYTRYPTAMINE

**Громова М.О., Мамохина У.А., Горбачевская Н.Л.** СВЯЗЬ СЕНСОРНОГО ПРОФИЛЯ С ПОВЕДЕНЧЕСКИМИ ПРОБЛЕМАМИ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА  
Gromova Maria O., Mamokhina Uliana A., Gorbachevskaya Natalia L. RELATIONSHIP OF THE SENSOR PROFILE WITH BEHAVIORAL PROBLEMS AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS IN YOUNGER SCHOOL AGE CHILDREN WITH THE AUTISM SPECTRUM DISORDERS

**Дамьянович Е.В.** ОСОБЕННОСТИ ЭЭГ У БОЛЬНЫХ ДЕПРЕССИЕЙ ПОДРОСТКОВ С АУТОАГРЕССИЕЙ  
Damyanovich Elena V. EEG-FEATURES IN DEPRESSIVE ADOLESCENTS WITH AUTOAGGRESSION

**Данилина К.К., Салимова К.Р., Тюшкевич С.А., Переверзева Д.С., Мамохина У.А., Горбачевская Н.Л.** ОСОБЕННОСТИ КОГНИТИВНОГО РАЗВИТИЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С МЕНТАЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ  
Danilina Kamilla K., Salimova Ksenia R., Tyushkevich Svetlana A., Pereverzeva Daria S., Mamokhina Uliana A., Gorbachevskaya Natalia L. COGNITIVE DEVELOPMENTAL PROFILE IN ELEMENTARY SCHOOLCHILDREN WITH MENTAL DISORDERS

**Дидковский Н.А., Малашенкова И.К., Огурцов Д.П., Крынский С.А., Хайлов Н.А., Чекулаева Е.И., Пархоменко А.А., Осокина Т.В., Соболев Е.С.** УРОВЕНЬ ПРОДУКЦИИ НЕЙРОТРОФИЧЕСКОГО ФАКТОРА BDNF МОНОНУКЛЕАРАМИ КЛЕТКАМИ КРОВИ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМ АЛКОГОЛИЗМОМ  
Didkovsky Nikolay A., Malashenkova Irina K., Ogurtsov Daniil P., Krynskiy Sergey A., Hailov Nikita A., Chekulaeva Ekaterina I., Parkhomenko Alexandra A., Osokina Tatiana V., Sobolev Eugeniy S. PRODUCTION OF BRAIN-DERIVED NEUROTROPHIC FACTOR BY MONONUCLEAR BLOOD CELLS IN PATIENTS WITH CHRONIC ALCOHOLISM

**Зозуля С.А., Отман И.Н., Олейчик И.В., Аниховская И.А., Юнилайнен О.А., Яковлев М.Ю., Ключник Т.П.** КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ЭНДОГЕННЫМИ ПСИХОЗАМИ ПО МАРКЕРАМ ВОСПАЛЕНИЯ И ПОКАЗАТЕЛЯМ СИСТЕМНОЙ ЭНДОТОКСИНЕМИИ  
Zozulya Svetlana A., Otman Irina N., Oleichik Igor V., Anikhovskaya Irina A., Yunilaynen Olga A., Yakovlev Mikhail Yu., Klyushnik Tatyana P. INTEGRATED ASSESSMENT OF CLINICAL SEVERITY IN PATIENTS WITH ENDOGENOUS PSYCHOSES BY INFLAMMATORY MARKERS AND INDICATORS OF SYSTEMIC ENDOTOXEMIA

**Иванова С.А.** НАРУШЕНИЕ ГОРМОНАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ В ПАТОГЕНЕЗЕ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА ПРИ ШИЗОФРЕНИИ  
Ivanova Svetlana A. DISTURBANCE OF HORMONAL REGULATION IN THE PATHOGENESIS OF METABOLIC SYNDROME IN SCHIZOPHRENIA

**Изнак А.Ф.** МОДЕЛИ ПРОГНОЗА ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ОТВЕТА БОЛЬНЫХ ДЕПРЕССИЕЙ ПО ПАРАМЕТРАМ ИСХОДНОЙ ЭЭГ  
Iznak Andrey F. MODELS OF THERAPEUTICAL RESPONSE PREDICTION IN DEPRESSIVE PATIENTS BY BASELINE EEG PARAMETERS

**Изнак Е.В.** ЭЭГ-ПОКАЗАТЕЛИ ПРОГНОЗА ОТВЕТА НА ТЕРАПИЮ У БОЛЬНЫХ С МАНИАКАЛЬНО-БРЕДОВЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ  
Iznak Ekaterina V. EEG PREDICTORS OF TREATMENT RESPONSE IN PATIENTS WITH MANIC-DELUSIONAL DISORDERS

**Малашенкова И.К., Крынский С.А., Хайлов Н.А., Огурцов Д.П., Вавилова И.В., Чекулаева Е.И., Захарова Н.В., Кайдан М.А., Ушаков В.Л., Карташов С.И., Дидковский Н.А.** ИНТЕРЛЕЙКИН-12 И НЕЙРОИММУННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ

Malashenkova Irina K., Krynskiy Sergey A., Hailov Nikita A., Ogurtsov Daniil P., Vavilova Irina V., Chekulaeva Ekaterina I., Zakharova Natalia V., Kaidan Maria A., Ushakov Vadim L., Kartashov Sergey I., Didkovsky Nikolay A. IL-12 LEVELS AND NEUROIMMUNE INTERACTIONS IN PATIENTS WITH SCHIZOPHRENIA

**Мамохина У.А., Тюшкевич С.А., Переверзева Д.С., Салимова К.Р., Данилина К.К., Горбачевская Н.Л. ПАТТЕРНЫ СЕНСОРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА (РАС)**

Mamokhina Uliana A., Tyushkevich Svetlana A., Pereverzeva Daria S., Salimova Ksenia R., Danilina Kamilla K., Gorbachevskaya Natalia L. SENSORY PATTERNS IN ELEMENTARY SCHOOLCHILDREN WITH AUTISTIC SPECTRUM DISORDERS (ASD)

**Муравьева С.В. РАЗРАБОТКА МЕТОДА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРОЦЕССУАЛЬНЫХ И АФФЕКТИВНЫХ РАССТРОЙСТВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА КОГНИТИВНЫХ ЗРИТЕЛЬНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ**

Murav'eva (Muraveva) S.V. DEVELOPMENT OF A METHOD FOR DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF PROCEDURAL AND AFFECTIVE DISORDERS USING THE METHOD OF COGNITIVE VISUAL EVOKED POTENTIALS

**Мусина А.А. РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ПОГРАНИЧНО-ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ СРЕДИ ПОДРОСТКОВ КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Mussina Aiman A. THE PREVALENCE OF BORDER-BEHAVIORAL DISORDERS AMONG TEENAGERS OF THE KARAGANDA REGION

**Мямлин В.В., Новотоцкий-Власов В.Ю., Болотина О.В., Киренская А.В. ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАРУШЕНИЙ ВНИМАНИЯ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ**

Myamlin Vadim V., Novototsky-Vlasov Vladimir Y., Bolotina Olga V., Kirenskaya Anna V. THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STUDY OF ATTENTIONAL DISORDERS IN SCHIZOPHRENIA

**Переверзева Д.С., Салимова К.Р., Тюшкевич С.А., Мамохина У.А., Данилина К.К., Горбачевская Н.Л. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ НАРУШЕНИЙ ЦЕЛОСТНОСТИ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ У ДЕТЕЙ 7-9 ЛЕТ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА (РАС)**

Pereverzeva Daria S., Salimova Ksenia R., Tyushkevich Svetlana A., Mamokhina Uliana A., Danilina Kamilla K., Gorbachevskaya Natalia L. PSYCHOLOGICAL AND NEUROPHYSIOLOGICAL CORRELATES OF VISUAL PERCEPTION INTEGRITY IMPAIRMENT IN 7-9 YEARS OLD CHILDREN WITH ASD

**Переправина Ю.О. РОЛЬ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ В СУДЕБНОЙ ПСИХОЛОГО-ПСИХИАТРИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ В ГРАЖДАНСКОМ ПРОЦЕССЕ (НА ПРИМЕРЕ СИНДРОМА ЗАВИСИМОСТИ ОТ АЛКОГОЛЯ)**

Perepravina Yulia O. NEUROPSYCHOLOGICAL METHODS AT FORENSIC PSYCHOLOGICAL ASSESSMENT OF CAPACITY (ON THE EXAMPLE OF ALCOHOL DEPENDENCE)

**Саркисова К.Ю., Габова А.В., Федосова Е.А., Шацкова А.Б. ВЛИЯНИЕ МЕТИЛОБОГАЩЕННОЙ ДИЕТЫ МАТЕРИ НА ЭКСПРЕССИЮ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ АБСАНС-ЭПИЛЕПСИИ И КОМОРБИДНОЙ ДЕПРЕССИИ У ВЗРОСЛОГО ПОТОМСТВА**

Sarkisova Karine Yu., Gabova Alexandra V., Fedosova Ekaterina A., Shatskova Alla B. THE EFFECTS OF MATERNAL METHYL-ENRICHED DIET ON THE EXPRESSION OF GENETIC ABSENCE EPILEPSY AND COMORBID DEPRESSION IN ADULT OFFSPRING

**Славуцкая М.В., Лебедева И.С., Карелин С.А., Котенев А.В., Омельченко М.А. РАННИЕ КОМПОНЕНТЫ ЗРИТЕЛЬНОГО ВП КАК МАРКЕРЫ НАРУШЕНИЯ КОГНИТИВНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ УЛЬТРАВЫСОКОМ РИСКЕ ШИЗОФРЕНИИ**

Slavutskaya Maria V., Lebedeva Irina S., Karelin Stanislav A., Kotenev Alexei V., Omelchenko Maria A. EARLY VISUAL ERP COMPONENTS AS A MARKER OF COGNITIVE CONTROL IN PATIENTS WITH ULTRA HIGH RISK OF SCHIZOPHRENIA

**Тихая А.А., Горбачевская Н.Л. КОГНИТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО РЕАГИРОВАНИЯ ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА (РАС) И ИХ СВЯЗЬ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЭЭГ**

Tikhaya Anastasia A., Gorbachevskaya Natalia L. COGNITIVE COMPONENTS OF THE EMOTIONAL RESPONSE OF CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS (ASD) AND THEIR RELATIONSHIP WITH EEG INDICATORS

**Токарева Н.Г. ЭПИЛЕПСИЯ В СИСТЕМЕ НЕЙРОНАУК**

Tokareva Natalya G. EPILEPSY IN THE SYSTEM OF NEURO SCIENCES

**Уранова Н.А., Коломеец Н.С., Вихрева О.В. РОЛЬ ПАТОЛОГИИ ОЛИГОДЕНДРОЦИТОВ И МИЕЛИНА В НАРУШЕНИИ НЕЙРОННЫХ СВЯЗЕЙ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ**

Uranova Natalya A., Kolomeets Natalya S., Vikhreva Olga V. ROLE OF OLIGODENDROCYTE AND MYELIN PATHOLOGY IN NEURONAL DYSCONNECTIVITY IN SCHIZOPHRENIA

**Чернобровкина Т.В., Глушко А.А. ТОКСИКО-МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ ГИПЕРЦИКЛ СИАЛОВОЙ КИСЛОТЫ В ИНВАРИАНТНОЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ ПОЛИМОРБИДНОСТИ ПРИ АЛКОГОЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ**

Chernobrovkina Tamara V., Glushko Anatoly A. TOXIC-METABOLIC HYPERCYCLE OF SIALIC ACID IN AN INVARIANT MODEL OF POLYMORBIDITY DEVELOPMENT IN ALCOHOL DEPENDENCE

**Шоколько С.Л.** ЭКЗИСТЕНЦИАЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ПСИХОТЕРАПИИ ДЕПРЕССИИ НА ПРИМЕРЕ РАБОТЫ С ДЕПРЕССИЕЙ У МАТЕРЕЙ  
Shokotko Sofya L. EXISTENTIAL-ANALITICAL METHODS IN PSYCHOTHERAPY OF DEPRESSION BY MEANS OF THE EXAMPLES OF MOTHERS' DEPRESSION

### **Интегративная деятельность нервной, иммунной и эндокринной систем Integrative activity of nervous, immune and endocrine systems**

**Александров В.Г., Рыбакова Г.И.** ВЛИЯНИЕ СИСТЕМНОЙ ВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ НА СОСТОЯНИЕ ЦЕРЕБРОКАРДИАЛЬНОЙ ОСИ  
Aleksandrov Viacheslav G., Rybakova Galina I. INFLUENCE OF SYSTEMIC INFLAMMATORY RESPONSE ON THE STATE OF THE CEREBROCARDIAL AXIS

**Алиева Н.Н.** ВЛИЯНИЕ ТИМУЛИНА НА СОДЕРЖАНИЕ ГАМК, ГЛУ И АСП В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ КРЫС ПРИ ЦИКЛОФОСФАМИДНОЙ ИММУНОСУПРЕССИИ  
Aliyeva N.N. INFLUENCE OF THYMULIN ON THE CONTENT GABA, GLU AND ASP IN THE BRAIN OF RATS IN CYCLOPHOSPHAMIDE IMMUNOSUPPRESSION

**Антропова Л.К., Куликов В.Ю., Арчибасова Е.А.** ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ У СТУДЕНТОВ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ТРЕВОЖНОСТИ  
Antropova Ludmila K., Kulikov Vyacheslav Yu., Archibasova Elena A. FEATURES OF AUTONOMIC REGULATION IN STUDENTS WITH DIFFERENT LEVELS OF ANXIETY

**Арчибасова Е.А., Куликов В.Ю., Антропова Л.К.** АНАЛИЗ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА ПРИ КОГНИТИВНОЙ НАГРУЗКЕ У УСЛОВНО ЗДОРОВЫХ ЛИЦ  
Archibasova Elena A., Kulikov Vyacheslav Yu., Antropova Lyudmila K. ANALYSIS OF HEART RATE VARIABILITY UNDER COGNITIVE LOAD IN CONDITIONALLY HEALTHY INDIVIDUALS

**Аскерова Т.А.** МАРКЕРЫ ГЛАВНОГО КОМПЛЕКСА ГИСТОСОВМЕСТИМОСТИ ПРИ НАСЛЕДСТВЕННОМ ГЕМОХРОМАТОЗЕ  
Askerova T.A. MARKERS OF THE MAIN HISTO COMPATIBILITY COMPLEX IN HEREDITARY HEMOCHROMATOSIS

**Багирова Р.М.** ВЛИЯНИЕ РАЗРУШЕНИЯ ДОРСАЛЬНОГО АМИГДАЛОФУГАЛЬНОГО ПУТИ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОДКОРКОВЫХ СТРУКТУР ГОЛОВНОГО МОЗГА  
Baghirova Rafiga M. INFLUENCE OF DESTRUCTION OF THE DORSAL AMYGDALOFUGAL PATHWAY ON THE ELECTRICAL ACTIVITY OF THE SUBCORTICAL STRUCTURES OF THE BRAIN

**Бакалов Ю.В., Кривой А.П., Кирица Е.А., Друца А.П.** ВЛИЯНИЕ МЕЛАНОЦИТОСТИМУЛИРУЮЩЕГО ГОРМОНА (МСГ) НА ЛИПИДНЫЙ ОБМЕН  
Bacalov Iu., Crivoi A., Chirița E., Druța A. THE INFLUENCE OF MELANOCYTE-STIMULATING HORMONE (MSH) ON THE LIPIDIC METABOLISM

**Бахтюков А.А., Деркач К.В., Баюнова Л.В., Зорина И.И., Рой Викас, Грязнов А.Ю., Шпаков А.О.** ПРОЦЕССЫ СТЕРОИДОГЕНЕЗА И СПЕРМАТОГЕНЕЗА У САМЦОВ МЫШЕЙ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 1-ГО ТИПА  
Bakhtuykov Andrej A., Derkach Kira V., Bayunova Lyubov' V., Zorina Inna I., Roy Vikas, Gryaznov Alexej Yu., Shpakov Alexander O. THE PROCESSES OF STEROIDOGENESIS AND SPERMATOGENESIS IN MALE MICE WITH TYPE 1 DIABETES MELLITUS

**Буланова О.И., Егоркина С.Б.** НЕСПЕЦИФИЧЕСКАЯ ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ КРЫС ПРИ ДЕЙСТВИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНЕЙРОСТИМУЛЯЦИИ В УСЛОВИЯХ СТРЕССА  
Bulanova Olga I., Egorkina Svetlana B. NONSPECIFIC IMMUNOLOGICAL RESISTANCE OF RATS UNDER THE ACTION OF DYNAMIC ELECTRONEUROSTIMULATION UNDER STRESS CONDITIONS

**Гончарова Н.Д., Радкевич А.М., Оганян Т.Э., Чигарова О.А., Тимошенко Н.В.** ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ И ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНО-ТИРЕОИДНОЙ СИСТЕМЫ У ПРИМАТОВ  
Goncharova Nadezhda D., Radkevich Alexandra M., Oganyan Tamara E., Chigarova Olga A., Timoshenko Natalya V. INDIVIDUAL AND AGE-RELATED CHARACTERISTICS OF FUNCTIONING OF THE HYPOTHALAMIC-PITUITARY-THYROID SYSTEM IN PRIMATES

**Гребенкина Е.П., Исакова А.А.** ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ГОРМОНОВ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПРИ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ И ВВЕДЕНИИ СУБСТАНЦИИ P В ЦЕНТРАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ МОЗГА  
Greibenkina Elena P., Isakova Anastasia A. CHANGES IN THE LEVEL OF PANCREATIC HORMONES DURING ELECTRICAL STIMULATION AND THE INTRODUCTION OF SUBSTANCE P INTO THE CENTRAL STRUCTURES OF THE BRAIN

**Данилова Г.А.** РОЛЬ ИНГИБИТОРА ЦИКЛООКСИГЕНАЗЫ В РЕАЛИЗАЦИИ РЕСПИРАТОРНЫХ ЭФФЕКТОВ ИНТЕРЛЕЙКИНА-1В  
Danilova Galina A. THE INFLUENCE OF CYCLOOXYGENASE INHIBITOR IN IMPLEMENTATION OF RESPIRATORY EFFECTS OF INTERLEUKIN-1B

**Деркач К.В., Шпаков А.О.** ВОЗМОЖНАЯ РОЛЬ ИНСУЛИНОВОЙ СИСТЕМЫ МОЗГА В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНО-ГОНАДНОЙ И –ТИРЕОИДНОЙ ОСЕЙ

Derkach Kira V., Shpakov Alexander O. THE POSSIBLE ROLE OF THE BRAIN INSULIN SYSTEM IN THE FUNCTIONING OF THE HYPOTHALAMO-PITUITARY-GONADAL AND –THYROID AXIS

**Деркач К.В., Бондарева В.М., Басова Н.Е., Шпаков А.О.** ВЛИЯНИЕ С-ПЕПТИДА ПРОИНСУЛИНА И ИНСУЛИНА НА ГОНАДНУЮ И ТИРЕОИДНУЮ СИСТЕМЫ У САМЦОВ КРЫС С МЯГКОЙ ФОРМОЙ САХАРНОГО ДИАБЕТА 1-ГО ТИПА

Derkach Kira V., Bondareva Vera M., Basova Natalya E., Shpakov Alexander O. THE INFLUENCE OF PROINSULIN C-PEPTIDE AND INSULIN ON THE GONAD AND THYROID SYSTEMS IN MALE RATS WITH MILD TYPE 1 DIABETES MELLITUS

**Заведеева Н.С., Уварова Ю.Е.** РЕГУЛЯЦИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У СТУДЕНТОВ С РАЗНЫМ ТИПОМ ТЕМПЕРАМЕНТА

Zavedeeva Nadezhda S., Uvarova Yuliya E. REGULATION OF HEART RHYTHM IN STUDENTS WITH DIFFERENT TYPE OF TEMPERAMENT

**Захарова И.О., Деркач К.В., Зорина И.И., Бахтыков А.А., Басова Н.Е., Шпаков А.О.** ВЛИЯНИЕ ИНТРАНАЗАЛЬНО ВВОДИМЫХ ИНСУЛИНА И С-ПЕПТИДА НА АКТИВНОСТЬ АМФ-АКТИВИРУЕМОЙ ПРОТЕИНКИНАЗЫ, МИТОХОНДРИАЛЬНУЮ ДИНАМИКУ И МАРКЕРЫ АПОПТОЗА В ГИПОТАЛАМУСЕ КРЫС СО СТРЕПТОЗОТОЦИНОВЫМ ДИАБЕТОМ

Zakharova Irina O., Derkach Kira V., Zorina Inna I., Bakhtyukov Andrej A., Basova Natalya E., Shpakov Alexander O. THE INFLUENCE OF INTRANASALLY ADMINISTERED INSULIN AND C-PEPTIDE ON THE ACTIVITY OF AMP-ACTIVATED PROTEIN KINASE, THE MITOCHONDRIAL DYNAMICS, AND THE APOPTOSIS MARKERS IN THE HYPOTHALAMUS OF RATS WITH STREPTOZOTOCIN DIABETES

**Ионкина Е.Г., Колчин А.В.** О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ СТИМУЛЯЦИИ ИММУННОЙ РЕАКЦИИ

Ionkina Helena G., Kolchin Andrei V. ON SOME ADVANCES IN ANALYSIS OF DYNAMICS OF BRAIN ELECTRICAL ACTIVITY WHILE STIMULATING THE IMMUNE REACTION

**Кокурина Т.Н.** СТИМУЛЯЦИЯ ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЫ АНЕСТЕЗИРОВАННОЙ КРЫСЫ МОДУЛИРУЕТ БАРОРЕФЛЕКС

Kokurina T.N. STIMULATION OF THE PREFRONTAL CORTEX OF ANESTHETIC RAT MODULES BAROREFLEX

**Косторев А.С., Кустов Д.Ю.** МЕДИКАМЕНТОЗНАЯ КОРРЕКЦИЯ ПСИХОНЕЙРОИММУНОЭНДОКРИННЫХ НАРУШЕНИЙ У САМЦОВ И САМОК КРЫС С МОДЕЛЬЮ АУТОИММУННОГО ГИПОГОНАДИЗМА

Kostorev A.S., Kustov D.Yu. MEDICAL DRUG CORRECTION OF PSYCHONEUROIMMUNOENDOCRINE DISORDERS IN MALE AND FEMALE RATS WITH A MODEL OF AUTOIMMUNE HYPOGONADISM

**Котова М.М., Гедзун В.Р., Шлапакова П.С., Сарычева Н.Ю., Дубынин В.А.** ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛОВОГО ДИМОРФИЗМА ОКСИТОЦИНОВОЙ СИСТЕМЫ КРЫС В МОДЕЛИ АУТИСТИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ, ИНДУЦИРОВАННОЙ ВВЕДЕНИЕМ ВАЛЬПРОЕВОЙ КИСЛОТЫ

Kotova Maria M., Gedzun Vasilina R., Shlapakova Polina S., Sarycheva Natalia Yu., Dubynin Vyacheslav A. INVESTIGATION OF SEXUAL DIMORPHISM OF OXYTOCINERGIC SYSTEM IN RATS IN MODELS OF AUTISTIC DISORDERS INDUCED BY ADMINISTRATION OF VALPROIC ACID

**Манолова А.О., Степанчев М.Ю., Аниол В.А., Квичанский А.А., Гуляева Н.В.** ВЛИЯНИЕ ПРОВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ ПРОВОКАЦИИ В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ НА СОСТОЯНИЕ МИКРОГЛИИ В МОЗГЕ КРЫС ЮВЕНИЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Manolova Anna O., Stepanichev Mikhail Y., Aniol Viktor A., Kvichanskiy Alexey A., Gulyaeva Natalia V. INFLUENCE OF PROINFLAMMATORY PROVOCATION IN EARLY ONTOGENESIS ON THE STATE OF MICROGLIA IN ADOLESCENT RAT BRAIN

**Маслюков П.М., Моисеев К.Ю., Спиричев А.А., Емануйлов А.И.** ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОНОВ МЕДИОБАЗАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ГИПОТАЛАМУСА ПРИ СТАРЕНИИ

Maslukov Petr M., Moiseev Konstantin Yu., Spirichev Andrey A., Emanuilov Andrey I. FUNCTIONAL FEATURES OF NEURONS OF THE MEDIABASAL COMPLEX OF THE HYPOTHALAMUS IN AGING

**Микаелян Р.Н., Павлов А.В.** ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И АДАПТАЦИИ ОДАРЕННЫХ ПОДРОСТКОВ Г. ВЛАДИМИРА К УЧЕБНЫМ НАГРУЗКАМ

Mikaelyan Ruzana N., Pavlov Alexandr V. THE STUDY OF THE CHARACTERISTICS OF MENTAL PERFORMANCE AND ADAPTATION OF GIFTED ADOLESCENTS OF VLADIMIR TO EDUCATIONAL LOADS

**Никольская К.А., Кондашевская М.В.** ПРОБЛЕМА СТАРЕНИЯ: ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И НЕЙРОИММУНОГОРМОНАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ У МЫШЕЙ F1 (C57BL/6×DBA/2).

Nikolskaya Kira A., Kondashevskaya Marina V. AGING PROBLEM: PSYCHOPHYSIOLOGICAL AND NEUROIMMUNO-HORMONAL EFFECTS IN MICE F1 (C57BL/6×DBA/2)

**Полозов А.С., Дмитриева Ю.В., Савочкина Е.В., Алексеева А.С., Сепп А.Л., Груздков А.А., Громова Л.В.** ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ВКЛАД АКТИВНОГО ТРАНСПОРТА И ОБЛЕГЧЁННОЙ ДИФФУЗИИ ВО ВСАСЫВАНИЕ ГЛЮКОЗЫ В ТОНКОЙ КИШКЕ КРЫС ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ДИАБЕТЕ ТИПА 2  
Polozov Alexandr S., Dmitrieva Yulia V., Savochkina Elizaveta V., Alekseeva Anna S., Sepp Anastasia L., Gruzdkov Andrey A., Gromova Luidmila V. COMPARATIVE CONTRIBUTION OF ACTIVE TRANSPORT AND FACILITATED DIFFUSION TO THE ABSORPTION OF GLUCOSE IN THE SMALL INTESTINE OF RATS AT EXPERIMENTAL TYPE 2 DIABETES

**Порошенко А.Б.** О ВОЗРАСТЕ МЕНАРХЕ В КАЧЕСТВЕ ПРЕДИКТОРА РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ  
Poroshenko Anatoly B. ON THE AGE OF MENARCHE AS A PREDICTOR OF BREAST CANCER

**Порсева В.В., Корзина М.Б., Спиричев А.А., Вишнякова П.А., Маслюков П.М.** ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕЙРОНОВ, СОДЕРЖАЩИХ NADPH-ДИАФОРАЗУ В ВЕНТРОМЕДИАЛЬНОМ ЯДРЕ ГИПОТАЛАМУСА САМЦОВ БЕЛОЙ КРЫСЫ  
Porseva Valentina V., Korzina Marina B., Spirichev Andrey A., Vyshnyakova Polina A., Masliukov Petr M. AGE-CHANGED NEURONS CONTAINING NADPH-DIAPHORASE IN THE VENTROMEDIAL NUCLEUS OF THE WHITE RAT MALES

**Романова И.В., Михайлова Е.В., Михрина А.Л., Селивёрстова Е.В.** РОЛЬ МЕЛАНКОРТИНОВОГО РЕЦЕПТОРА 1-ГО ТИПА В РЕГУЛЯЦИИ НЕЙРОНОВ МОЗГА  
Romanova Irina V., Mikhailova Elena V., Mikhrina Anastasiia L., Seliverstova Elena V. ROLE OF MELANOCORTINE RECEPTOR TYPE 1 IN REGULATION OF BRAIN NEURONS

**Садртдинова И.И., Хисматуллина З.Р.** ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ЖЕНСКИХ ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ НА ЯДЕРНО-ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЕ ОТНОШЕНИЕ В НЕЙРОНАХ АМИГДАЛЫ  
Sadrtidinova Indira I., Khismatullina Zukhra R. THE INFLUENCE OF THE LEVEL OF FEMALE SEX HORMONES ON THE NUCLEAR CYTOPLASMIC RATIO NEURONS OF AMYGDALA

**Турубанова В.Д., Ефимова Ю.В., Балалаева И.В., Мищенко Т.А., Савук М.О., Ведунова М.В., Крысько Д.В.** ИНДУЦИРУЕМЫЕ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОРФИРАЗИНОВ ИММУНОГЕННЫЕ ПУТИ ГИБЕЛИ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК ГОЛОВНОГО МОЗГА  
Turubanova Victoria D., Efimova Iuliia V., Balalaeva Irina V., Mishchenko Tatiana A., Savuk Maria O., Vedunova Maria V., Krysko Dmitri V. IMMUNOGENIC PATHWAYS OF CONTROLLED CELL DEATH IN THE TREATMENT OF NEURO-ONCOLOGICAL DISEASES USING PORPHYRAZINES

**Федина Р.Г., Филиппова С.Н.** МОНИТОРИНГ ГОРМОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСЕЛЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО МЕГАПОЛИСА: РЕГИОНАЛЬНОЕ НОРМИРОВАНИЕ И МЕХАНИЗМЫ ОТКЛОНЕНИЙ  
Fedina Rose G., Filippova Svetlana N. MONITORING OF POPULATION HORMONAL CHARACTERISTICS IN WEST-SIBERIAN MEGAPOLIS: REGIONAL RATE AND MECHANISMS OF VARIATION

**Филиппова С.Н., Федина Р.Г.** КОНЦЕПЦИЯ «ГЕНДЕРОЛОГИЯ ЗДОРОВЬЯ»: НЕЙРОГОРМОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ  
Filippova Svetlana N., Fedina Rose G. THE CONCEPT OF "HEALTH GENDEROLOGY": NEUROHORMONAL ASPECTS

**Шпаков А.О., Деркач К.В.** НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СТИМУЛЯЦИИ ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНО-ГОНАДНОЙ ОСИ  
Shpakov Alexander O., Derkach Kira V. NEW APPROACHES TO STIMULATION OF THE HYPOTHALAMO-PITUITARY-GONADAL AXIS

**Эфендиев А.М., Абилова Р.Г., Джафарова Г.А., Алекперзаде Ш.И.** ИЗМЕНЕНИЕ БЕЛКОВ КРОВИ ПРИ САХАРНОМ ДИАБЕТЕ  
Efendiev A.M., Abilova R.G., Cafarova G.A., Alekperzade S.I. CHANGE OF BLOOD PROTEINS IN SUGAR DIABETES

## **Нейрофизиология сенсорных систем Neurophysiology of sensory systems**

**Акимов А.Г., Егорова М.А.** ОСОБЕННОСТИ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКИ КОНСПЕЦИФИЧЕСКИХ КОММУНИКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ НЕЙРОНАМИ СЛУХОВОГО ЦЕНТРА СРЕДНЕГО МОЗГА МЫШИ С РАЗЛИЧНЫМИ ПАТТЕРНАМИ ОТВЕТА  
Akimov Alexander G., Egorova Marina A. TEMPORAL-FREQUENCY PROCESSING OF THE CONSPECIFIC COMMUNICATION CALLS IN MOUSE AUDITORY MIDBRAIN NEURONS WITH DIFFERENT RESPONSE PATTERNS

**Воронков Г.С., Изотов В.А.** НЕЙРОННЫЙ МЕХАНИЗМ КОНСТАНТНОГО ЭКРАНА  
Voronkov Gennady S., Izotov Vladymir A. NEURONAL MECHANISM OF CONSTANT SCREEN

**Габибов И.М.** ОЦЕНКА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ МОЗГА И ЗРЕНИЯ У ДЕТЕЙ С ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКИМИ И ЗРИТЕЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ  
Gabibov Islamagomed M. ASSESSMENT AND RESTORATION OF BRAIN AND VISION FUNCTIONS IN CHILDREN WITH PSYCHONEUROLOGICAL AND VISUAL VIOLATIONS



**Герасименко Н.Ю., Кушнир А.Б., Михайлова Е.С.** ВЛИЯНИЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСТРАКТОРА НА ПРОЦЕСС БАЗОВОЙ КАТЕГОРИЗАЦИИ ЗРИТЕЛЬНЫХ СТИМУЛОВ  
Gerasimenko Natalia Yu., Kushnir Anastasiia B., Mikhailova Elena S. SEMANTIC AND PHYSICAL CHARACTERISTICS OF A DISTRACTOR INFLUENCE ON THE PROCESS OF BASIC CATEGORIZATION OF VISUAL STIMULI

**Гладырь Н.В., Габиров И.М., Шишенок М.Ф.** ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ У СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ЕДИНОБОРСТВАМИ И ЦИКЛИЧЕСКИМИ ВИДАМИ СПОРТА  
Gladyr N.V., Gabirov I.M., Shishonok M.F. EVALUATION OF INDICATORS OF PAIN SENSITIVITY AT ATHLETES EXERCISED IN UNIVERSAL AND CYCLIC SPORTS

**Дорджиева Д.Б., Манджиева В.В., Шаманова В.Г.** ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ ШКОЛЬНИКОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ  
Dordzhieva Delger B., Mandzhieva Vlada V., Shamanova Valentina G. ESTIMATION OF VISUAL-MOTOR REACTION TIME OF SCHOOLCHILDREN WITH DIFFERENT INDIVIDUAL TYPOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE NERVOUS SYSTEM

**Егорова М.А.** РОЛЬ КРИТИЧЕСКИХ ПОЛОС СЛУХА В ПРОЯВЛЕНИИ СТИМУЛ-СПЕЦИФИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ НЕЙРОНОВ ВЫСШИХ СЛУХОВЫХ ЦЕНТРОВ МОЗГА МЫШИ  
Egorova Marina A. CONTRIBUTION OF THE CRITICAL BANDS MECHANISM TO THE STIMULUS-SPECIFIC ADAPTATION IN THE MOUSE HIGHEST AUDITORY CENTERS

**Емануилов А.И., Маслюков П.М.** ИЗМЕНЕНИЯ НЕЙРОННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕНТРОМЕДИАЛЬНОГО ЯДРА ГИПОТАЛАМУСА ПРИ СТАРЕНИИ  
Emanuilov Andrey I., Maslukov Petr M. CHANGES IN THE NEURAL ORGANIZATION OF THE VENTROMEDIAL NUCLEUS OF THE HYPOTHALAMUS IN AGING

**Ишинова В.А.** ПОСТСТИМУЛЬНАЯ БОЛЬ: ИЗМЕНЕНИЕ ЦВЕТА ЗРИТЕЛЬНЫХ ОЩУЩЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ЭМПАТОТЕХНИКИ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЬЮ РАЗНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ  
Ishinova V.A. POSTSTIMULUS PAIN: THE CHANGE OF VISUAL SENSATIONS COLOR IN PROCESS OF EMPATHO-TECHNIQUE IN PATIENTS WITH CHRONIC PAIN OF DIFFERENT ORIGIN

**Кожухов С.А., Иванов Р.С., Бугрова В.С.** ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ЛОКАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ В ПЕРВИЧНОЙ ЗРИТЕЛЬНОЙ КОРЕ НА ДИНАМИКУ ОРИЕНТАЦИОННОЙ НАСТРОЙКИ  
Kozhukhov Sergei A., Ivanov Rostislav S., Bugrova Valentina S. INFLUENCE OF FUNCTIONAL ASYMMETRY IN LOCAL CONNECTIONS IN PRIMARY VISUAL CORTEX ON ORIENTATION TUNING DYNAMICS

**Литвинова Н.А., Булатова О.В.** ВЛИЯНИЕ МУЗЫКИ НА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ЗАПАХОВУЮ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ДЕВУШЕК  
Litvinova Nadezhda A., Bulatova Olga V. INFLUENCE OF MUSIC ON THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE AND ODOR ATTRACTIVENESS OF GIRLS

**Макушевич И.В., Бибилов Н.Г.** СУЩЕСТВЕННЫЕ МЕДЛЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ НЕЙРОНОВ СЛУХОВОЙ СИСТЕМЫ В ПРОЦЕССЕ ФОНОВОЙ ИМПУЛЬСАЦИИ  
Makushevich Ilya V., Bibikov Nikolay G. SIGNIFICANT SLOW CHANGES IN THE PARAMETERS OF NEURONS OF THE AUDITORY SYSTEM IN THE PROCESS OF BACKGROUND IMPULSATION

**Палихова Т.А.** СОМАТОСЕНСОРНЫЕ КАРТЫ ТЕЛА УЛИТКИ НА ОТРОСТКАХ ИДЕНТИФИЦИРОВАННОГО НЕЙРОНА: УЛИТКА ЕВГЕНИЯ  
Palikhova Tatiana A. SOMATOSENSORY SNAIL'S BODY MAPS ON THE BRANCHES OF IDENTIFIED NEURON: EUGENE SNAIL

**Сидоров Р.В.** ФИЗИОМЕТРИЧЕСКИЕ И ПСИХОМОТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ У СТУДЕНТОВ 1, 2 И 3 КУРСОВ ОБУЧЕНИЯ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ПОВСЕДНЕВНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ  
Sidorov Roman V. PHYSIOMETRIC AND PSYCHOMOTOR INDICATORS AT STUDENTS 1, 2 AND 3 OF THE EDUCATION COURSES WITH DIFFERENT LEVEL OF DAILY MOTOR ACTIVITY

**Стадников Е.Н.** МЕХАНОРЕЦЕПТОРНАЯ ГИПОТЕЗА ОБОНЯНИЯ  
Stadnikov Evgeny N. MECHANORECEPTOR HYPOTHESIS OF SMELL

**Талеева А.И., Звягина Н.В.** ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНЫХ КОГНИТИВНЫХ ЗАДАЧ В УСЛОВИЯХ ЛИМИТА ВРЕМЕНИ  
Taleeva A.I., Zvyagina N.V. FEATURES OF PERFORMANCE OF VISUAL COGNITIVE TASKS UNDER TIME-PRESSURE

**Тарновская Т.А., Елисеева Т.И.** К ВОПРОСУ О КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ ПРОБЛЕМ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ СЛУХА И ЗРЕНИЯ В КОММУНИКАТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
Tarnovskaya Tatiana A., Eliseeva Tatiana I. TO THE QUESTION OF A COMPLEX EVALUATION OF THE PROBLEMS OF AN ADAPTATION OF AN ORGANISM OF CHILDREN HAVING VIOLATIONS OF HEARING AND VISION IN THE COMMUNICATION ACTIVITY

**Фазлыяхматов М.Г., Нуриева Я.В., Якушев Р.С., Антипов В.Н.** ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ АТТРИБУТОВ ОБРАЗОВ ПЛОСКОСТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ  
Fazlyyyakhmatov Marsel, Nurieva Yana, Yakushev Rinat, Antipov Vladimir. PSYCHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL PECULIARITIES OF SPATIAL ATTRIBUTES PERCEPTION OF PLANAR IMAGES

**Хорунжий Г.Д., Егорова М.А.** ВРЕМЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СПОНТАННОЙ АКТИВНОСТИ ОДИНОЧНЫХ НЕЙРОНОВ ПЕРВИЧНОЙ СЛУХОВОЙ КОРЫ ДОМОВОЙ МЫШИ  
Khorunzhii Gleb D., Egorova Marina A. TEMPORAL ORGANIZATION OF SPONTANEOUS ACTIVITY IN SINGLE UNITS OF THE HOUSE MOUSE PRIMARY AUDITORY CORTEX

**Черенкова Л.В., Соколова Л.В.** ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО ПРАЙМИНГА В ДОШКОЛЬНОМ ВОЗРАСТЕ  
Cherenkova Ludmila V., Sokolova Lyudmila V. AGE-RELATED CHANGES IN THE VISUAL PRIMING IN PRESCHOOL AGE

**Чижов А.В.** МЕХАНИЗМЫ ДИРЕКЦИОНАЛЬНОЙ СЕЛЕКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ ЗРИТЕЛЬНОЙ КОРЫ: МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ  
Chizhov Anton V. MECHANISMS OF DIRECTION SELECTIVITY OF VISUAL CORTEX NEURONS: MATHEMATICAL MODEL

**Шибкова Д.З., Кондрашкин П.В., Байгузина О.В.** ЗАВИСИМОСТЬ НОЦИЦЕПТИВНОЙ АФФЕРЕНТАЦИИ У ЗДОРОВЫХ ЛИЦ ОТ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА  
Shibkova Daria Z., Kondrashkin Petr V., Baiguzhina Olga V. DEPENDENCE OF NOCICEPTIVE AFFERENCE IN HEALTHY PERSONS ON THE FUNCTIONAL STATE OF THEIR ORGANISM

**Шумихина С.И.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОДКОРКОВОГО ЭЛЕКТРОДА В ЗАДНЕМ ЛАТЕРАЛЬНОМ ЯДРЕ ТАЛАМУСА КРЫСЫ С ПОМОЩЬЮ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ  
Shumikhina Svetlana I. LOCALIZATION OF A SUBCORTICAL ELECTRODE IN THE RAT NUCLEUS LATERALIS POSTERIOR BY USING EVOKED POTENTIALS

### **Нейрофизиология двигательной системы Neurophysiology of the motor system**

**Авдеева Е.А., Архипова О.А., Смелышева Л.Н.** ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ ЛФК НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С НАРУШЕНИЯМИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА  
Avdeeva Ekaterina A., Arkhipova Olga A., Smelysheva Lada N. INFLUENCE OF LFK ACTIVITIES ON THE FUNCTIONAL CONDITION OF CHILDREN OF PRESCHOOL AGAINST DISORDERS OF THE SUPPORT-MOTOR APPARATUS

**Агаева Э.Н.** ВЛИЯНИЕ ПРЕНАТАЛЬНОЙ ГИПОКИНЕЗИИ НА ДОФАМИН - ЗАВИСИМЫЕ ФОРМЫ ПОВЕДЕНИЯ КРЫСЯТ В ПРЕПУБЕРТАТНОМ ПЕРИОДЕ ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗА  
Agaeva Elmira N. INFLUENCE OF PRENATAL HYPOKINESIA ON DOPAMINE - DEPENDENT FORMS OF BEHAVIOR OF RAT IN THE PREPUBERAL PERIOD OF POSTNATAL ONTOGENESIS

**Андреева И.Г., Тимофеева О.П., Гвоздева А.П., Боброва Е.В.** ПЕРЦЕПТИВНЫЙ СТИЛЬ ОПРЕДЕЛЯЕТ СТРАТЕГИЮ ПОДДЕРЖАНИЯ ПОЗЫ ПРИ ОЖИДАНИИ СЛУХОВОЙ ИНФОРМАЦИИ О ДВИЖЕНИИ  
Andreeva Iina G., Timofeeva Olga P., Gvozdeva Alisa P., Bobrova Elena V. FIELD DEPENDENCE DETERMINES POSTURAL CONTROL STRATEGY DURING ANTICIPATION OF AUDITORY MOVEMENT INFORMATION

**Багирова Р.М., Мамедова Г.Р., Гусейнова Г.Г., Гасанова М.А.** ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СПОРТСМЕНОВ НА ОСНОВЕ ВЕЛОЭРГОМЕТРИЧЕСКОГО ТЕСТА PWC170  
Bagirova Rafiga M., Mamedova Gulnar R., Guseynova Gulnara G., Gasanova Mehriban A. RESEARCH OF THE REACTION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN ATHLETES ON THE BASIS VELOERGOMETRIC TEST PWC170

**Балезина О.П., Гайдуков А.Е., Хоткина Н.А., Тарасова Е.О.** УЧАСТИЕ РАЗНЫХ ТИПОВ СИНАПТИЧЕСКИХ КАННАБИНОИДНЫХ РЕЦЕПТОРОВ В РЕГУЛЯЦИИ ПАРАМЕТРОВ КВАНТОВОЙ СЕКРЕЦИИ МЕДИАТОРА В МОТОРНЫХ СИНАПСАХ МЫШИ  
Balezina Olga P., Gaydukov Aleksandr E., Hotkina Natalia A., Tarasova Ekaterina O. PARTICIPATION OF DIFFERENT TYPES OF SYNAPTIC CANNABINOID RECEPTORS IN THE REGULATION OF THE PARAMETERS OF QUANTAL TRANSMITTER SECRETION IN MOUSE MOTOR SYNAPSES

**Белова С.П., Тыганов С.А., Мочалова Е.П., Шенкман Б.С.** ДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ И СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПОСТУРАЛЬНЫХ И ЛОКОМОТОРНЫХ МЫШЦАХ  
Belova Svetlana P., Tyganov Sergey A., Mochalova Ekaterina P., Shenkman Boris S. MOTOR ACTIVITY AND SIGNAL PROCESSES IN POSTULAR AND LOCOMOTIVE MUSCLES

**Белощенко Д.В.** ВЛИЯНИЕ ХОЛОДА НА ПАРАМЕТРЫ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ЖЕНЩИН, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ЮГОРСКОГО СЕВЕРА  
Beloshchenko Daria V. COLD INFLUENCE ON THE NERVOUS-MUSCULAR SYSTEM PARAMETERS OF WOMEN RESIDING UNDER THE YUGORSK NORTH

**Бирюкова Е.А., Джелдубаева Э.Р., Ярмолюк Н.С., Нагаева Е.И., Юкало Е.В., Касьянова Е.О.** СКОРОСТНО-СИЛОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ ОРИЕНТИРОВЩИКОВ В ПРОЦЕССЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНО-КОГНИТИВНОЙ ЗАДАЧИ С БОС-УПРАВЛЕНИЕМ  
Birukova Elena A., Dzheldubaeva Elvira R., Yarmoluk Natalia S., Nagaeva Elena I., Yukalo Evgeniy V., Kasyanova Ekaterina O. YOUNG ORIENTEERING ATHLETES SPEED AND POWER LOWER LIMBS MUSCLES INDICATORS OF IN THE BIOFEEDBACK CONTROLLING MOTOR-COGNITIVE TASK

**Богачева П.О., Правдивцева Е.С., Балежина О.П.** РЕТРОГРАДНОЕ ПОТЕНЦИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ BDNF НА КВАНТОВУЮ СЕКРЕЦИЮ АЦЕТИЛХОЛИНА В НЕЗРЕЛЫХ НОВООБРАЗУЕМЫХ МОТОРНЫХ СИНАПСАХ МЫШИ  
Bogacheva Polina O., Pravdivceva Ekaterina S., Balezina Olga P. RETROGRADE POTENTIATING EFFECT OF BDNF ON ACETYLCHOLINE QUANTAL RELEASE IN IMMATURE NEW-FORMED MOUSE MOTOR SYNAPSES

**Брюс Г.В.** ГИМНАСТИКА МОЗГА И ПСИХОТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ ПОДРОСТКОВ С ОСЛАБЛЕННЫМ ЗДОРОВЬЕМ  
Bruce Gretel V. BRAIN GYMNASTICS AND PSYCHOTHERAPEUTIC THERAPY FOR ADOLESCENTS WITH POOR HEALTH

**Викулова А.П., Алексеева А.С., Ломтатидзе О.В.** СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ  
Vikulova Anastasiya P., Alekseeva Anna S., Lomtadze Olga V. COMPARATIVE ANALYSIS OF MOTOR FUNCTION DEVELOPMENT IN YOUNGER SCHOOLCHILDREN

**Гиниатуллин А.Р., Одношвикина Ю.Г., Bernareggi A.** МЕХАНО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ КАНАЛЫ: МЫШЕЧНЫЕ ВОЛОКНА И МИОНЕВРАЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ  
Giniatullin Arthur R., Odnoshivkina Ulyj G., Bernareggi Annalisa. MECHANOSENSITIVE CHANNELS: AT THE MOUSE NEUROMUSCULAR JUNCTION AND MUSCLE FIBERS

**Давыдова С.С., Сычев В.С.** МАНУАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ  
Davydova Selenia S., Sychev Valery S. MANUAL ASYMMETRY IN THE PROCESS OF TEACHING AT HIGHER EDUCATION INSTITUTION

**Доброжанская А.А.** ДВИГАТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ В ПРАКТИКЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЙ У ПОСТИНСУЛЬТНЫХ ПАЦИЕНТОВ  
Dobrozhanskaya A.A. MOTOR CONTROL WITHIN MOTOR FUNCTION RECOVERY OF STROKE PATIENCE

**Закирьянова Г.Ф., Петров А.М.** 25-ГИДРОКСИХОЛЕСТЕРИНА НА ЭКЗОЦИТОЗ СИНАПТИЧЕСКИХ ВЕЗИКУЛ: РОЛЬ LX И NMDA РЕЦЕПТОРОВ  
Zakyrganova Guzalja F., Petrov Alexey M. THE EFFECT OF 25-HYDROXYCHOLESTEROL ON EXOCYTOSIS OF SYNAPTIC VESICLES: THE ROLE OF LX AND NMDA RECEPTORS

**Ильин А.А., Капилевич Л.В., Гаевая Ю.А.** БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МЫШЦ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ УДАРОВ ПО МЯЧУ У СТУДЕНТОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ЗИМНИМ ФУТБОЛОМ  
Ilyin A.A., Kapilevich L.V., Gaevaya Yu.A. BIOELECTRIC ACTIVITY OF MUSCLES AT EXECUTION OF KICKS BY THE BALLS AT STUDENTS EXERCISING BY WINTER SOCCER

**Коряк Ю.А.** ВЛИЯНИЕ ШЕСТИМЕСЯЧНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ МИССИИ НА АРХИТЕКТУРУ И ФУНКЦИЮ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ У ЧЕЛОВЕКА  
Koryak Yuri. INFLUENCE OF SIX-MONTH SPACE FLIGHT MISSION ON HUMAN SKELETAL MUSCLE ARCHITECTURE AND FUNCTION

**Левик Ю.С., Сметанин Б.Н., Кожина Г.В., Попов А.К.** ВЛИЯНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО И ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ НА ПОДДЕРЖАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЗЫ ПРИ СТОЯНИИ НА ПОДАТЛИВОЙ ОПОРЕ  
Levik Yuri S., Smetanin Boris N., Kozhina Galina V., Popov Alexey K. THE INFLUENCE OF THE CENTRAL AND PERIPHERIC VISION ON POSTURE MAINTENANCE OF NON-RIGID SUPPORT

**Майстренко Е.В., Белошченко Д.В.** ВЛИЯНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПАРАМЕТРЫ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ДЕВУШЕК  
Maystrenko Elena V., Beloshchenko Daria V. IMPACT OF ACOUSTIC INFLUENCE ON THE NEURO-MUSCULAR SYSTEM OF WOMAN

**Милицкова А.Д., Мухаметова Э.Р., Яфарова Г.Г., Балтина Т.В., Лавров И.А.** ОЦЕНКА ВОЗБУДИМОСТИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРИЕМА ЕНДРАССИКА У ПАЦИЕНТОВ С ТРАВМАТИЧЕСКИМ ПОВРЕЖДЕНИЕМ СПИННОГО МОЗГА  
Militskova Alena D., Muhametova Elvira R., Yafarova Gusel G., Baltina Tatyana M., Lavrov Igor A. ASSESSMENT OF LOWER EXTREMITIES MOTOR CENTERS EXCITABILITY UNDER JENDRASSIK MANEUVER PERFORMANCE IN PATIENTS WITH SPINAL CORD INJURY

**Незвинский А.А., Семенова Ю.Н., Белова Е.М., Попов В.А., Томский А.А., Седов А.С.** ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ МЫШЕЧНОЙ И НЕЙРОННОЙ РИТМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СУБТАЛАМИЧЕСКОГО ЯДРА У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА

Nezvinsky Artem A., Semenova Uliya N., Belova Elena M., Popov Valentin A., Tomskiy Alexey A., Sedov Alexey S. INTERCONNECTION RESEARCH OF MUSCLE AND NEURONAL STN RHYTHMIC ACTIVITIES IN PARKINSON'S DISEASE PATIENTS

**Нуруллин Л.Ф., Волков Е.М.** ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИЗОФОРМ СУБЪЕДИНИЦЫ  $\alpha 1$  ПОТЕНЦИАЛ-ЗАВИСИМЫХ  $\text{Ca}^{2+}$ -КАНАЛОВ В ЗОНАХ ХОЛИНЕРГИЧЕСКИХ СИНАПСОВ СОМАТИЧЕСКОЙ МУСКУЛАТУРЫ ДОЖДЕВОГО ЧЕРВЯ LUMBRICUS TERRESTRIS

Nurullin Leniz F., Volkov Evgenii M. IDENTIFICATION OF ISOFORMS SUBUNIT  $\alpha 1$  VOLTAGE-GATED  $\text{Ca}^{2+}$  CHANNELS IN CHOLINERGIC SYNAPSES ZONES OF SOMATIC MUSCLES EARTHWORM LUMBRICUS TERRESTRIS

**Обидова М.Д., Устоев М.Б.** РОЛЬ ЛИМБИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ В ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ У УШАСТЫХ ЕЖЕЙ (HEMIECHINUS AURITUS)

Obidova Maksadov D., Ustoev Mirzo B. ROLE OF LYMBIC EDUCATION IN SPATIAL ORIENTATION IN EARTED HERBS (HEMIECHINUS AURITUS)

**Петкевич А.И., Червякова Е.В., Коробова С.А., Кузнецова Ю.И.** НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ЖЕНЩИН ПОСЛЕ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Petkevich Alla I., Chervyakova Elena V., Korobova Sofya A., Kuznetsova Yuliya I. NEUROPHYSIOLOGICAL APPROACHES TO PHYSICAL REHABILITATION OF WOMEN AFTER BREAST CANCER

**Пономарев И.И., Шишкин Н.В., Томиловская Е.С.** СИЛА ВЫЗВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ МЫШЦ-ЭКСТЕНЗОРОВ БЕДРА: ВЛИЯНИЕ 5-СУТОЧНОЙ «СУХОЙ» ИММЕРСИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЭЛЕКТРОМИОСТИМУЛЯЦИИ

Ponomarev Ivan I., Shishkin Nikita V., Tomilovskaya Elena S. THE STRENGTH OF THE INDUCED CONTRACTIONS OF THE HIP EXTENSOR MUSCLES: THE EFFECT OF A 5-DAY "DRY" IMMERSION USING HIGH-FREQUENCY ELECTROMYOSTIMULATION

**Рощин В.Ю., Павлова О.Г., Селионов В.А., Хатькова С.Е.** ОСОБЕННОСТИ НАРУШЕНИЯ ПРОПРИОЦЕПТИВНОГО ВОСПРИЯТИЯ В РАЗНЫХ СЕГМЕНТАХ ПАРЕТИЧНОЙ РУКИ У ПОСТИНСУЛЬТНЫХ ПАЦИЕНТОВ

Roschin Vadim Y., Pavlova Olga G., Selionov Victor A., Khatkova Svetlana E. FEATURES OF PROPRIOCEPTIVE PERCEPTION DISORDER IN DIFFERENT SEGMENTS OF PARETIC ARM IN POST-STROKE PATIENTS

**Савеко А.А., Брыков В.И., Китов В.В., Томиловская Е.С., Козловская И.Б.** СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ХОДЬБЫ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ АКСИАЛЬНОЙ РАЗГРУЗКИ

Saveko Alina A., Brykov Vitaly I., Kitov Vladimir V., Tomilovskaya Elena S., Kozlovskaya Inessa B. COMPARATIVE ANALYSIS OF BIOMECHANICAL AND ELECTROMYOGRAPHIC PARAMETERS OF WALKING AT DIFFERENT DEGREES OF AXIAL UNLOADING

**Селионов В.А., Солопова И.А., Каstellоте Х.М.** ЭФФЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ВИБРАЦИИ МЫШЦ РУКИ И ПРОИЗВОЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ЕЕ БИЦЕПСА НА СКОРОСТЬ СГИБАНИЯ В СУСТАВАХ РУКИ У ЗДОРОВЫХ ИСПЫТУЕМЫХ

Selionov Victor A., Solopova Irina A., Castellote Juan M. EFFECTS OF INFLUENCE OF VIBRATION OF THE ARM MUSCLES AND VOLUNTARY TENSION OF ITS BICEPS ON THE SPEED OF FLEXION IN THE ARM JOINTS IN HEALTHY SUBJECTS

**Сергеева К.В., Тамбовцева Р.В.** РЕКУРРЕНТНЫЙ КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМИОГРАММЫ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ СИНХРОНИЗАЦИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЕДИНИЦ ПРИ ЭКСЦЕНТРИЧЕСКОМ И КОНЦЕНТРИЧЕСКОМ РЕЖИМАХ МЫШЕЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ

Sergeeva K.V., Tambovtseva R.V. RECURRENT QUANTIFICATION ANALYSIS OF AN ELECTROMYOGRAM TO DETECT SYNCHRONIZATION OF MOTOR UNITS IN ECCENTRIC AND CONCENTRIC MODES OF MUSCLE CONTRACTION

**Сечин Д.И., Тамбовцева Р.В.** ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ, ВЫЗВАННЫЕ ГИПОКСИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ У МУЖЧИН РАЗЛИЧНЫХ СПОРТИВНЫХ СПЕЦИАЛИЗАЦИЙ

Sechin Dmitriy I., Tambovtseva Ritta V. PSYCHOPHYSIOLOGICAL CHANGES CAUSED BY HYPOXIC INFLUENCE IN MEN OF VARIOUS SPORTS

**Солопова И.А., Долинская И.Ю., Селионов В.А., Кешишян Е.С.** ИЗМЕНЕНИЕ МЕЖСУСТАВНЫХ И МЕЖКОНЕЧНОСТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ПРИ СПОНТАННЫХ ДВИЖЕНИЯХ У ДОНОШЕННЫХ МЛАДЕНЦЕВ В ПЕРВЫЕ ШЕСТЬ МЕСЯЦЕВ ЖИЗНИ

Solopova Irina A., Dolinskaya Irina Yu., Selionov Victor A., Keshishian Elena S. CHANGE OF INTERJOINT AND INTERLIMB INTERACTIONS DURING SPONTANEOUS MOVEMENTS IN INFANTS OF THE FIRST SIX MONTHS OF LIFE

**Тыганов С.А., Мочалова Е.П., Белова С.П., Рожков С.В., Калашников В.Е., Туртикова О.В., Мирзоев Т.М., Шенкман Б.С.** ВЛИЯНИЕ ОПОРНОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА АТРОФИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КАМБАЛОВИДНОЙ МЫШЦЕ КРЫСЫ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛИРУЕМОЙ ГРАВИТАЦИОННОЙ РАЗГРУЗКИ

Tyganov Sergey A., Mochalova Ekaterina P., Belova Svetlana P., Rozhkov Sergey V., Kalashnikov Vitalii E., Turtikova Olga V., Mirzoev Timur M., Shenkman Boris S. AN INFLUENCE OF SUPPORT STIMULATION ON ATROPHIC PROCESSES IN THE RAT SOLEUS MUSCLE UNDER SIMULATED GRAVITATIONAL UNLOADING CONDITION

**Фролов А.А., Бобров П.Д., Широков И.М.** АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДДЕРЖАНИЯ ПОЗЫ И ДВИЖЕНИЙ В САГИТТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ПРИ СТОЯНИИ НА КАЧЕЛЯХ ТИПА ПРЕСС-ПАПЬЕ (SEE-SAW)

Frolov Alexander A., Bobrov Pavel D., Shirokov Ilya M. STABILITY OF POSTURE AND MOVEMENTS IN THE SAGITTAL PLAIN FOR HUMAN STANDING ON SEE-SAW

**Шагров Л.Л.** РАЗВИТИЕ СЕНСОРНО-ПЕРЦЕПТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С НАРУШЕНИЕМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Shagrov Leonid L. DEVELOPMENT OF SENSORY-PERCEPTUAL PROCESSES IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN WITH DISORDERS OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM

**Шайхелисламова М.В., Дикопольская Н.Б., Билалова Г.А., Шарафеева Ч.Р., Гайнуллина Р.Ф., Лапшина А.А.** ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НА СОСТОЯНИЕ ГЕМОДИНАМИКИ СЛАБОВИДЯЩИХ ДЕТЕЙ

Shaykhelislamova M.V., Dikopolskaya N.B., Bilalova G.A., Sharafееva Ch.R., Gainullina R.F., Lapshina A.A. INFLUENCE OF DIFFERENT REGIMES OF MOTOR ACTIVITY ON THE STATE OF HEMODYNAMICS OF DISABLED CHILDREN

**Шигуева Т.А., Китов В.В., Козловская И.Б., Орлов О.И., Томиловская Е.С.** ВЛИЯНИЕ 21-ДНЕВНОЙ ОПОРНОЙ РАЗГРУЗКИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АКТИВНОСТИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЕДИНИЦ И РЕФЛЕКТОРНОЙ ВОЗБУДИМОСТИ МЫШЦ-РАЗГИБАТЕЛЕЙ ГОЛЕНИ

Shigueva Tatiana A., Kitov Vladimir V., Kozlovskaya Inesa B., Orlov Oleg I., Tomilovskaya Elena S., EFFECTS OF 21-DAYS DRY IMMERSION ON CHARACTERISTICS OF MOTOR UNIT'S ACTIVITY AND OF REFLEX EXCITABILITY OF CALF EXTENSOR MUSCLES

**Шишкин Н.В., Носикова И.Н., Ермаков И.Ю., Томиловская Е.С.** ВЛИЯНИЯ НИЗКОЧАСТОТНОЙ ЭЛЕКТРОМИОСТИМУЛЯЦИИ, ПРОВОДИМОЙ В ХОДЕ «СУХОЙ» ИММЕРСИИ, НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТОЙКИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ МОТОРНЫХ ОТВЕТОВ, ВЫЗВАННЫХ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ И ТРАНССПИНАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИЕЙ

Shishkin Nikita V., Nosikova Inna N., Ermakov Ivan Yu., Tomilovskaya Elena S. STUDY OF THE EFFECTS OF ELECTROMYOSTIMULATION PERFORMED DURING "DRY" IMMERSION ON VERTICAL POSTURE AND CHARACTERISTICS OF MOTOR RESPONSES EVOKED BY TRANSCRANIAL AND TRANSSPINAL MAGNETIC STIMULATION

**Шкорбатова П.Ю., Ляховецкий В.А., Горский О.В., Павлова Н.В., Баженова Е.Ю., Калинина Д.С., Мусиенко П.Е.** ВЫЗВАННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ КРЫСЫ ПРИ ТРАНСВЕРТЕБРАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ

Shkorbatova Polina Yu., Lyakhovetskii Vsevolod A., Gorsky Oleg V., Pavlova Natalia V., Bazhenova Elena Yu., Kalinina Daria S., Musienko Pavel E. EVOKED POTENTIALS OF SKELETAL MUSCLES OF THE RAT AT TRANSVERTEBRAL ELECTRIC STIMULATION

**Шкорбатова П.Ю., Ляховецкий В.А., Вещицкий А.А., Павлова Н.В., Баженова Е.Ю., Меркульева Н.С.** СКЕЛЕТОТОПИЯ ПОЯСНИЧНЫХ И КРЕСТЦОВЫХ СЕГМЕНТОВ СПИННОГО МОЗГА МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Shkorbatova Polina Yu., Lyakhovetskii Vsevolod A., Veshchitskii Aleksandr A., Pavlova Natalia V., Bazhenova Elena Yu., Merkulyeva Natalia S. SKELETOTOPY OF THE LUMBAR AND SACRAL SPINAL SEGMENTS OF MAMMALS IN POSTNATAL ONTOGENESIS

### **Нейрорегуляция периферических органов Neuroregulation of peripheral organs**

**Ананьев В.Н., Прокопьев Н.Я., Ананьев Г.В.** НЕЙРОРЕГУЛЯЦИЯ РАБОЧЕЙ МЫШЕЧНОЙ ГИПЕРЕМии АДРЕНОРЕЦЕПТОРАМИ АРТЕРИЙ

Ananев Vladimir N., Prokopiev Nikolas Ya., Ananев George V. NEUROREGULATION OF WORKING MUSCLE HYPEREMIA WITH ARTERIAL ADRENORECEPTORS

**Ботязхова О.А., Саматова Н.П.** ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА У СТУДЕНТОВ ПРИ УЧЕБНОМ СТРЕССЕ

Botyazhova Olga A., Samatova Nadezhda P. HEART RATE VARIABILITY IN STUDENTS WITH ACADEMICAL STRESS

**Давыдова Ю.А., Давыдова С.С.** ВЛИЯНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ХОЛЕРЕЗ И ХОЛЕКИНЕЗ

Davydova Juliana A., Davydova Selen S. THE INFLUENCE OF EMOTIONAL STRESS ON CHOLERESIS AND CHOLEKINESIS

**Крыжановская Е.Б., Кудрявцева Е.Л., Миркина О.В.** НЕЙРОСТИМУЛЯЦИЯ КАК МЕТОД КОРРЕКЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ДИЗАРТРИИ ПОСЛЕ ИНСУЛЬТА  
Kryzhanovskaya Elena B., Kudryavtseva Elena L., Mirkina Olesya V. NEUROSTIMULATION AS A METHOD OF CORRECTIVE ACTION FOR DYSARTHRIA AFTER THE STROKE

**Лыкова Е.Ю., Зинченко Е.М.** ВЗАИМОСВЯЗЬ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА У СТУДЕНТОК  
Lykova Ekaterina Yu., Zinchenko Ekaterina M. RELATIONSHIP OF HEART RATE VARIABILITY AND BIOLOGICAL AGE IN STUDENTS

**Силкин Ю.А., Силкин М.Ю., Силкина Е.Н.** К ВОПРОСУ О СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ЭКТО-АТФАЗЫ ЭРИТРОЦИТОВ СКОРПЕНЫ (*SCORPAENA PORCUS* L.).  
Silkin Yuriy A., Silkin Michail Yu., Silkina Yelizaveta N. TO THE QUESTION OF THE SYSTEMATIC AFFILIATION OF THE ECTO-ATPASE OF SCORPION RED CELLS (*SCORPAENA PORCUS* L.)

**Ступин В.О., Курьянова Е.В., Трясучев А.В., Теплый Д.Л.** ВЛИЯНИЕ СЕРОТОНИНА И ДОФАМИНА НА ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА КРЫС В СОСТОЯНИИ НАРКОЗНОГО СНА  
Stupin Victor O., Kuryanova Evgeniya V., Tryasuchev Andrey V., Teply David L. INFLUENCE OF SEROTONIN AND DOPAMINE ON HEART RATE VARIABILITY OF RATS IN THE STATE OF NARCOSIS SLEEP

**Тумановский Ю.М., Макеева А.В., Болотских В.И., Гребенникова И.В., Остроухова О.Н., Савина Г.Ю.** АНАЛИЗ ПЕРЕСТРОЙКИ НЕЙРОГЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ ГЕМОДИНАМИКИ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕРАПИИ ОСТРОЙ КРОВОПОТЕРИ  
Tumanovsky Yuri M., Makeeva Anna V., Bolotskikh Vladimir I., Grebennikova Irina V., Ostroukhova Oksana N., Savina Galina Yu. ANALYSIS OF THE RESTRUCTION OF NEUROGENIC MECHANISMS OF REGULATION OF HEMODYNAMICS IN COMPLEX THERAPY OF ACUTE BLOOD LOSS

**Устоев М.Б., Устоев Б.Р.** ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ СИСТЕМ У СТУДЕНТОВ РАЗНОЙ ФОРМОЙ ОБУЧЕНИЯ  
Ustoev Mirzo B., Ustoev Behzod R. FUNCTIONAL CHARACTERISTIC STATE OF VEGETATIVE SYSTEMS IN STUDENTS WITH DIFFERENT LEARNING FORM

**Чумасов Е.И.** НЕРВНЫЕ АППАРАТЫ ВОРСИНОК ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ КИШКИ КРЫСЫ  
Chumasov Evgeniy I. NERVOUS APPARATUS IN THE DUODENUM OF RAT

**Ярцев В.Н.** ДЕЙСТВИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ НА АДРЕНОРЕАКТИВНОСТЬ ИЗОЛИРОВАННОЙ БРЫЖЕЕЧНОЙ АРТЕРИИ КРЫСЫ  
Yartsev V.N. EFFECT OF COOLING ON THE ADRENOREACTIVITY OF THE ISOLATED SEGMENTS OF THE RAT MESENTERIC ARTERY

### **Межклеточные взаимодействия в нервной системе Cellular interactions in the nervous system**

**Бухараева Э.А., Хузахметова В.Ф., Ценцевичский А.Н.** АДРЕНЕРГИЧЕСКАЯ МОДУЛЯЦИЯ ФУНКЦИЙ ХОЛИНЕРГИЧЕСКИХ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ СИНАПСОВ  
Bukharaeva Elyya, Khuzakhmetova Venera, Tsentsevitsky Andrei. ADRENERGIC MODULATION OF THE CHOLINERGIC PERIPHERAL SYNAPSES FUNCTIONS

**Кириченко Е.Ю., Логвинов А.К., Лысенко Л.В., Филиппова С.Ю.** АНТИГЕННАЯ АКТИВНОСТЬ КОННЕКСИНА 30 В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ КРЫС  
Kirichenko Evgeniya Yu., Logvinov Alexander K., Lysenko Larisa V., Filippova Svetlana Yu. ANTIGENIC ACTIVITY OF CONNEXIN 30 IN THE RAT BRAIN

**Ковязина И.В., Ценцевичский А.Н., Хузахметова В.Ф., Хазиев Э.Ф.** ВЛИЯНИЕ ТЕРТИАПИНА Q НА ПАРАМЕТРЫ КВАНТОВОЙ СЕКРЕЦИИ АЦЕТИЛХОЛИНА ИЗ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НЕРВНЫХ ОКОНЧАНИЙ ЛЯГУШКИ И МЫШИ  
Kovyazina Irina V., Tsentsevitsky Andrei N., Khuzakhmetova Venera F., Khaziev Eduard F. INFLUENCE OF TERTIAPIN-Q ON THE PARAMETERS OF QUANTAL ACETYLCHOLINE SECRETION IN MOUSE AND FROG NEUROMUSCULAR SYNAPSES

**Комиссаров А.Е., Мелентьев П.А., Саранцева С.В.** ИЗУЧЕНИЕ РЕДОКС-СТАТУСА КЛЕТОК НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У ОСОБЕЙ *DROSOPHILA MELANOGASTER* С ИЗМЕНЕННОЙ ЭКСПРЕССИЕЙ ГЕНА *SWISS CHEESE*  
Komissarov Artem E., Melentev Pavel A., Sarantseva Svetlana V. REDOX STATUS OF THE NERVOUS SYSTEM CELLS IN *DROSOPHILA MELANOGASTER* WITH CHANGED *SWISS CHEESE* EXPRESSION

**Конорова И.Л., Фрумкина Л.Е., Хаспеков Л.Г.** К ВОПРОСУ ОБ УЧАСТИИ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ДНК В МЕЖКЛЕТОЧНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ В КОРЕ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ  
Konorova Irina L., Frumkina Lidia E., Khaspekov Leonid G. ON THE PARTICIPATION OF CELL FREE DNA IN INTERCELLULAR INTERACTIONS IN THE CEREBRAL CORTEX

**Мелентьев П.А., Рябова Е.В., Комиссаров А.Е., Шарапенков Э.Г., Иванова Е.А., Тимошенко С.И., Саранцева С.В.** ВЛИЯНИЕ ПОДАВЛЕНИЯ ЭКСПРЕССИИ ГЕНА SWISS CHEESE (SWS) НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОСОБЕЙ DROSOPHILA MELANOGASTER

Melentev Pavel, Ryabova Elena, Komissarov Artem, Sharapenkov Eduard, Ivanova Ekaterina, Timoshenko Svetlana, Sarantseva Svetlana V. SUPPRESSION OF EXPRESSION OF SWISS CHEESE (SWS) GENE INFLUENCES ON DROSOPHILA MELANOGASTER FUNCTIONAL STATE

**Петрова Е.С., Колос Е.А.** ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГЕНЕРИРУЮЩЕГО НЕРВА КРЫСЫ С ПОМОЩЬЮ ИММУНОГИСТОХИМИЧЕСКОГО ВЫЯВЛЕНИЯ ПЕРИФЕРИНА И БЕЛКА SMI-32

Petrova Elena S., Kolos Elena A. STUDY OF THE REGENERATING RAT NERVE BY IMMUNOHISTOCHEMICAL IDENTIFICATION OF PERIPHERIN AND SMI-32

**Саранцева С.В., Мелентьев П.А., Рябова Е.В., Комиссаров А.Е., Жмуйдина Д.Р.** РОЛЬ ГЛИАЛЬНЫХ КЛЕТОК В НЕЙРОПАТОЛОГИИ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ НАРУШЕНИЯМИ ЭКСПРЕССИИ ГЕНА NTE ЧЕЛОВЕКА

Sarantseva Svetlana V., Melentev Pavel A., Ryabova Elena V., Komissarov Artem E., Zhmujkina Darya R. THE ROLE OF GLIAL CELLS IN NEUROPATHOLOGY CAUSED BY IMPAIRED EXPRESSION OF THE HUMAN NTE GENE

**Сысоев И.В., Сысоева М.В., Люттйоханн А.К., Пономаренко В.И., Безручко Б.П.** РЕКОНСТРУКЦИЯ СВЯЗАННОСТИ В МОЗГЕ ПРИ ЭПИЛЕПСИИ ПО РЯДАМ ЛОКАЛЬНЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЕЙ В ВИДЕ НЕЛИНЕЙНЫХ НЕЙРООСЦИЛЛЯТОРОВ

Sysoev Ilya V., Sysoeva Marina V., Lüttjohann Annika K., Ponomarenko Vladimir I., Bezruchko Boris P. RECONSTRUCTION OF COUPLING IN THE BRAIN AT EPILEPSY FROM LOCAL FIELD POTENTIALS USING MODEL NEUROOSCILLATORS

**Филиппова С.Ю., Кириченко Е.Ю., Логвинов А.К.** НЕРАВНОМЕРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТАКТОВ МЕЖДУ ХИМИЧЕСКИМИ СИНАПСАМИ И ПЕРИФЕРИЧЕСКИМИ ОТРОСТКАМИ АСТРОЦИТОВ ПО СЛОЯМ БАРЕЛЬНОЙ КОРЫ КРЫС

Filippova Svetlana Yu., Kirichenko Eugenia Yu., Logvinov Alexander K. UNEVEN DISTRIBUTION OF CONTACTS BETWEEN CHEMICAL SYNAPSES AND PERIPHERAL ASTROCYTIC PROCESSES ALONG THE LAYERS OF RAT BARREL CORTEX

**Харламова А.С., Годовалова О.С., Прощина А.Е., Отлыга Д.А., Савельев С.В.** ИММУНОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД КАК ОСНОВНОЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СПЕЦИФИКИ СОЗРЕВАНИЯ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА НА ПРЕНАТАЛЬНОМ ЭТАПЕ ОНТОГЕНЕЗА

Kharlamova Anastasia S., Godovalova Olga S., Proschina Alexandra E., Otyga Dmitry A., Saveliev Sergey S. IMMUNOMORPHOLOGY IS THE MAIN METODOLOGICAL APPROACH FOR STUDIES OF THE REGIONAL SPECIFIC OF THE HUMAN BRAIN PRENATAL DEVELOPMENT

**Шарапенков Э.Г., Рябова Е.В., Мелентьев П.А., Саранцева С.В.** АНАЛИЗ ТКАНЕСПЕЦИФИЧНОСТИ ЭКСПРЕССИИ ГЕНА SWISS CHEESE DROSOPHILA MELANOGASTER

Sharapenkov Eduard G., Ryabova Elena V., Melentev Pavel A., Sarantseva Svetlana V. TISSUE-SPECIFIC ANALYSIS OF THE SWISS CHEESE GENE EXPRESSION OF DROSOPHILA MELANOGASTER

**Шишкова Е.А., Краев И.В., Рогачевский В.В.** УЛЬТРАСТРУКТУРА АСТРОЦИТАРНОГО МИКРООКРУЖЕНИЯ ДЕНДРИТНЫХ СИНАПСОВ В ВЕРХНИХ СЛОЯХ СОМАТОСЕНСОРНОЙ КОРЫ

Shishkova Elena A., Kraev Igor V., Rogachevsky Vadim V. ULTRASTRUCTURE OF ASTROCYTIC COVERAGE OF DENDRITIC SPINES IN OUTER CORTICAL LAYERS OF THE SOMATOSENSORY CORTEX

### **Биологически активные вещества – регуляторы функций нервной системы Role of biologically active substances in the nervous system**

**Акимов М.Г., Фомина-Агеева Е.В., Дудина П.В., Андреева Л.А., Мясоедов Н.Ф., Безуглов В.В.** ПРО-ПРОЛИФЕРАТИВНОЕ И НЕЙРОЗАЩИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ НЕЙРОТРОПНОГО ПЕПТИДА FRWGPGP – СИНТЕТИЧЕСКОГО АНАЛОГА МЕЛАНКОРТИНОВОГО ПЕПТИДА АКТГ(6-9)

Akimov Mikhail G., Fomina-Ageeva Elena V., Dudina Polina V., Andreeva Lyudmila A., Myasoedov Nikolaj F., Bezuglov Vladimir V. PRO-PROLIFERATIVE AND NEURO-PROTECTIVE ACTION OF THE NEUROTROPIC PEPTIDE FRWGPGP - SYNTHETIC ANALOGUE OF MELANOCORTINE PEPTIDE ACTH (6-9)

**Алексеева О.М., Ким Ю.А.** БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА В РЕГУЛЯЦИИ ПОТОКОВ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ В КЛЕТКАХ НЕКОНТРОЛИРУЕМОГО РОСТА

Alekseeva Olga M., Kim Yuri A. THE BIOLOGY ACTIVE SUBSTANCES ACTIONS TO THE TUMOR CELLS CALCIUM IONS WAYS REGULATION

**Бабаев Х.Ф., Аббасов Р.Ю., Шукюрова П.А., Исрафилова А.С., Касумова Г.З.** ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТА ШАФРАНА (CROCUS SATIVUS L.) НА ТЕМПЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПОТОМСТВА КРЫС

Babaev Khanaga F., Abbasov Rakif Y., Shukurova Parvana A., Israfilova Afet S., Kasimova Gulnara Z. INFLUENCE OF SAFFRON (CROCUS SATIVUS L.) ON THE RATES OF PHYSIOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE RAT'S OFFSPRING

**Береговой Н.А., Сорокина Н.С., Старостина М.В.** ДЕЙСТВИЕ МИЕЛОПЕПТИДОВ МП1 И МП2 НА СИНАПТИЧЕСКУЮ ПЛАСТИЧНОСТЬ ГИППОКАМПА МЫШИ

Beregovoy Nikolay A., Sorokina Nina S., Starostina Marina V. EFFECTS OF MYELOPEPTIDES MP1 AND MP2 ON HIPPOCAMPAL SYNAPTIC PLASTICITY

**Бикмурзина А.Е., Федорова А.А., Кривой И.И., Марков А.Г.** ИЗМЕНЕНИЕ ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКОГО БАРЬЕРА КРЫСЫ ПРИ ХРОНИЧЕСКИХ ИНЪЕКЦИЯХ УБАИНА

Bikmurzina Anastasia E., Fedorova Arina A., Krivoi Igor I., Markov Alexander G. CHANGES IN THE BLOOD-BRAIN BARRIER OF RATS WITH CHRONIC INJECTIONS OF OUABAIN

**Бинюков В.И., Миль Е.М., Албантова А.А., Володькин А.А., Голощапов А.Н., Обыденный С.И.** МЕТОД ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ АНФЕНА НАТРИЯ И ФЕНОЗАНА КАЛИЯ НА СПЛЕНОЦИТЫ МЫШЕЙ

Binyukov Vladimir I., Mil Elena M., Albantova Anastasia A., Volodkin Aleksander A., Goloshchapov Aleksander N., Obydenyiy Sergey I. THE METHOD OF FLUORESCENCE MICROSCOPY FOR THE STUDY OF THE EFFECTS SODIUM ANPHEN AND POTASSIUM PHENOZAN ON THE SPLENOCYTES OF MICE

**Елизарова В.С., Сабанаев М.А., Бебякова Н.А.** ВЛИЯНИЕ АДАПТОГЕНОВ НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРЫС НА ПРИМЕРЕ ЛЕВЗЕИ САФЛОРОВИДНОЙ И СЕРПУХИ ВЕНЦЕНОСНОЙ

Elizarova Veronika S., Sabanaev Michael A., Bebyakova Natalya A. EFFECT OF ADAPTOGENES ON THE BEHAVIORAL CHARACTERISTICS OF RATS ON THE EXAMPLE OF RHAPONTICUM CARTHAMOIDES AND SERRATULA CORONATA

**Калинина Н.И., Зайцев А.В., Веселкин Н.П.** ИЗМЕНЕНИЕ МОДУЛИРУЮЩЕГО ВЛИЯНИЯ СЕРТОНИНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СПИНАЛЬНЫХ МОТОНЕЙРОНОВ ПОСЛЕ ИХ ПОВРЕЖДЕНИЯ

Kalinina Natalia I., Zaitsev Aleksey V., Vesselkin Nikolai P. CHANGE OF THE MODULATING INFLUENCE OF SEROTONIN ON THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF SPINAL MOTONEURONS AFTER THEIR DAMAGE

**Костенко В.В., Емелина Ю.А., Баранова Н.Б., Медведева Е.С.** ЭКЗОГЕННЫЙ ТРИПТОФАН МОДУЛИРУЕТ ЛОКОМОТОРНУЮ АКТИВНОСТЬ ИМАГО DROSOPHILA, МУТАНТНЫХ ПО ГЕНУ WHITE

Kostenko Viktoria V., Emelina Julia A., Baranova Natalia B., Medvedeva Elena S. EXOGENOUS TRYPTOPHAN MODULATES LOCOMOTOR ACTIVITY OF IMAGO DROSOPHILA WITH MUTATION IN THE WHITE GENE

**Кравцова В.В., Сабурова Е.А., Кривой И.И.** РЕГУЛЯТОРНЫЕ ФУНКЦИИ ЭНДОГЕННОГО УБАИНА В СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЕ

Kravtsova V.V., Saburova E.A., Krivoi I.I. REGULATORY FUNCTIONS OF ENDOGENOUS OUABAIN IN SKELETAL MUSCLE

**Лаврова А.В., Акимов М.Г., Блохин В.Е., Грецкая Н.М., Безуглов В.В.** НОВЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЛЯ НАПРАВЛЕННОЙ ДОСТАВКИ К ДОФАМИНЕРГИЧЕСКИМ НЕЙРОНАМ

Lavrova Alina V., Akimov Mikhail G., Blokhin Viktor E., Gretskaya Natalia M., Bezuglov Vladimir V. NOVEL MULTIFUNCTIONAL COMPOUNDS FOR TARGETED DELIVERY TO DOPAMINERGIC NEURONS

**Лосева Е.В., Логинова Н.А.** ГЛИО-НЕЙРОНАЛЬНЫЕ СООТНОШЕНИЯ В НЕОКОРТЕКСЕ И ГИППОКАМПе У КРЫС, СОДЕРЖАВШИХСЯ В УСЛОВИЯХ СКУЧЕННОСТИ И СТАНДАРТНЫХ, ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ИНТРАНАЗАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ НЕБОЛЬШИХ ДОЗ ИНТЕРФЕРОНА-АЛЬФА ЧЕЛОВЕКА

Loseva Elena V., Loginova Nadezhda A. GLIA-NEURONAL RATIOS IN THE NEOCORTEX AND HIPPOCAMPUS IN RATS KEPT UNDER OVERCROWDED AND STANDARD CONDITIONS WITH CHRONIC INTRANASAL ADMINISTRATION OF SMALL DOSES OF HUMAN INTERFERON-ALPHA

**Матиенко Л.И., Миль Е.М., Бинюков В.И., Албантова А.А.** МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ ФЕРМЕНТОВ. ИЗУЧЕНИЕ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСОВ НИКЕЛЯ И ЖЕЛЕЗА МЕТОДОМ АСМ.

Matienko Ludmila I., Mil Elena M., Binyukov Vladimir I., Albantova Anastasia A. MODELING THE ACTION OF ENZYMES. THE RESEARCH OF SUPRAMOLECULAR STRUCTURES BASED ON NICKEL AND IRON COMPLEXES BY AFM

**Миль Е.М., Ерохин В.Н., Бинюков В.И., Албантова А.А., Володькин А.А., Голощапов А.Н.** ИЗУЧЕНИЕ АПОПТОТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛЕТОК КАРЦИНОМЫ ЛЬЮИС ПОД ДЕЙСТВИЕМ АНФЕНА НА И H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> МЕТОДОМ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ МИКРОСКОПИИ

Mil Elena M., Erokhin Valeriy N., Binyukov Vladimir I., Albantova Anastasia A., Volodkin Aleksander A., Goloshchapov Aleksander N. STUDY OF APOPTOTIC CHANGES IN LEWIS CARCINOMA CELLS UNDER THE ACTION OF ANPHEN NA AND H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> BY FLUORESCENCE MICROSCOPY

**Мурина М.А., Буравлева К.В., Рощупкин Д.И.** ХЛОРАМИНОВЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ БИОГЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ – НОВЫЙ КЛАСС БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Murina Marina A., Buravleva Kristina V., Roshchupkin Dmitry I. CHLORAMINE DERIVATIVES OF BIOGENIC COMPOUNDS - A NEW CLASS OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

**Неганова М.Е., Клочков С.Г., Александрова Ю.Р., Яндулова Е.Ю., Семаков А.В.** КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В ИЗУЧЕНИИ НЕЙРОПРОТЕКТОРНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОИЗВОДНЫХ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Neganova Margarita E., Klochkov Sergey G., Alexandrova Yulia R., Yandulova Ekaterina Yu., Semakov Alexey V. COMPLEX APPROACH IN STUDYING THE NEUROPROTECTOR POTENTIAL OF NATURAL COMPOUNDS DERIVATIVES



**Сажина Н.Н., Попов И.Н., Семенова М.Г., Антипова А.С., Мартиросова Е.И., Пальмина Н.П.** ИЗМЕНЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ЛИПИДОВ МОЗГА МЫШЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИЕТЫ

Sazhina Natalya N., Popov Igor N., Semenova Maria G., Antipova Anna S., Martirosova Elena I., Palmina Nadezhda P. CHANGE OF ANTI-OXIDATIVE ACTIVITY OF MOUSE BRAIN LIPIDS DEPENDING ON FUNCTIONAL DIET COMPOSITION

**Симакина Е.А., Скачилова С.Я., Яснецов В.В., Юрочкина А.М., Воронина Т.А., Денисенко А.В.** ПРОИЗВОДНЫЕ 3-ГИДРОКСИПИРИДИНА, ОБЛАДАЮЩИЕ НЕЙРОПРОТЕКТОРНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Simakina Ekaterina A., Skachilova Sofya Ya., Yasnetsov Victor V., Yurochkina Alexandra M., Voronina Tatiana A., Denisenko Andrey V. 3-HYDROXYPYRIDINE DERIVATIVES, POSSESSING NEUROPROTECTIVE ACTIVITY

**Сорокина Н.С., Старостина М.В.** ВЛИЯНИЕ МИЕЛОПЕПТИДОВ НА ИНДУЦИРОВАННОЕ МОРФИНОМ УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНОЕ ПРЕДПОЧТЕНИЕ МЕСТА У МЫШЕЙ ЛИНИИ C57BL/6J

Sorokina Nina S., Starostina Marina V. EFFECTS OF MYELOPEPTIDES ON MORPHINE-INDUCED CONDITION PLACE PREFERENCE IN C57BL/6J MICE

**Сысоева М.В., Виноградова Л.В., Сысоев И.В.** СРАВНИТЕЛЬНАЯ ДИНАМИКА СВЯЗАННОСТИ В МОЗГЕ У КРЫС-МОДЕЛЕЙ ВИСОЧНОЙ ЭПИЛЕПСИИ ПРИ СПОНТАННЫХ СУДОРОГАХ И ПРИ ВВЕДЕНИИ АГОНИСТА КАННАБИНОИДНЫХ РЕЦЕПТОРОВ

Sysoeva Marina V., Vinogradova Lyudmila V., Sysoev Ilya V. COMPARATIVE DYNAMICS OF BRAIN CONNECTIVITY IN RAT MODELS OF TEMPORAL LOBE EPILEPSY AT SPONTANEOUS SEIZURES AND UNDER ADMINISTRATION OF A CANNABINOID RECEPTOR AGONIST

**Тимохина Е.П., Яглова Н.В., Яглов В.В., Обернихин С.С., Назимова С.В., Цомартова Д.А.** ВЛИЯНИЕ ПОСТНАТАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКИХ ДОЗ ЭНДОКРИННОГО ДИСРАПТОРА ДДТ НА СЕКРЕЦИЮ НОРАДРЕНАЛИНА У КРЫС

Timokhina Ekaterina P., Yaglova Natalia V., Yaglov V.V., Obernikhin S.S., Nazimova S.V., Tsomartova D.A. IMPACT OF POSTNATAL EXPOSURE TO LOW DOSES OF ENDOCRINE DISRUPTER DDT IN SECRETION OF NOREPINEPHRINE IN RATS

**Трещенкова Ю.А.** ИЗМЕНЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛАКТАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ ЦИТОПЛАЗМЫ И МИКРОСОМ КЛЕТОК ГОЛОВНОГО МОЗГА МЫШЕЙ К ДЕЙСТВИЮ АЛЬФА-ТОКОФЕРОЛА В УСЛОВИЯХ IN VITRO

Treschenkova Yulia A. CHANGES IN KINETIC PARAMETERS OF LACTATE DEHYDROGENASE IN THE CYTOPLASM AND MICROSOMES OF MOUSE BRAIN CELLS UNDER THE ACTION OF ALPHA-TOCOPHEROL IN VITRO

**Туровский Е.А., Туровская М.В.** ОВЕРЭКСПРЕССИЯ BDNF АКТИВИРУЕТ МЕХАНИЗМЫ ГИПОКСИЧЕСКОГО ПРЕКОНДИЦИОНИРОВАНИЯ В ПОПУЛЯЦИИ ГАМКЕРГИЧЕСКИХ НЕЙРОНОВ ГИППОКАМПА И ЗАЩИЩАЕТ ИХ ОТ ГИБЕЛИ ВО ВРЕМЯ ИШЕМИИ IN VITRO

Turovsky Egor A., Turovskaya Maria V. BDNF OVEREXPRESSION ACTIVATES MECHANISMS OF HYPOXIC PRECONDITIONING IN THE POPULATION OF HIPPOCAMPAL GABAERGIC NEURONS AND PROTECTS THEM FROM CELL DEATH DURING ISCHEMIA IN VITRO

**Федченко В.И., Веселовский А.В., Копылов А.Т., Медведев А.Е.** РОЛЬ РЕНАЛАЗЫ МОЗГА И ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ В РЕГУЛЯЦИИ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ: ИССЛЕДОВАНИЕ НА КРЫСАХ СО СПОНТАННОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

Fedchenko Valery I., Veselovsky Alexander V., Kopylov Artur T., Medvedev Alexei E. THE ROLE OF BRAIN AND PERIPHERAL TISSUE RENALASE IN THE REGULATION OF ARTERIAL PRESSURE: A STUDY ON SPONTANEOUSLY HYPERTENSIVE RATS

**Филиппова Е.Б., Лесова Е.М., Королев Ю.Н.** О ПРЕНАТАЛЬНОМ ВЛИЯНИИ ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ НА МЕЖПОЛУШАРНУЮ АСИММЕТРИЮ ДВИГАТЕЛЬНЫХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКЦИЙ И ПОЛОВОЕ СОЗРЕВАНИЕ У КРЫС

Filippova Elena B., Lesova Elena M., Korolev Yuriy N. THE PRENATAL EFFECT OF SEX HORMONES ON THE INTERHEMISPHERIC ASYMMETRY OF MOTOR AND RESEARCH RESPONSES AND PUBERTY IN RATS

**Чухно С.Д., Лесова Е.М., Голубев В.Н.** ВЛИЯНИЕ КОФЕИНА НА ДВИГАТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТИ И РАБОЧУЮ ПАМЯТЬ КРЫС

Chukhno Stepan D., Lesova Elena M., Golubev Victor N. INFLUENCE OF SOLUTION COFFEIN TO WORKING MEMORY AND MOVEMENT ACTIVITY OF RATS

**Шевцова Е.Ф., Шевцов П.Н., Веселов И.М., Бачурин С.О.** МИТОХОНДРИИ КАК МИШЕНЬ ДЕЙСТВИЯ НЕЙРОАКТИВНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Shevtsova Elena F., Shevtsov Pavel N., Veselov Ivan M., Bachurin Sergey O. MITOCHONDRIA AS A TARGET FOR NEURO-ACTIVE DRUGS

**Яндулова Е.Ю., Клочков С.Г., Семаков А.В., Романова Е.О., Неганова М.Е.** АНТИОКСИДАНТНОЕ И МИТОПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ ПРОИЗВОДНЫХ ПРИРОДНОГО ЛАКТОНА САНТОНИНА

Yandulova Ekaterina Yu., Klochkov Sergey G., Semakov Aleksey V., Romanova Ekaterina O., Neganova Margarita E. ANTIOXIDANT AND MITOPROTECTIVE ACTION OF DERIVATIVES OF THE NATURAL LACTONE SANTONIN

## Экспериментальная и клиническая нейрофармакология Experimental and clinical neuropharmacology

**Волкова А.С., Михалкин А.А., Любашина О.А.** БУЛЬБАРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ВИСЦЕРАЛЬНОЙ И СОМАТИЧЕСКОЙ БОЛИ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ МОДУЛЯЦИИ

Volkova Anastasia S., Mikhalkin Aleksandr A., Lyubashina Olga A. BULBAR MECHANISMS OF VISCERAL AND SOMATIC PAIN AND FEATURES OF THEIR PHARMACOLOGICAL MODULATION

**Воронина Н.А., Лисина О.Ю., Красильникова И.А., Сурин А.М., Кучеряну В.Г., Капица И.Г., Воронина Т.А.** ВЛИЯНИЕ ГИМАНТАНА НА ИЗМЕНЕНИЯ  $\text{Ca}^{2+}$  И  $\text{Na}^{+}$ , ВЫЗВАННЫЕ АКТИВАЦИЕЙ NMDA-КАНАЛОВ В КУЛЬТИВИРУЕМЫХ НЕЙРОНАХ МОЗГА КРЫСЫ

Voronina Natalia A., Lisina Oksana Yu., Krasilnikova Irina A., Surin Alexandr M., Kucheryanu Valerian G., Kapitsa Inga G., Voronina Tatiana A. INFLUENCE OF HEMANTANE ON CHANGES IN  $\text{Ca}^{2+}$  AND  $\text{Na}^{+}$ , CAUSED BY ACTIVATION OF NMDA CHANNELS IN CULTIVATED RAT BRAIN NEURONS

**Гладких В.Д.** ЭТИОПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ И ТИПОВЫЕ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ТОКСИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИ НАРУШЕНИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГАМК-ЕРГИЧЕСКОЙ НЕЙРОМЕДИАТОРНОЙ СИСТЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ

Gladkikh Vadim D. ETIOPATHOGENETIC MODEL AND NON-SPECIFIC MECHANISMS OF FORMATION OF VARIOUS FORMS OF TOXIC PROCESS IN VIOLATION OF THE FUNCTIONING OF THE GABA-ERGIC NEUROTRANSMITTER SYSTEMS, AND THEIR PHARMACOLOGICAL CORRECTION

**Губский Л.В., Наместникова Д.Д., Губский И.Л.** ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИНФАРКТА МОЗГА У КРЫС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ТРАНСПЛАНТАЦИИ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТЕВОЛОВЫХ КЛЕТОК НА ЦЕРЕБРАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Gubsky Leonid V., Namestnikova Darya D., Gubsky Ilya L. EXPERIMENTAL MODEL OF BRAIN INFARCT IN RAT FOR INVESTIGATION OF MSC TRANSPLANTATION AT CEREBRAL CHANGES

**Зайченко М.И., Шаркова А.В., Груздева В.А., Закиров Ф.Х., Полищук Е.В.** ВЛИЯНИЕ БЕТА-АДРЕНОБЛОКАТОРОВ И БЕТА-АДРЕНОМИМИТИКОВ НА УРОВЕНЬ КОГНИТИВНОЙ ИМПУЛЬСИВНОСТИ КРЫС

Zaichenko Maria I., Sharkova Anna V., Gruzdeva Valentina A., Zakirov Felix H., Polishuk Ekaterina V. THE EFFECT OF BETA-BLOCKERS AND BETA-MIMETICS ON COGNITIVE IMPULSIVITY LEVEL IN RATS

**Замощина Т.А., Бердникова Т.И., Теплякова Е.М., Дорошенко О.С.** ХРОНОФАРМАКОЛОГИЯ ПРЕПАРАТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ, НАКАПЛИВАЮЩЕГО ЛИТИЙ

Zamoshchina Tatyana A., Berdnikova Tatyana I., Teplyakova Elena M., Doroshenko Olga S. CHRONOPHARMACOLOGY OF DRUGS FROM PLANTS THAT ACCUMULATE LITHIUM

**Ляхова К.Н., Утина Д.М., Колесникова И.А., Северюхин Ю.С., Лалковичова М., Молоканов А.Г.** ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ «ЦЕРЕБРОЛИЗИНА» НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ В ОТКРЫТОМ ПОЛЕ И НА РАБОЧУЮ ПАМЯТЬ В Т-ЛАБИРИНТЕ КРЫС ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ ПРОТОНАМИ

Lyakhova Kristina N., Utina Dina M., Kolesnikova Inna A., Severyukhin Yuri S., Lalkovičova Maria, Molokanov Alexander G. RESEARCH OF THE EFFECT OF "CEREBROLYSINE" IN RATS ON BEHAVIORAL INDICATORS IN THE OPEN FIELD AND ON WORKING MEMORY IN T-MAZE AFTER PROTON IRRADIATION

**Мамченков Д.О., Гурская О.Е.** ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИММУНОТЕРАПИИ В ЛЕЧЕНИИ ГЛИОБЛАСТОМ

Mamchenkov Dmitriy O., Gurskaya Olesya E. INNOVATIVE METHODS OF IMMUNOTHERAPY IN THE TREATMENT OF GLIOBLASTOMA

**Мельницкая А.В., Крутецкая З.И., Антонов В.Г., Крутецкая Н.И.** НЕЙРОЛЕПТИК ХЛОРПРОМАЗИН ПОДАВЛЯЕТ ТРАНСПОРТ  $\text{Na}^{+}$  В КОЖЕ ЛЯГУШКИ

Melnitskaya Anastasiya V., Krutetskaya Zoya I., Antonov Victor G., Krutetskaya Nina I. NEUROLEPTIC CHLORPROMAZINE INHIBITS  $\text{Na}^{+}$  TRANSPORT IN FROG SKIN

**Миленина Л.С., Крутецкая З.И., Антонов В.Г., Крутецкая Н.И.** ПРОТИВОАСТМАТИЧЕСКИЙ АГЕНТ ЗИЛЕУТОН ПОДАВЛЯЕТ  $\text{Ca}^{2+}$  ОТВЕТЫ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ НЕЙРОЛЕПТИКОМ ТРИФЛУОПЕРАЗИНОМ, В МАКРОФАГАХ

Milenina Lidiya S., Krutetskaya Zoya I., Antonov Victor G., Krutetskaya Nina I. ANTI-ASTHMATIC AGENT ZILEUTON ATTENUATES  $\text{Ca}^{2+}$  RESPONSES, INDUCED BY NEUROLEPTIC TRIFLUOPERAZINE, IN MACROPHAGES

**Савадали С.М., Агаева Э.Н.** ВЛИЯНИЕ МЕТФОРМИНА НА УРОВЕНЬ СЕКРЕТИРУЕМОЙ KLOTNO И ЛЕПТИНА В ПЛАЗМЕ КРОВИ ЖЕНЩИН С СИНДРОМОМ ПОЛИКИСТОЗА В ЯИЧНИКАХ

Savadali Seyfi M., Agayeva Elmira N. THE EFFECT OF METFORMIN ON SERUM LEVELS OF SECRETED KLOTNO AND LEPTIN IN WOMEN WITH POLYCYSTIC OVARY SYNDROME

**Стельмашук Е.В., Генрихс Е.Е., Новикова С.В., Исаев Н.К.** МЕТИЛЕНОВЫЙ СИНИЙ УМЕНЬШАЕТ ВЫЗВАННЫЙ ТРАВМОЙ ОТСРОЧЕННЫЙ НЕВРОЛОГИЧЕСКИЙ ДЕФИЦИТ У КРЫС

Stelmashuk Elena V., Genrikhs Elizaveta E., Novikova Svetlana V., Isaev Nikolay K. METHYLENE BLUE DECREASES DELAYED TRAUMA INDUCED NEUROLOGICAL DEFICIT IN RAT

**Утина Д.М., Ляхова К.Н., Колесникова И.А., Северюхин Ю.С., Лалковичова М., Гаевский В.Н.** ВЛИЯНИЕ ПИРАЦЕТАМА НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ПОЛОВОЗРЕЛЫХ КРЫС И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ ПОСЛЕ ТОТАЛЬНОГО ФРАКЦИОННОГО ГАММА ОБЛУЧЕНИЯ  
Utina Dina M., Lyakhova Kristina N., Kolesnikova Inna A., Severyukhin Yuri S., Lalkovičova Maria, Gaevsky Viktor N. THE EFFECT OF PIRACETAM ON BEHAVIORAL REACTIONS OF ADULT RATS AND MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE BRAIN AFTER THE TOTAL FRACTIONAL GAMMA IRRADIATION

**Чихман В.Н., Солнушкин С.Д., Молодцов В.О.** СТРЕССИРОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ  
Chikhman Valeriy.N., Solushushkin Sergey.D., Molodtsov Vladimir.O. STRESSING OF LABORATORY RATS BY ELECTRIC SHOCK

**Шакова Ф.М., Кирова Ю.И., Романова Г.А.** ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ МУЛЬТИТАРГЕТНЫХ ЭФФЕКТОВ НЕЙРОПРОТЕКТОРОВ НА МОДЕЛИ ФОКАЛЬНОЙ ИШЕМИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА  
Shakova Fatima M., Kirova Yuliya I., Romanova Galina A. RESEARCH INTO THE MECHANISMS OF MULTI-TARGET EFFECTS OF NEUROPROTECTORS IN THE FOCAL BRAIN ISCHEMIA MODEL

### **Воздействие физических факторов различной природы на нервную систему Effects of various physical factors on the nervous system**

**Аллахвердиева А.А., Аллахвердиев А.Р.** ЭМОЦИОНАЛЬНО-ХАРАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖЕНЩИН ЗРЕЛОГО И ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТОВ В ДНИ С РАЗЛИЧНОЙ ГЕЛИОГЕОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКОЙ  
Allahverdiyeva Ayse A., Allahverdiyev Ali R. EMOTIONAL-CHARACTERICAL WOMEN'S PERFORMANCE MATURE AND OLD AGE IN DAYS WITH VARIOUS HELIOGEOMAGNETIC SYMS

**Антипов В.А.** ХРОНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИЯ СПИННОГО МОЗГА У ПАЦИЕНТОВ С СИНДРОМОМ ОПЕРИРОВАННОГО ПОЗВОНОЧНИКА  
Antipov Vladimir A. CHRONIC ELECTROSTIMULATION OF THE SPINAL CORD FOR PATIENTS WITH FAIL BACK PAIN SURGERY SYNDROME

**Белов О.В., Белокопытова К.В., Базян А.С.** О МОЛЕКУЛЯРНЫХ И КЛЕТОЧНЫХ МЕХАНИЗМАХ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННОГО НАРУШЕНИЯ ФУНКЦИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ: СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ЗАЩИТНЫХ КОНТРЕМЕР  
Belov Oleg V., Belokopytova Ksenia V., Bazyan Ara S. ON MOLECULAR AND CELLULAR MECHANISMS OF RADIATION-INDUCED DISORDERS IN THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM: STATUS OF RESEARCH AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF COUNTERMEASURES

**Белокопытова К.В., Белов О.В., Базян А.С.** СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПУЧКОВ НЕЙТРОНОВ И УСКОРЕННЫХ ИОНОВ УГЛЕРОДА НА МЕТАБОЛИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МОНОАМИНЭРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОЗГА  
Belokopytova Ksenia V., Belov Oleg V., Bazyan Ara S. COMPARATIVE ANALYSIS OF THE IMPACT OF NEUTRON BEAMS AND ACCELERATED CARBON IONS ON THE METABOLIC ACTIVITY OF THE MONOAMINEERGIC BRAIN SYSTEM

**Бурых Э.А.** ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ БЕЛЫХ КРЫС К ОСТРОЙ НОРМОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ  
Burykh Eduard A. EVALUATION OF TOLERANCE TO NORMOBARIC HYPOXIA IN RATS

**Воронцова Т.С., Васильева Н.Н., Исакова Л.С.** ПОВЕДЕНИЕ ЖИВОТНЫХ В ТЕСТЕ «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ» ПРИ ТЕХНОГЕННОМ ВРАЩАЮЩЕМСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ И ПРИ ВВЕДЕНИИ СУБСТАНЦИИ Р  
Vorontsova Tatyana S., Vasileva Nataliy N., Isakova Larysa S. BEHAVIOR OF ANIMALS IN THE "OPEN FIELD" TEST WITH A TECHNOGENIC ROTATING ELECTRIC FIELD AND AFTER THE INTRODUCTION OF SUBSTANCE P

**Гон Я., Анисимова М.В.** ПЕРЕСАДКА ЭМБРИОНОВ ВЛИЯЕТ НА МОРФОЛОГИЮ И МЕТАБОЛИТЫ МОЗГА ПОЛОВОЗРЕЛЫХ МЫШЕЙ ЛИНИИ CD-1  
Gong Yanli, Anisimova Margarita V. EFFECTS OF EMBRYO TRANSFER ON BRAIN MORPHOLOGY AND METABOLITES IN ADULT CD-1 MICE

**Зак П.П., Донцов А.Е., Серезжникова Н.Б., Трофимова Н.Н., Петронюк Ю.С., Храмцова Е.А., Гурьева Т.С., Нижник А.Н., Андрюхина А.С., Рябцева А.А.** РОЛЬ СИНЕГО СВЕТОВОГО ДИАПАЗОНА ОСВЕЩЕНИЯ В ПОДДЕРЖАНИИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГЛАЗА  
Zak Pavel P., Dontsov Alexander E., Serezhnikova Natalia B., Trofimova Natalia N., Petronyuk Yulia S., Hramtsova Elena A., Gurieva Tamara S., Nizhnik Alexander N., Andryukhina Anna S., Ryabtseva Alla A. THE ROLE OF BLUE LIGHT IN SUPPORT OF EYE VITAL ACTIVITY

**Залата О.А., Евстафьева Е.В., Кондакова Ю.М., Глушак Д.Н.** ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ВЫСШИХ ПСИХИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЗДОРОВОГО МОЛОДОГО ОРГАНИЗМА К КОЛЕБАНИЯМ ТЕМПЕРАТУРЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В КРЫМСКОМ РЕГИОНЕ

Zalata Olga A., Evstafeva Elena V., Kondakova Yulia M., Glushak Darya N. METEOSENSITIVITY OF HIGHER MENTAL FUNCTIONS OF STUDENTS TO ATMOSPHERIC TEMPERATURE FLUCTUATIONS (ACCORDING TO MONITORING DATA IN CRIMEA)

**Ибрагимов Ж.М., Мухтаров М.М., Байрамова С.Д.** ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ И АНТИОКСИДАНТНАЯ ЗАЩИТНАЯ ФУНКЦИЯ ГЛАЗА КРОЛИКОВ

Ibragimova J.M., Muhtarov M.M., Bayramova S.D. DYNAMIC CHANGES IN LIPID PEROXIDATION AND ANTIOXIDANT DEFENSE SYSTEM IN THE RABBIT EYES

**Керея А.В., Гостюхина А.А., Большаков М.А., Кутенков О.П., Ростов В.В.** ВЛИЯНИЕ НАНОСЕКУНДНОГО ИМПУЛЬСНО-ПЕРИОДИЧЕСКОГО МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРОЦЕСС ЗАЖИВЛЕНИЯ ОЖОГОВЫХ РАН

Kereya Anna V., Gostyukhina Alena A., Bolshakov Michael A., Kutenkov Oleg P., Rostov Vladislav V. THE INFLUENCE OF NANOSECOND MICROWAVE PULSES ON THE HEALING PROCESS OF THERMAL WOUNDS

**Кличханов Н.К., Джафарова А.М.** КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЦЕТИЛХО-ЛИНЭСТЕРАЗЫ СИНАПТИЧЕСКИХ МЕМБРАН МОЗГА КРЫС ЗАВИСЯТ ОТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ УМЕРЕННОЙ ГИПОТЕРМИИ

Klichkhanov Nisred K., Dzhaifarova Albina M. KINETIC CHARACTERISTICS OF THE ACETYL-CHOLINESTERASE OF SYNAPTIC MEMBRANES FROM RATS BRAIN DEPEND ON THE DURATION OF MODERATE HYPOTHERMIA

**Колесникова И.А., Буденная Н.Н., Северюхин Ю.С., Ляхова К.Н., Утина Д.М., Lalkovičova M., Гаевский В.Н.** ВЛИЯНИЕ ГАММА-КВАНТОВ НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ СТАРЫХ МЫШЕЙ В ОТКРЫТОМ ПОЛЕ

Kolesnikova Inna A., Budennaya Natalia N., Severiukhin Yuri S., Lyakhova Kristina N., Utina Dina M., Lalkovičova Maria, Gaevsky Victor N. THE EFFECT OF GAMMA RAYS ON BEHAVIORAL REACTIONS OF AGED MICE IN THE OPEN FIELD

**Кондашевская М.В., Никольская К.А., Толченникова В.В.** СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ МЫШЕЙ Balb/c И C57Bl/6 В НОРМЕ И ПРИ ХОЛОДОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ. НОВЫЕ МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ

Kondashevskaya Marina V., Nikolskaya Kira A., Tolchennikova Vera V. COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF BEHAVIORAL REACTIONS OF BALB/c AND C57Bl/6 MICE UNDER NORMAL CONDITIONS AND AFTER COLD EXPOSURE. NEW TESTING METHODS

**Константинов К.В., Леонова М.К., Константинова К.К.** СЕЛЕКТИВНАЯ ДИНАМИКА ТЕТА-АКТИВНОСТИ В СЕАНСАХ ПРОСЛУШИВАНИЯ АКУСТИЧЕСКОГО ОБРАЗА СОБСТВЕННОЙ ЭЭГ РАЗНЫХ ОТВЕДЕНИЙ

Konstantinov Konstantin V., Leonova Maria K., Konstantinova Ksenia K. SELECTIVE DYNAMICS OF THETA ACTIVITY IN SESSIONS OF LISTENING TO AN ACOUSTIC IMAGE OF PATIENT'S OWN EEG FROM DIFFERENT LEADS

**Кохан В.С.** АНТАГОНИСТ НЕЙРОКИНИН-1 РЕЦЕПТОРА БЛОКИРУЕТ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ И КОГНИТИВНЫЕ АЛТЕРАЦИИ, ВЫЗВАННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГАЛАКТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ НА КРЫС В НАЗЕМНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Kokhan Viktor S. NEUROKININ-1 RECEPTOR ANTAGONIST INHIBITS PSYCHO-EMOTIONAL AND COGNITION ALTERATIONS CAUSED BY GALACTIC COSMIC RAYS' EXPOSURE OF RATS IN A GROUND-BASED MODEL

**Павлов К.И., Сыртцев А.В., Мухин В.Н., Петренко М.И.** ВОЗДЕЙСТВИЕ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОТЕКАНИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Pavlov Konstantin I., Syrtsev Aleksei V., Mukhin Valery N., Petrenko Maxim I. THE INFLUENCE OF HELIOGEOPHYSICAL FACTORS ON COGNITIVE PROCESS

**Панасова Х.Г.** АКТИВНОСТЬ ЛАКТАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ, ПОДВЕРГНУТЫХ ВОЗДЕЙСТВИЮ НЕИОНИЗИРУЮЩЕГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ЗАРОДЫШЕВОМ ПЕРИОДЕ

Panakhova Khalida G. LACTATE DEHYDROGENASE ACTIVITY IN BRAIN STRUCTURES OF RAT ENDURED TO DECIMETRE UNIONIZED ELECTROMAGNETIC IRRADIATION IN THE EMBRYONIC PERIOD

**Рашидова А.М.** ЛДГ МОЗГА КРЫС В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ, ПОДВЕРГШИХСЯ 5% И 15% ГИПОКСИИ НА СТАДИИ ОРГАНОГЕНЕЗА

Rashidova Afag M. LDH ACTIVITY OF RAT BRAIN IN POSTNATAL ONTOGENESIS SUBJECTED TO 5% AND 15% HYPOXIA AT THE STAGE OF ORGANOGENESIS

**Саранцева Е.И., Искра Т.Д., Наволокин Н.А., Широков А.А., Тучин В.В., Семячкина-Глушковская О.В.** ИЗУЧЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ФУНКЦИЯМИ ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Sarantseva Elena I., Iskra Tatiana D., Navolokin Nikita A., Shirokov Alexander A., Tuchin Valeriy V., Semyachkina-Glushkovskaya Oxana V. STUDYING AND MANAGING THE FUNCTIONS OF THE LYMPHATIC SYSTEM

**Симаков А.Б., Водохлебов И.Н.** ПОРТАТИВНЫЙ "ГЕО-ДЭМИ" ПРИБОР ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДОЗЫ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ПОГЛОЩАЕМОГО ЧЕЛОВЕКОМ С ПРИВЯЗКОЙ К ГЕОГРАФИЧЕСКОМУ ПОЛОЖЕНИЮ

Simakov Andrey B., Vodokhlebov Igor N. A PORTABLE "GEO-DEMI" DEVICE FOR ENVIRONMENTAL AND SANITARY-HYGIENIC MONITORING OF THE DOSE OF MICROWAVE RADIATION ABSORBED BY A PERSON WITH REFERENCE TO A GEOGRAPHICAL LOCATION

**Сороко С.И., Рожков В.П., Трифонов М.И.** КОНТРОЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МОЗГА НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ЭЭГ У ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ГИПОКСИИ

Soroko Svyatoslav I., Rozhkov Vladimir P., Trifonov Mikhail I. MONITORING THE FUNCTIONAL STATE OF THE BRAIN ON THE BASIS OF EVALUATING THE DYNAMICS OF INTEGRAL PARAMETERS OF MULTICHANNEL EEG IN HUMAN UNDER HYPOXIA

**Халилов Р.А., Джафарова А.М., Ибрагимова З.К., Арсланова Р.М.** ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ МОДИФИКАЦИЙ ЛАКТАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ МОЗГА КРЫС ПРИ ГИПОТЕРМИИ

Khalilov Rustam A., Dzhafarova Albina M., Ibragimova Zubariyat K., Arslanova Rukiyat M. FLUO-RESCENT ANALYSIS OF STRUCTURAL MODIFICATIONS OF RAT'S BRAIN LACTATE DE-HYDROGENASE IN HYPOTHERMIA

**Хорсева Н.И., Григорьев П.Е.** К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНЫХ МЕХАНИЗМАХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ТЕЛЕФОНА НА СЛУХОВУЮ СИСТЕМУ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ. ПОКАЗАТЕЛИ ПРОСТОЙ СЛУХО-МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ КАК МАРКЕРЫ УРОВНЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Khorseva N.I., Grigoriev P.E. TO THE QUESTION ABOUT POSSIBLE MECHANISMS OF EFFECT OF ELECTROMAGNETIC TELEPHONE ON THE HEARING SYSTEM OF CHILDREN AND ADOLESCENTS. INDICATORS OF SIMPLE HEARING-MOTOR REACTION AS EXPOSURE MARKERS

**Шишкина Л.Н., Климович М.А., Козлов М.В.** РОЛЬ ВОЗРАСТНЫХ И СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ РЕГУЛЯЦИИ ПРОЦЕССОВ ОКИСЛЕНИЯ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ МЫШЕЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИИ

Shishkina Lyudmila N., Kozlov Mikhail V., Klimovich Mikhail A. ROLE OF THE AGE AND SEASON CHANGES OF THE OXIDATION PROCESSES REGULATION IN THE BRAIN OF MICE FOR THE DEVELOPMENT OF CONSEQUENCES OF THE RADIATION ACTION

**Шишкина Л.Н., Мазалецкая Л.И., Хрустова Н.В., Эмануэль О.Н.** ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ ПРОЦЕССОВ ОКИСЛЕНИЯ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ МЫШЕЙ В НОРМЕ И ПРИ РАДИАЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Shishkina Lyudmila N., Mazaletskaya Lidiya I., Khrustova Natalya V., Emanuel Olga N. PECULIARITIES OF THE OXIDATION PROCESSES REGULATION IN THE BRAIN OF MICE IN NORM AND UNDER THE RADIATION ACTION

### **Нейродегенеративные заболевания и опухоли мозга; регенерация нервной системы**

#### **Neurodegenerative diseases and cerebral tumor; regeneration of the nervous system**

**Аветисян А.В., Симонян Р.А., Зиновкин Р.А., Баласанянц С.М., Короев Д.О., Вольпина О.М., Бобкова Н.В.** МЕХАНИЗМ ПАТОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ АМИЛОИДА-БЕТА НА НЕЙРОНАЛЬНЫЕ МИТОХОНДРИИ ПРИ НЕЙРОДЕГЕНЕРАЦИИ АЛЬЦГЕЙМЕРОВСКОГО ТИПА, ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ФРАГМЕНТА RAGE

Avetisyan Armine V., Simonyan Ruben A., Zinovkin Roman A., Balasanyants Samson M., Koroev Dmitriy O., Volpina Olga M., Bobkova Natalia V. MECHANISM OF PATHOLOGICAL ACTION OF AMYLOID-BETA ON NEURONAL MITOCHONDRIA IN ALZHEIMER'S TYPE NEURODEGENERATION, THERAPEUTIC EFFECT OF THE SYNTHETIC FRAGMENT OF RAGE

**Алессенко А.В., Блохин В.Е., Соколов С.А., Малошицкая О.А., Гутнер У.А., Шупик М.А., Угрюмов М.В.** РОЛЬ СФИНГОЛИПИДОВ В ПАТОГЕНЕЗЕ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА

Alessenko Alice V., Blokhin Viktor E., Sokolov Sergei A., Maloshitskaya Olga A., Gutner Uliana A., Shupik Maria A., Ugryumov Michael V. ROLE OF SPHINGOLIPIDS IN THE PATHOGENESIS OF PARKINSON'S DISEASE

**Бунеева О.А., Копылов А.Т., Капица И.Г., Иванова Е.А., Медведев А.Е.** НЕЙРОПРОТЕКТОРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ ЭНДОГЕННОГО РЕГУЛЯТОРА ИЗАТИНА ПРИ МФТП-ИНДУЦИРОВАННОМ ПАРКИНСОНИЗМЕ

Buneeva Olga A., Kopylov Arthur T., Kapitsa Inga G., Ivanova Elena A., Medvedev Alexey E. NEUROPROTECTIVE MECHANISMS OF ACTION OF ENDOGENOUS REGULATOR ISATIN IN MPTP INDUCED PARKINSONISM

**Вежеева О.А., Сергеев В.Г.** СУБЪЯДЕРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ДОФАМИНЕРГИЧЕСКИХ НЕЙРОНОВ ЧЕРНОЙ СУБСТАНЦИИ КРЫС

Vezheeva Olga A., Sergeyev Valeriy G. SUBNUCLEAR ORGANIZATION OF THE DOPAMINERGIC NEURONES IN THE RATS SUBSTANTIA NIGRA

**Гиниатуллин А.Р.** РАННИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОЦЕССА ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ В НЕРВНО-МЫШЕЧНОМ СИНАПСЕ У SOD1(G93A) МЫШЕЙ

Giniatullin Arthur R. EARLY CHANGES IN THE NEUROMUSCULAR SYNAPSE IN SOD1(G93A) MICE AT THE PRE SYMPTOMATIC STAGE OF ALS

**Головичева В.В., Данилина Т.И., Шевцова Ю.А., Горюнов К.В., Плотников Е.Ю., Туровский Е.А., Зинченко В.П., Зоров Д.Б., Силачев Д.Н.** ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ НЕЙРОПРОТЕКТОРНЫХ СВОЙСТВ ВНЕКЛЕТОЧНЫХ ВЕЗИКУЛ МУЛЬТИПОТЕНТНЫХ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТРОМАЛЬНЫХ КЛЕТОК  
Golovicheva Victoria V., Danilina Tatyana I., Schevchova Yulia A., Goryunov Kirill V., Plotnikov Egor Yu., Turovsky Egor A., Zinchenko Vladimir P., Zorov Dmitry B., Silachev Denis N. STUDY OF THE EXTRACELLULAR VESICLES NEUROPROTECTIVE EFFECTS DERIVED FROM MULTIPOTENT MESENCHYMAL STROMAL CELLS

**Голомидов И.М., Большакова О.И., Емельянов А.К., Саранцева С.В.** АНАЛИЗ НЕЙРОПРОТЕКТОРНЫХ СВОЙСТВ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ШАПЕРОНОВ ГЛЮКОЦЕРЕБРОЗИДАЗЫ НА МОДЕЛИ *DROSOPHILA MELANOGASTER*  
Golomidov Ilya M., Bolshakova Olga I., Emelyanov Anton K., Sarantseva Svetlana V. ANALYSIS OF NEUROPROTECTIVE PROPERTIES OF PHARMACOLOGICAL GLUCOCEREBROSIDASE CHAPERONES ON THE *DROSOPHILA MELANOGASTER* MODEL

**Грищенко А.А., Сысоева М.В., Сысоев И.В.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ЛАГА ПИК-ВОЛНОВЫХ РАЗРЯДОВ КРЫС ЛИНИИ WAG/RIJ – ГЕНЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ АБСАННОЙ ЭПИЛЕПСИИ  
Grishchenko Anastasia A., Sysoeva Marina V., Sysoev Ilya V. MODELING OF SPIKE-WAVE DISCHARGES DETERMINATION OF THE OPTIMAL LAG VALUE FOR MODELING PEAK WAVE DISCHARGES OF WAG/RIJ RATS – MODELS OF ABSCISSA EPILEPSY

**Жданова Д.Ю., Полтавцева Р.А., Бобкова Н.В.** ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКЗОСОМ ИЗ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТРОМАЛЬНЫХ КЛЕТОК НА ПАМЯТЬ У ЖИВОТНЫХ С МОДЕЛЬЮ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА  
Zhdanova Daria Yu., Poltavtseva Rimma A., Bobkova Natalia V. EFFECT OF EXOSOMES FROM MESENCHYMAL STROMAL CELLS ON MEMORY OF ANIMALS WITH A MODEL OF ALZHEIMER'S DISEASE

**Жмуйдина Д.Р., Рябова Е.В., Сурина Н.В., Саранцева С.В.** АНАЛИЗ АКСОННОГО ТРАНСПОРТА НА МОДЕЛИ НЕЙРОСПАСТИЧЕСКОЙ ПАРАПЛЕГИИ (ТИП SPG39) DR. *MELANOGASTER*  
Zhmujdina Darya, Ryabova E.V., Surina N.V., Sarantseva S.V. ANALYSIS OF AXON TRANSPORT ON THE SPASTIC PARAPLEGY MODEL (TYPE SPG39) DR. *MELANOGASTER*

**Иванова Е.А., Мелентьев П.А., Тимошенко С.И., Саранцева С.В.** ОБЩИЙ УРОВЕНЬ НЕЙРОДЕГЕНЕРАЦИИ В МОЗГЕ ОСОБЕЙ *DROSOPHILA MELANOGASTER* С НАРУШЕННОЙ ФУНКЦИЕЙ ГЕНА *SWISS CHEESE* (SWS)  
Ivanova E.A., Melentev P.A., Timoshenko S.I., Sarantseva S.V. TOTAL LEVEL OF NEURODEGENERATION IN THE BRAIN OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* SPECIES WITH ALTERED FUNCTION OF *SWISS CHEESE* (SWS) GENE

**Игнатов С.Н., Златник Е.Ю., Сагакянц А.Б., Шульгина О.Г., Росторгуев Э.Е., Солдаткина Н.В., Пушкин А.А.** ОСОБЕННОСТИ ЦИТОКИНОВОГО МИКРООКРУЖЕНИЯ НИЗКОДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ГЛИАЛЬНЫХ ОПУХОЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЛИЧИЯ МУТАЦИИ В ГЕНАХ IDH  
Ignatov Sergey N., Zlatnik Elena Yu., Sagakyants Alexandr B., Shulgina Oksana G., Rostorguev Eduard E., Soldatkina Natalia V., Pushkin Anton A. CHARACTERISTICS OF CYTOKINE MICROENVIRONMENT IN HIGH-GRADE GLIAL TUMORS DEPENDING ON THE PRESENCE OF MUTATIONS IN IDH GENES

**Красильникова И.А., Бакаева З.В., Лисина О.Ю., Сулейманов Ш.Р., Пинелис В.Г., Сурин А.М.** ИЗМЕНЕНИЯ ВНУТРИКЛЕТОЧНОГО ИОННОГО ГОМЕОСТАЗА И МОРФОЛОГИИ КУЛЬТУРЫ НЕЙРОНОВ МОЗГА КРЫСЫ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОМ ПОВРЕЖДЕНИИ  
Krasilnikova Irina A., Bakaeva Zanda V., Lysina Oksana Yu., Suleimanov Shakir R., Pinelis Vsevolod G., Surin Alexander M. CHANGES IN INTRACELLULAR IONIC HOMEOSTASIS AND MORPHOLOGY OF MECHANICALLY INJURED RAT BRAIN NEURONAL CULTURE

**Красильникова И.А., Помыткин И.А., Бояркин Д.П., Сурин А.М., Пинелис В.Г.** МЕХАНИЗМЫ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ ИНСУЛИНА ПРИ ГЛУТАМАТНОЙ ЭКЗАТОТОКСИЧНОСТИ В КУЛЬТУРЕ КОРКОВЫХ НЕЙРОНОВ МОЗГА КРЫСЫ  
Krasilnikova Irina A., Pomytkin Igor A., Boyarkin Dmitry P., Surin Alexander M., Pinelis Vsevolod G. MECHANISMS OF INSULIN NEUROPROTECTION AT GLUTAMATE EXCITOTOXICITY IN RAT BRAIN CORTICAL CULTURES

**Крынский С.А., Малашенкова И.К., Хайлов Н.А., Огурцов Д.П., Чекулаева Е.И., Пономарева Е.В., Гаврилова С.И., Дидковский Н.А.** ГЕРПЕСВИРУСНЫЕ ИНФЕКЦИИ И ВАРИАНТЫ ИММУННЫХ НАРУШЕНИЙ ПРИ КОГНИТИВНЫХ РАССТРОЙСТВАХ АЛЬЦГЕЙМЕРОВОГО ТИПА  
Krynskiy Sergey A., Malashenkova Irina K., Hailov Nikita A., Ogurtsov Daniil P., Chekulaeva Ekaterina I., Ponomareva Elena V., Gavrilova Svetlana I., Didkovsky Nikolay A. HERPESVIRUS INFECTIONS AND IMMUNOLOGICAL VARIANTS OF ALZHEIMER DISEASE

**Мамченков Д.О., Гурская О.Е.** ОНКОБЕЛКИ В ДИАГНОСТИКЕ ГЛИОМ  
Mamchenkov Dmitry O., Gurskaya Olesya E. ONCOPROTEINS IN THE DIAGNOSIS OF GLIOBLASTOMAS

**Медведева Т.М., Сысоева М.В., Люттихофф А., Луйтелаар Ж., Сысоев И.В.** МОДЕЛИРОВАНИЕ ПИК-ВОЛНОВЫХ РАЗРЯДОВ  
Medvedeva Tatiana M., Sysoeva Marina V., Lüttjohann Annikavan, Luijtelaar Gilles, Sysoev Ilya V. MODELING OF SPIKE-WAVE DISCHARGES

**Онуфриев М.В., Моисеева Ю.В., Волобуева М.Н., Квичанский А.А., Третьякова Л.В., Гуляева Н.В.** ДИСТАНТНОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ ГИППОКАМПА ПОСЛЕ ФОКАЛЬНОГО ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА В НЕОКОРТЕКСЕ ЗАВИСИТ ОТ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ МОДЕЛИ ОККЛЮЗИИ СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ  
Onufriev Mikhail V., Moiseeva Yulia V., Volobueva Maria N., Kvichansky Aleksey A., Tretyakova Lia V., Gulyaeva Natalia V. DISTANCE DAMAGE OF THE HIPPOCAMPUS AFTER FOCAL ISCHEMIC STROKE IN NEOCORTEX DEPENDS ON THE USED MODEL OF THE MIDDLE CEREBRAL ARTERY OCCLUSION

**Орлов М.А.** ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАК ПРЕДИКТОРЫ АМИЛОИДОГЕННОСТИ ПОЛИПЕПТИДА  
Orlov Mikhail A. POLYPEPTIDE'S PHYSICAL PROPERTIES FOR AMYLOID PREDICTION

**Попов И.А., Шихлярова А.И., Росторгуев Э.Е., Тимошкина Н.Н., Гусарева М.А., Потемкин Д.С., Стасов В.В., Арапова Ю.Ю., Жукова Г.В., Протасова Т.П.** ПРИМЕНЕНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ (TMS) НА ЭТАПАХ КОМПЛЕКСНОГО ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ СО ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ ГЛИОМАМИ ГОЛОВНОГО МОЗГА  
Popov Ivan A., Shikhlyarova Alla I., Rostorguev Eduard E., Timoshkina Natalya N., Gusareva Marina A., Potemkin Dmitrii S., Stasov Vitaliy V., Arapova Yulia Yu., Zhukova Galina V., Protasova Tatiana P. THE USE OF PULSED TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION (TMS) AT THE STAGES OF COMPLEX TREATMENT OF PATIENTS WITH MALIGNANT GLIOMAS OF THE BRAIN

**Пушкарёва Е.А., Захаренко Е.А., Шевцова Е.Ф.** ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МИТОХОНДРИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ НЕЙРОДЕГЕНЕРАЦИИ  
Pushkareva Elena A., Zakharenko Elena A., Shevtsova Elena F. EVALUATION OF MITOCHONDRIA STATE IN MODELING OF NEURODEGENERATION

**Рябова Е.В., Жмуйдина Д.Р., Сурина Н.В., Мелентьев П.А., Саранцева С.В.** РОЛЬ ГЕНА *SWISS CHEESE*, ОРТОЛОГА *NTE* ЧЕЛОВЕКА, В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКОГО БАРЬЕРА *DROSOPHILA MELANOGASTER*  
Ryabova Elena V., Zhmujdina Daria R., Surina Nina V., Melentev Pavel A., Sarantseva Svetlana V. THE ROLE OF *SWISS CHEESE* GENE, A HUMAN *NTE* ORTHOLOG, IN THE FUNCTIONING OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* THE BLOOD-BRAIN BARRIER

**Сурина Н.В., Рябова Е.В., Жмуйдина Д.Р., Саранцева С.В.** АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ГЛИАЛЬНЫХ КЛЕТОК НА МОДЕЛИ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА *DROSOPHILA MELANOGASTER*  
Surina N., Ryabova E., Zhmuydina D., Sarantseva S. ANALYSIS OF THE STATE OF GLIAL CELLS IN A MODEL OF ALZHEIMER'S DISEASE *DROSOPHILA MELANOGASTER*

**Туровская М.В., Туровский Е.А.** МЕХАНИЗМЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ ВОЗБУЖДАЮЩЕЙ НЕЙРОТРАНСМИССИИ В НЕЙРОНАХ КОРЫ МОЗГА С МУТАЦИЕЙ ТРАНСКРИПЦИОННОГО ФАКТОРА SIP1. ЗАЩИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ЦИТОКИНА - ИНТЕРЛЕЙКИНА-10  
Turovskaya Maria V., Turovsky Egor A. DISTURBANCE MECHANISMS OF EXCITING NEUROTRANSMISSION IN THE CORTICAL NEURONS WITH MUTATION OF THE TRANSCRIPTION FACTOR SIP1. PROTECTIVE EFFECTS OF ANTI-INFLAMMATORY CYTOKINE - INTERLEUKIN-10

**Хидиятова И.М., Ахмадеева Г.Н., Гилязова И.Р., Петрова А.Ю., Байтимеров А.Р., Магжанов Р.В., Хуснутдинова Э.К.** РОЛЬ ГЕНОВ СИСТЕМЫ МЕТАБОЛИЗМА МОНОАМИНОВ В РАЗВИТИИ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА  
Khidiyatova Irina M., Akhmadeeva Gulnara N., Gilyazova Irina R., Petrova Anastasiya Yu., Baitimerov Azamat R., Magzhanov Rim V., Khusnutdinova Elza K. THE ROLE OF MONOAMINE METABOLISM SYSTEM GENES IN NEUROPSYCHOLOGICAL MANIFESTATIONS OF PARKINSON'S DISEASE

**Хороводов А.П., Блохина И. А., Лежнёв Н.Д., Семячкина-Глушковская О.В.** ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ ГЛИОМ ПУТЕМ ПРЯМОЙ ГЕНЕРАЦИИ СИНГЛЕТНОГО КИСЛОРОДА  
Khorovodov Aleksandr, Blokhina Inna, Lezhnev Nikita, Semyachkina-Glushkovskaya Oxana. PHOTODYNAMIC GLIOMA THERAPY BY DIRECT GENERATION OF SINGLET OXYGEN

**Чапров К.Д., Голоборщцева В.В., Тетерина Е.В., Кучеряну В.Г., Морозов С.Г., Овчинников Р.К.** ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ БЕЛКОВ СЕМЕЙСТВА СИНУКЛЕИНОВ В МЕХАНИЗМЕ ТОКСИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ДОФАМИНЕРГИЧЕСКИХ НЕЙРОНОВ ЧЕРНОЙ СУБСТАНЦИИ  
Chaprov Kirill D., Goloborshcheva Valeria V., Teterina Ekaterina V., Kucheryanu Valeriayn G., Morozov Sergey G., Ovchinnikov Ruslan K. STUDIES OF THE ROLE OF SYNUCLEIN FAMILY PROTEINS IN THE MECHANISM OF TOXIN-INDUCED DAMAGE OF SUBSTANTIA NIGRA DOPAMINERGIC NEURONS

**Чичёва М.М., Мальцев А.В., Кохан В.С.** ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭКСПРЕССИЮ НЕЙРОТРОФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В *IN VIVO* МОДЕЛЯХ НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ  
Chicheva Mariia M., Maltsev Andrei V., Kohan Viktor S. INFLUENCE OF IONIZING RADIATION ON NEUROTROPHIC FACTORS EXPRESSION IN NEURODEGENERATIVE DISEASES *IN VIVO* MODELS

## Нейробиология сна-бодрствования Neurobiology of sleep-wakefulness

**Арсеньев Г.Н., Зенченко Т.А., Ткаченко О.Н., Дорохов В.Б.** ВЛИЯНИЕ НА ЦИКЛ СОН БОДРСТВОВАНИЕ ГЕОМАГНИТНЫХ ФАКТОРОВ У МЫШЕЙ

Arseniyev Gleb N., Zenchenko Tatyana A., Tkachenko Olga N., Dorokhov Vladimir B. EFFECT AT SLEEP-WAKE CYCLE OF GEOMAGNETIC FACTORS IN MICE

**Гузеев М.А., Симонова В.В., Курмазов Н.С., Пастухов Ю.Ф.** ЭЭГ-МАРКЕРЫ ХРОНИЧЕСКОГО НЕДОСЫПАНИЯ У КРЫС

Guzeev Mikhail A., Simonova Valentina V., Kurmazov Nikita C., Pastukhov Yur. F. EEG MARKERS OF CHRONIC SLEEP RESTRICTION IN RATS

**Искра Т.Д., Саранцева Е.И., Семячкина-Глушковская О.В., Пензель Т.У.Ф., Климова М.М.** ФЕНОМЕН ЛИМФАТИЧЕСКОГО ОЧИЩЕНИЯ ТКАНЕЙ МОЗГА ВО ВРЕМЯ СНА

Iskra Tatiana D., Sarantseva Elena I., Semyachkina-Glushkovskaya Oxana V., Penzel Thomas W.F., Klimova Maria M. PHENOMENON OF LYMPHATIC CLEANING OF BRAIN TISSUES DURING SLEEP

**Украинцева Ю.В., Левкович К.М., Шилов М.О.** ВЛИЯНИЕ СЕЛЕКТИВНОЙ СУПРЕССИИ ТРЕТЬЕЙ СТАДИИ СНА НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ

Ukrainceva Yulia V., Liukovich Krystsina M., Shilov Mikhail O. EFFECTS OF SELECTIVE SLOW-WAVE SLEEP SUPPRESSION ON COGNITIVE FUNCTION

## Санокреатология, формирование и поддержание психического здоровья Sanocreatology, formation and maintenance of mental health

**Березовская Е.С.** НАРУШЕНИЯ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ У БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКИМИ ГЕПАТОПАТИЯМИ

Berezovskaia Elena S. MENTAL HEALTH DISORDERS IN PATIENTS WITH CHRONIC HEPATOPATHIES

**Давыдов А.А., Корнетов А.Н., Буцык Е.В.** ВЗАИМОСВЯЗЬ КОГНИТИВНЫХ СТИЛЕЙ «ПОЛЕЗАВИСИМОСТЬ — ПОЛЕНЕЗАВИСИМОСТЬ» И «РИГИДНОСТЬ КОГНИТИВНОГО КОНТРОЛЯ — ГИБКОСТЬ КОГНИТИВНОГО КОНТРОЛЯ» С УРОВНЕМ САМООЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ У СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО КУРСА СИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Davydov Artem A., Kornetov Alexandr N., Butsyk Ekaterina V. THE RELATIONSHIP OF COGNITIVE STYLE «FIELD DEPENDENCE – FIELD INDEPENDENCE» AND «RIGIDITY OF COGNITIVE CONTROL - FLEXIBILITY OF COGNITIVE CONTROL» WITH THE LEVEL OF SELF-ASSESSMENT OF LIFE QUALITY AT STUDENTS OF THE FIRST COURSE OF THE SIBERIAN STATE MEDICAL UNIVERSITY

**Казакова Е.В., Соколова Л.В., Ипатова В.А.** ВЗАИМОСВЯЗИ ХАРАКТЕРИСТИК ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ЗДОРОВЬЯ ПЕРВОКЛАССНИКА И СТИЛЯ СЕМЕЙНОГО ВОСПИТАНИЯ

Kazakova Elena V., Sokolova Ludmila V., Ipatova Veronika A. RELATIONSHIP BETWEEN CHARACTERISTICS OF EMOTIONAL HEALTH OF THE FIRST-FORMERS AND FAMILY EDUCATION STYLE

**Котягина С.Н.** ПСИХОРЕГУЛИРУЮЩИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УМСТВЕННОЙ АКТИВНОСТИ В ПОЖИЛОМ ВОЗРАСТЕ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ «АКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ» (НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД)

Kotyagina S.N. PSYCHOREGULATORY COMPLEX FOR INCREASING MENTAL ACTIVITY IN THE ELDERLY AS PART OF THE ACTIVE LONGEVITY PROGRAM (NEUROPSYCHOLOGICAL APPROACH)

**Пойлова М.М., Давыдов А.А., Алексеева Л.Ф.** ВЗАИМОСВЯЗЬ МУЗЫКАЛЬНЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ И АГРЕССИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ

Poylova Margarita M., Davydov Artem A., Alekseeva Lyudmila F. RELATIONSHIP OF MUSICAL PREFERENCES WITH AGGRESSIVE BEHAVIOR

**Соболева И.В., Чуднова В.В., Шульц К.А.** АДАПТИВНАЯ ВЕРХОВАЯ ЕЗДА КАК МЕТОД НАПРАВЛЕННОГО ФОРМИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО И ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ

Soboleva Irina V., Chudnova Valeria V., Schulz Ksenia A. ADAPTIVE HORSE RIDING AS A METHOD OF DIRECTED FORMATION OF PHYSICAL AND MENTAL HEALTH

**Стрельников Н.А., Вашанов Г.А., Полякова-Семенова Н.Д., Гуляева С.И.** КОРРЕЛЯТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ В ДИНАМИКЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Strel'nikov Nikolay A., Vashanov Gennady A., Polyakova-Semenova Nina D., Gulyaeva Svetlana I. CORRELATIVE FEATURES OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL HEALTH INDICATORS IN STUDENTS DURING STUDYING

**Фурдуй Ф.И., Чоканэ В.К., Глижин А.Г., Вуду С.Г., Георгиу З.Б., Вуду Л.Т., Присяжнюк В.Г., Житарь Ю.Н.** ДВУЛИКОСТЬ ЭМОЦИЙ И ФОРМИРОВАНИЕ / ПРОЯВЛЕНИЕ ПСИХИКИ И ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ



Furdui Teodor I., Ciochina Valentina Ch., Glijin Aliona G., Vudu Stela G., Gheorghiu Zinaida B., Vudu Lorina T., Priseajniuc Victoria G., Jitari Iurii N. DUALISM OF EMOTIONS AND THE FORMATION / MANIFESTATION OF THE PSYCHE AND MENTAL HEALTH

**Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Глижин А.Г., Березовская Е.С., Булат О.В., Вуду С.Г., Георгиу З.Б., Головатюк Л.Б., Голосеева А.В., Цуркану П.П., Нифит В.А. ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ ПОВЕДЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ / ПРОЯВЛЕНИЕ ПСИХИКИ И ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ**

Furdui Teodor I., Ciochina Valentina Ch., Glijin Aliona G., Berezovskaia Elena S., Bulat Olga V., Vudu Stela G., Gheorghiu Zinaida B., Golovatiuc Liudmila B., Goloseeva Aalexandra V., Turcanu Parascovia P., Nofit Victoria A. MULTIFUNCTIONALITY OF BEHAVIOR AND THE FORMATION / MANIFESTATION OF THE PSYCHE AND MENTAL HEALTH

**Фурдуй Ф.И., Шептицкий В.А., Листопадава Л.А., Гарбузняк А.А. О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНТИОКСИДАНТНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЦЕЛЯХ ПОДДЕРЖАНИЯ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ**

Furdui T.I., Sheptitsky V.A., Listopadova L.A., Garbuzniac A.A. ON THE POSSIBILITY OF USING ANTIOXIDANT MICROELEMENTS FOR THE MAINTENANCE OF MENTAL HEALTH

**Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф., Глижин А.Г., Райский В.М., Присяжнюк В.Г., Житарь Ю.Н. ТРЕХВАЛЕНТНОСТЬ КОММУНИКАЦИИ В ФОРМИРОВАНИИ И ПРОЯВЛЕНИИ ПСИХИКИ И ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ**

Ciochina Valentina Ch., Furdui Vlada T., Glijin Aliona G., Raischi Viorica M., Priseajniuc Victoria G., Jitari Iurii N. TRIVALENCE OF COMMUNICATION IN THE FORMATION AND MANIFESTATION OF THE PSYCHE AND MENTAL HEALTH

### **Методология психофизиологических исследований Methodology of the psychophysiological investigations**

**Безденежных Б.Н., Гулина Е.М., Пальцев А.Б. К ВОПРОСУ ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ВНУТРЕННЕЙ МОДЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ**

Bezdenezhnykh Boris N., Gulina Elena M., Palcev Alexandr B. PROOF OF THE STABILITY OF THE INTERNAL MODEL OF BEHAVIOR

**Берловская Е.Е., Черкасова О.П., Ожередов И.А., Адамович Т.В., Исайчев Е.С., Исайчев С.А., Макуренов А. М., Вараксин А. Н., Гатиллов С.Б., Куренков Н.И., Черноризов А.М., Шкуринов А.П. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОБЪЕКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ЧЕЛОВЕКА**

Berlovskaya Elena E., Cherkasova Olga P., Ozheredov Ilya A., Adamovich Timofey V., Isaychev Eugene S., Isaychev Sergei A., Makurenkov Alexander M., Varaksin Alexander N., Gatilov Sergei B., Kurenkov Nikolai I., Chernorizov Alexander M., Shkurinov Alexander P. INTEGRATED APPROACH TO OBJECTIVE DIAGNOSTICS OF PSYCHOEMOTIONAL HUMAN STATES

**Бузмаков А.В., Куликова С.П. ВЫЯВЛЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ТМС-ИНДУЦИРОВАННЫМ ПОЛЕМ В ТКАНЯХ ГОЛОВНОГО МОЗГА И АМПЛИТУДОЙ ВЫЗВАННОГО МОТОРНОГО ПОТЕНЦИАЛА**

Buzmakov Aleksey V., Kulikova Sofya P. REVEALING RELATIONSHIPS BETWEEN TMS-INDUCED ELECTRIC FIELD IN THE BRAIN TISSUES AND THE AMPLITUDE OF THE MOTOR EVOKED POTENTIAL

**Буланов Д.В., Гурская О.Е. СОВРЕМЕННЫЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У СПОРТСМЕНОВ**

Bulanov Daniil V., Gurskaya Olesya E. MODERN PSYCHOPHYSIOLOGICAL AND ELECTROPHYSIOLOGICAL METHODS OF EVALUATING THE NERVOUS SYSTEM IN ATHLETES

**Булгакова О.С. СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ ПОДУРОВНЕВОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЛИЧНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ДИНАМИКИ ВОЛН ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ**

Bulgakova Olga S. STRESS RESISTANCE OF THE SUB-LEVEL FUNCTIONAL ORGANIZATION OF THE INDIVIDUAL ON THE EXAMPLE OF THE DYNAMICS OF ELECTROENCEPHALOGRAPH WAVES UNDER FUNCTIONAL LOAD

**Валькова Н.Ю., Комаровская Е.В. ИЗУЧЕНИЕ ЭВРИСТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЭКСПРЕСС-МЕТОДИК ПСИХОЛОГО-ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

Val'kova Nadezhda Yu., Komarovskaya Elena V. STUDY OF HEURISTIC POSSIBILITIES OF EXPRESS METHODS OF PSYCHOLOGICAL AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL MONITORING

**Горбачева А.К., Федотова Т.К. АНАЛИЗ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЦЕЛОСТНОСТИ ОРГАНИЗМА НА МАТЕРИАЛАХ ВЫБОРКИ МОСКОВСКИХ ЮНОШЕЙ-СТУДЕНТОВ: СОМА, ЭЭГ, ПСИХОМЕТРИКА**

Gorbacheva Anna K., Fedotova Tatiana K. ANALYSIS OF MORPHOFUNCTIONAL INTEGRITY OF THE ORGANISM BASED ON DATA OF THE SAMPLE OF MOSCOW MALE STUDENTS: SOMA, EEG, PSYCHOMETRICS

**Григорьев А.С., Городный В.А. ВЕРИФИКАЦИЯ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОТНОШЕНИЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА К ДЕТАМ С АТИПИЧНЫМ РАЗВИТИЕМ**

Grigorev Aleksey S., Gorodnyi Viktor A. VERIFICATION OF THE METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESS THE MEDICAL STUDENTS' ATTITUDE TOWARD CHILDREN WITH ATYPICAL DEVELOPMENT

**Дадашев Ф.Г., Аллахвердиев А.Р., Дадашева К.Г., Искендеров Н.И.** СЕТЬ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ НА ОСНОВЕ ПОРТАТИВНОГО УСТРОЙСТВА РЕАЛИЗУЮЩЕГО МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ BIOFEEDBACK  
Dadashev Fuad H., Allahverdiev Ali R., Dadasheva Kamala G., Isgandarov Nuraddin I. NETWORK OF MICROCONTROLLERS BASED ON A PORTABLE DEVICE PROVIDING A MULTI-PARAMETRIC BIOFEEDBACK

**Дробница И.П.** АСИММЕТРИИ ЛИЦА И ПРОБЫ ЛУРИЯ НА ПАРЦИАЛЬНОЕ ЛЕВШЕСТВО КАК ПРЕДИКТОРЫ БАЛАНСА ТРЕХ ОСНОВНЫХ МОНОАМИНЕРГИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
Drobnitsa Irina P. FACIAL ASYMMETRIES AND LATERAL PREFERENCE FOR HAND CLASPING AND ARM FOLDING AS PREDICTORS OF THE BALANCE OF MONOAMINERGIC SYSTEMS

**Дробница И.П.** ВЗАИМОСООТНОШЕНИЕ ТРЕХФАКТОРНОЙ МОДЕЛИ ИНДИВИДУАЛЬНОСТИ АЙЗЕНКА, BIG FIVE ГОЛДБЕРГА И ФАКТОРНОЙ МОДЕЛИ 16PF КЕТТЕЛЛА С ПОЗИЦИИ СТРУКТУРНО-АКТИВАЦИОННО-НЕЙРОХИМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕМПЕРАМЕНТА (CAN-T)  
Drobnitsa Irina P. CORRELATION BETWEEN EYSENCK'S THREE-FACTOR PERSONALITY MODEL, GOLDBERG'S FIVE-FACTOR MODEL (BIG FIVE) AND CATTELL'S FACTOR MODEL FROM THE PERSPECTIVE OF THE STRUCTURAL-ACTIVATION-NEUROCHEMICAL TEMPERAMENT MODEL (SAN-T)

**Карамова Н.Я., Касумов Ч.Ю., Касумова З.А.** НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ У ПОЖИЛЫХ И СТАРЫХ ЛЮДЕЙ ПРОЖИВАЮЩИХ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ  
Karamova Natavan Y., Gasimov Chingiz Y., Gasimova Zarnigar A. THE MOST COMMON DISEASES AMONG THE OLD AND ELDERLY IN AZERBAIJAN

**Куликова С.П.** ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ТМС НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИФФУЗИОННОЙ МРТ  
Kulikova Sofya P. OPTIMIZING TMS APPROACHES BASED ON DIFFUSION MRI DATA

**Орлов В.А., Малахов Д.Г., Карташов С.И., Холодный Ю.И.** ПРИМЕНЕНИЕ МРТ-СОВМЕСТИМОЙ ПОЛИГРАФИИ В ПРОЦЕССЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ  
Orlov Vyatcheslav A., Malakhov Denis G., Kartashov Sergey I., Kholodny Yuri I. APPLICATION OF MRI-COMPATIBLE POLYGRAPH IN THE PROCESS OF FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING

**Пилечева А.В., Исайчев С.А., Черноризов А.М., Адамович Т.В., Скворцов А.А., Микадзе Ю.В.** ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ФУНКЦИИ РЕЧИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЯМИ ПОТЕНЦИАЛОВ МОЗГА  
Pilecheva Adita V., Isaichev Sergei A., Chernorizov Aleksandr M., Adamovich Timothy V., Skvortsov Anatolii A., Mikadze IUrii V. STUDIES OF THE SYSTEM ORGANIZATION OF SPEECH FUNCTION BASED ON THE ANALYSIS OF AMPLITUDE-TIME PARAMETERS OF BRAIN EVENT – RELATED POTENTIALS

**Трифонов М.И., Рожков В.П., Сороко С.И.** ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ЭЭГ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИВАРИАТИВНОЙ СТРУКТУРНОЙ ФУНКЦИИ ПЕРВОГО ПОРЯДКА  
Trifonov Mikhail I., Rozhkov Vladimir P., Soroko Svyatoslav I. SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF MULTICHANNEL EEG BASED ON MULTIVARIATE STRUCTURE FUNCTION OF THE FIRST ORDER

**Трифонов М.И., Панасевич Е.А.** ЛОНГИТУДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВНУТРИИНДИВИДУАЛЬНОЙ ВАРИАТИВНОСТИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУРНОЙ ФУНКЦИИ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ЭЭГ  
Trifonov Mikhail I., Panasevich Ekaterina A. LONGITUDINAL RESEARCH OF INTRA-INDIVIDUAL VARIABILITY OF INTEGRAL PARAMETERS OF STRUCTURE FUNCTION OF MULTICHANNEL EEG

**Филатова Ю.О., Белякова Л.И.** ИНТЕГРАЦИЯ ПСИХОМОТОРНЫХ ФУНКЦИЙ В ПРОЦЕССЕ СТАНОВЛЕНИЯ РЕЧЕДВИГАТЕЛЬНОЙ СТЕРЕОТИПИИ РЕБЕНКА  
Filatova Yulia O., Belyakova Lidia I. INTEGRATION OF PSYCHOMOTOR FUNCTIONS IN THE PROCESS OF CHILD'S SPEECH-MOTOR STEREOTYPE DEVELOPMENT

**Чалышева А.А., Логинова Т.П.** ВЫЯВЛЕНИЕ УТОМЛЕНИЯ В ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОМ СТАТУСЕ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ: ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ МАРКЕРЫ И ГЕНДЕРНЫЙ АСПЕКТ  
Chalysheva Anna A., Loginova Tatiana P. THE IDENTIFICATION OF FATIGUE IN THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATUS OF HIGHLY QUALIFIED ATHLETES: INDIVIDUAL MARKERS AND GENDER ASPECT

### **Клиническая нейродиагностика Clinical neurodiagnostics**

**Блинова К.В., Молчанова Л.Н.** НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СХЕМЫ ТЕЛА У СЛАБОСЛЫШАЩИХ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА  
Blinova Kristina V., Molchanova Ludmila N. NEUROPSYCHOLOGICAL FEATURES OF A BODY IMAGE HEARING-IMPAIRED CHILDREN OF PRIMARY SCHOOL AGE

**Бондарчук В.И.** НЕВРОЛОГИЯ, РЕФЛЕКСОЛОГИЯ И МАНУАЛЬНАЯ ТЕРАПИЯ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ  
Bondarchuk Vladimir I. NEUROLOGY, REFLEXOLOGY AND MANUAL THERAPY IN CLINICAL PRACTICE

**Бондарчук В.И.** ЭЛЕКТРОПУНКТУРНАЯ ДИАГНОСТИКА И ЭЛЕКТРОПУНКТУРНАЯ ТЕРАПИЯ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С МИГРЕНЬЮ  
Bondarchuk Vladimir I. ELECTROPUNCTURE DIAGNOSIS AND ELECTROPUNCTURE THERAPY IN REHABILITATION OF MIGRAINE PATIENTS

**Бондарчук В.И.** КРИОРЕФЛЕКСОТЕРАПИЯ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПОЯСНИЧНОЙ ДОРСОПАТИЕЙ  
Bondarchuk Vladimir I. CRYOREFLEXOTHERAPY IN REHABILITATION OF PATIENTS WITH LUMBAR DORSOPATHY

**Брежнева Д.С.** ОЦЕНКА УРОВНЯ САМООТНОШЕНИЯ СТУДЕНТОВ И ИХ ПРИТЯЗАНИЙ К СЛОЖНОСТИ КОГНИТИВНОЙ ЗАДАЧИ  
Brezhneva Darya. ASSESSMENT OF THE LEVEL OF SELF-RELATIONSHIP OF STUDENTS AND THEIR CLAIMS TO THE COMPLEXITY OF THE COGNITIVE PROBLEM

**Казымаев С.А., Шендяпина М.В., Смоленцева И.Г.** ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ОКСФОРДСКОГО КОГНИТИВНОГО СКРИНИНГА В МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ  
Kazymaev Sergey A., Shendyapina Maria V., Smolentseva Irina G. EXPERIENCE OF OXFORD COGNITIVE SCREENING IN MEDICAL REHABILITATION

**Клименко Л.Л., Скальный А.В., Деев А.И., Баскаков И.С., Буданова М.Н., Мазилина А.Н., Савостина М.С.** МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПРЕДИКТОРЫ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА. ПРОТЕИН C, D-ДИМЕРЫ И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В СИСТЕМЕ СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ ПРИ ИШЕМИЧЕСКОМ ИНСУЛЬТЕ  
Klimenko Lydmila L., Skalnyy Anatoly V., Deev Anatoly I., Baskakov Ivan S., Budanova Maria N., Mazilina Aksana N., Savostina Marina S. METABOLIC PREDICTORS OF ISCHEMIC STROKE. PROTEIN C, D-DIMERS AND TRACE ELEMENTS IN THE BLOOD COAGULATION SYSTEM AND ISCHEMIC STROKE

**Кожевников С.П., Шигапова Р.Р., Сагитдинова А.Н.** ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ ВНИМАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ДВИЖЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА: ДАННЫЕ ЭЭГ ИССЛЕДОВАНИЯ  
Kozhevnikov Sergey P., Shigapova Reseda R., Sagitdinova Anna N. RESEARCH OF FUNCTIONS OF ATTENTION WHEN PREPARING MOVEMENTS IN PATIENTS WITH PARKINSON'S DISEASE: EEG RESEARCH DATA

**Курепина И.С., Зорин Р.А., Жаднов В.А., Сорокин О.А.** НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ ГЕМОРАГИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА  
Kurepina Inna S., Zorin Roman A., Zhadnov Vladimir A., Sorokin Oleg A. NEUROPHYSIOLOGICAL CHANGES IN PATIENTS IN THE ACUTE PERIOD OF HEMORRHAGIC STROKE

**Медведева Ю.И., Зорин Р.А., Жданов В.А., Лапкин М.М., Харламов И.В., Бурмина Е.Н.** ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У БОЛЬНЫХ ЭПИЛЕПСИЕЙ  
Medvedeva Yulia I., Zorin Roman A., Zhadnov Vladimir A., Lapkin Mixail M., Harlamov I'lya V., Burmina Elena N. FEATURES OF PHYSIOLOGICAL RESOURCES AND THE EFFECTIVENESS OF PURPOSEFUL ACTIVITY IN PATIENTS WITH EPILEPSY

**Михальчик И.О., Омельченко В.П.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ НЕЛИНЕЙНОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ ПРИ НЕВРАЛГИИ ТРОЙНИЧНОГО НЕРВА  
Mihalchich Irina O., Omelchenko Vitaly P. USING THE TECHNIQUE OF NONLINEAR DYNAMIC ANALYSIS OF ELECTROENCEPHALOGRAMS IN TRIGEMINAL NEURALGIA

**Салтыкова А.Д., Куликова С.П., Назарова М.А.** ИССЛЕДОВАНИЕ ВКЛАДА ПЕРЕКРЫТИЯ ОЧАГА ИНСУЛЬТА И КОРТИКО-СПИНАЛЬНОГО ТРАКТА В РЕАБИЛИТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМ ИНСУЛЬТОМ  
Saltykova Anastasiia D., Kulikova Sofya P., Nazarova Maria A. EXPLORING THE CONTRIBUTION OF THE LESION LOAD OF THE CORTICOSPINAL TRACT TO STROKE RECOVERY IN CHRONIC STROKE PATIENTS

**Слободина А.Д., Комиссаров А.Е., Саранцева С.В.** ПОИСК МУТАЦИЙ, АССОЦИИРОВАННЫХ С АРТРОГРИПОЗОМ, МЕТОДОМ ЭКЗОМНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ  
Slobodina Aleksandra D., Komissarov Artem E., Sarantseva Svetlana V. SEARCH OF MUTATIONS THAT ARE ASSOCIATED WITH ARTHROGRYPOSIS BY EXOME SEQUENCING

**Тюшкевич С.А., Переверзева Д.С., Мамохина У.А., Данилина К.К., Салимова К.Р., Горбачевская Н.Л.** ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЭГ С ОСОБЕННОСТЯМИ ПРОЯВЛЕНИЯ АУТИСТИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ  
Tyushkevich Svetlana A., Pereverzeva Daria S., Mamokhina Uliana A., Danilina Kamilla K., Salimova Ksenia R., Gorbachevskaya Natalia L. THE STUDY OF THE RELATIONSHIP OF THE SPECTRAL CHARACTERISTICS OF THE EEG WITH THE FEATURES OF THE MANIFESTATION OF AUTISTIC DISORDERS

**Хатламаджиян В.Р., Харькова Ю.В., Иваницкая Л.Н.** ОСОБЕННОСТИ ЭЭГ НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ БОДРСТВОВАНИЯ У ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ И С СИНДРОМОМ РАННЕГО ДЕТСКОГО АУТИЗМА (РДА)  
Khatlamadzhiyan Varteres R., Kharkova Yuliya V., Ivanitskaya Lyudmila N. EEG FEATURES AT DIFFERENT LEVELS OF WAKEFULNESS IN HEALTHY CHILDREN AND CHILDREN WITH INFANTILE AUTISM (IA)

## Нанотехнологии и наноматериалы в биомедицинских исследованиях Nanotechnologies and nanomaterials in biomedical research

**Большакова О.И., Рябokon И.С., Борисенкова А.А., Саранцева С.В.** ТОКСИЧНОСТЬ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ, СОДЕРЖАЩИХ ФУЛЛЕРЕНЫ  
Bolshakova Olga I., Ryabokon Irina S., Borisenkova Alina A., Sarantseva Svetlana V. TOXICITY AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF FULLERENE-CONTAINING COMPLEXES

**Гавриш М.С., Гайдин С.Г., Туровская М.В., Туровский Е.А., Бабаев А.А.** НЕЙРОПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ ПОВЫШЕННОЙ ЭКСПРЕССИИ BDNF В УСЛОВИЯХ ИШЕМИИ (OGD) И ГЛУТАМАТ-ИНДУЦИРОВАННОЙ ЭКСАЙТОТОКСИЧНОСТИ (GluTox)  
Gavrish Maria S., Gaidin Sergei G., Turovskaya Maria V., Turovsky Egor A., Babaev Alexey A. THE NEUROPROTECTIVE EFFECT OF BDNF OVEREXPRESSION AGAINST ISCHEMIA (OGD) AND GLUTAMATE-INDUCED EXCITOTOXICITY (GluTox)

**Колпаков С.А., Колпакова Е.П., Златник Е.Ю., Непомнящая Е.М., Шульгина О.Г.** ОНКОЛИТИЧЕСКИЕ ШТАММЫ РОТАВИРУСОВ КАК БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАНОЧАСТИЦЫ  
Kolpakov Sergey A., Kolpakova Elena P., Zlatnik Elena Y., Nepomnashchaya Evgeniya M., Shulgina Oksana G. ONCOLYTIC ROTAVIRUS STRAINS AS BIOLOGIC NANOPARTICLES

**Монахова Т.В., Ольхов А.А., Староверова О.Н., Зернова Ю.Н.** СОЗДАНИЕ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ УЛЬТРАТОНИКОВ ВОЛОКОН ДЛЯ НЕЙРОХИРУРГИИ НА ОСНОВЕ БИОРАЗЛАГАЕМОГО ПОЛИ(3-ГИДРОКСИБУТИРАТА)  
Monakhova Tatiana V., Olkhov Anatoly A., Staroverova Olga N., Zernova Yulia N. CREATING A NEW GENERATION OF ULTRATHIN FIBERS FOR NEUROSURGERY BASED ON BIODEGRADABLE POLY (3-HYDROXYBUTYRATE)

**Семичев Е.В., Иванов О.В., Медведева Н.Н., Собакарь Е.Г.** К ВОПРОСУ ОБ ИНТЕГРАЦИИ ИМПЛАНТОВ ПРИ ЗАКРЫТИИ ДЕФЕКТОВ КОСТЕЙ СВОДА ЧЕРЕПА В РАННИЙ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЙ ПЕРИОД  
Semichev Evgeniy V., Ivanov Oleg V., Medvedeva Nadezhda N., Sobakar Evgeniy G. ON THE IMPLANT INTEGRATION IN CLOSING THE DEFECTS OF CALVARIA SKULL BONES IN THE EARLY POSTOPERATIVE PERIOD

**Федорова А.М., Шарафутдинова Л.А.** СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НА ФОНЕ ПЕРОРАЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ НАНОДИСПЕРСНОЙ ФОРМЫ ДИОКСИДА ТИТАНА  
Fedorova Albina, Sharafutdinova Lucia. STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF THE THYROID GLAND ON THE BACKGROUND OF ORAL INJECTION OF THE NANODISPERSED FORM OF TITANIUM DIOXIDE

**Черенков И.А., Харанжевский Е.В., Сафиуллина А.Ф., Гимаздинова А.Р., Давлятшин Р.И.** РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ СИСТЕМ «КЛЕТКА-НА-ЧИПЕ»  
Cherenkov Ivan A., Kharanzhevskiy Evgeny V., Safiullina Ajsylu F., Gimazdinova Aliya R., Davlyatshin Ravil' I. DEVELOPMENT OF ELECTROCHEMICAL INTERFACE ELEMENTS FOR CELL-ON-CHIP SYSTEMS

## Нейрокомпьютеры Neurocomputers

**Альбетьярова К.М., Корнилов М.В., Сысоев И.В.** ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НЕЙРОНОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ЭПИЛЕПТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ  
Albetyarova Karina M., Kornilov Maksim V., Sysoev Ilya V. SIMULATION OF THE BRAIN NEURONS BEHAVIOR IN EPILEPTIC ACTIVITY

**Андрианов В.В., Лазутин С.А., Муртазин М.И., Гайнутдинов Х.Л.** МОДЕЛЬ CPG В ФОРМАЛЬНОЙ НЕЙРОННОЙ СИСТЕМЕ: РОЛЬ УВЕЛИЧЕНИЯ ВОЗБУДИМОСТИ ИНТЕРНЕЙРОНОВ  
Andrianov Viatcheslav, Lazutin Sergei, Murtazin Marat, Gainutdinov Khalil. CPG MODEL IN THE FORMAL NEURAL SYSTEM: THE ROLE OF INCREASING THE EXCITABILITY OF INTERNEURONS

**Жаринов А.И., Лобов С.А.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПАЙКОВОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПАМЯТИ НЕЙРОБОТА  
Zharinov Alexey I., Lobov Sergey A. USING A SPIKE NEURAL NETWORK FOR MODELING SPACE MEMORY OF A NEUROBOT

**Овчаренко В.В., Руденко М.А., Руденко А.В.** СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ РАЗЛИЧНОЙ АРХИТЕКТУРЫ В РАСПОЗНАВАНИИ ВОООБРАЖАЕМЫХ ДВИЖЕНИЙ ПО СИГНАЛАМ ЭЭГ  
Ovcharenko Vladimir V., Rudenko Marina A., Rudenko Andrei V. COMPARISON ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS OF DIFFERENT TOPOLOGIES IN RECOGNIZING IMAGINARY MOVEMENTS BASED ON EEG SIGNALS

**Панов Н.В., Комков И.Б., Савельев А.В., Косицын Н.С., Логинова Н.А.** ТЕХНОИММУНОСИСТЕМА КАК ИТОГ СОВМЕСТИМОСТИ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ БОЕВЫХ ИСКУССТВ ВОСТОКА. ИММУНОДВИЖЕНИЯ  
Panov Nikolay V., Komkov Ivan B., Savelyev Alexander V., Kositsyn Nikolay S., Loginova Nadezhda A.  
TECHNOIMMUNOSYSTEM AS A RESULT OF A SYSTEM COMBINATION IN MARTIAL ARTS. IMMUNOMOVEMENTS

**Петраш В.В.** ТЕОРИЯ РЕЗОНАНСА — КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПРИНЦИП МЕХАНИЗМОВ СОЗНАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И ПЕРСПЕКТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА  
Petrash Vladimir V. THEORY OF RESONANCE — CONCEPTUAL PRINCIPLE OF MECHANISMS OF HUMAN CONSCIOUSNESS AND PERSPECTIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELS

**Петруня О.Э.** ДВА ПОДХОДА В ПОНИМАНИИ НЕЙРОКОМПЬЮТИНГА  
Petrunia Oleg E. TWO APPROACHES TO UNDERSTANDING NEUROCOMPUTING

**Савельев А.В.** КТО И ЗАЧЕМ ПРЕВРАЩАЕТ НЕЙРОНАУКУ И НЕЙРОКОМПЬЮТИНГ В СЕКТУ  
Saveliev Alexander V. WHO AND WHY TURNS NEUROSCIENCE AND NEUROCOMPUTING TO SECT

**Савельев А.В.** ДЛЯ ЧЕГО НУЖНЫ БИОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В НЕЙРОКОМПЬЮТЕРАХ  
Saveliev Alexander V. FOR WHICH BIOLOGICAL MODELS ARE NEEDED IN NEUROCOMPUTERS

**Шакирова Л.С., Башкатова Ю.В., Григорьева С.В., Мельникова Е.Г.** ПЕРСПЕКТИВА НОВЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИЗУЧЕНИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ  
Shakirova Liliya S., Bashkatova Yuliya V., Grigoryeva Svetlana V., Melnikova Ekaterina G. PERSPECTIVE OF NEW NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES IN THE STUDY OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM

**Шестаков Е.И., Жданов А.А.** УПРАВЛЕНИЕ МАНИПУЛЯЦИОННЫМ РОБОТОМ НА ОСНОВЕ МЕТОДА АВТОНОМНОГО АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
Shestakov Evgeny I., Zhdanov Alexander A. CONTROL OF MANIPULATION ROBOTS BASED ON AUTONOMOUS ADAPTIVE CONTROL METHODOLOGY

**Шульгина Г.И.** РОЛЬ ТОРМОЖЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ НЕЙРОСЕТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ  
Shulgina G.I. THE ROLE OF INHIBITION IN THE ORGANIZATION OF NEURAL NETWORKS WORK IN TRAINING

## СИМПОЗИУМ

### **Центральные механизмы кардиоваскулярной регуляции, клинические и прикладные аспекты анализа вариабельности сердечного ритма** **Central mechanisms of cardiovascular regulation, clinical and applied aspects for analysis of heart rate variability**

**Руководители – Николай Борисович Суворов, Лилия Владимировна Поскотинова**

**Бондарева В.С., Лещенко Д.Б., Ярмош И.В., Суворов Н.Б., Сергеев Т.В.** ДИНАМИКА НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПОСТУРАЛЬНЫХ НАГРУЗКАХ  
Bondareva Valeria S., Leshchenko Daria B., Yarmosh Irina V., Suvorov Nikolay B., Sergeev Timofey V. THE DYNAMICS OF SOME INDICATORS OF CARDIO-VASCULAR SYSTEM AFTER POSTURAL LOADS

**Грачева Е.В., Кудреватых А.В., Милыхина И.В., Новикова Т.В., Сергеев Т.В., Суворов Н.Б.** ВЕГЕТАТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ ПРИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА И МЕТОДЫ ИХ КОРРЕКЦИИ  
Grachova Elizaveta V., Kudrevatykh Anastasia V., Miliukhina Irina V., Novikova Tatiana V., Sergeev Timofey V., Suvorov Nikolay B. AUTONOMIC DISORDERS IN PARKINSON'S DISEASE AND METHODS OF THEIR CORRECTION

**Гречкина Л.И., Карандашева В.О.** ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У МАЛЬЧИКОВ – УРОЖЕНЦЕВ Г. МАГАДАНА В ПОДРОСТКОВЫЙ ПЕРИОД ОНТОГЕНЕЗА  
Grechkina Lyudmila I., Karandasheva Viktoriya O. PROFILES OF CARDIOVASCULAR SYSTEM FUNCTIONING IN ONTOGENESIS OF ADOLESCENT BOYS IN THE CITY OF MAGADAN

**Дёмин Д.Б., Поскотинова Л.В., Кривоногова Е.В., Кривоногова О.В.** ХАРАКТЕР РЕАГИРОВАНИЯ КАРДИОВАСКУЛЯРНОЙ И НЕРВНОЙ СИСТЕМ ЧЕЛОВЕКА НА РАЗЛИЧНЫЕ УРОВНИ ГИПОТЕРМИИ  
Demin D.B., Poskotinova L.V., Krivonogova E.V., Krivonogova O.V. REACTIONS OF THE CARDIOVASCULAR AND NERVOUS HUMAN SYSTEMS AT VARIOUS LEVELS OF HYPOTHERMIA

**Заборский О.С., Поскотинова Л.В., Кривоногова О.В., Ворошилов А.В.** РЕАКТИВНОСТЬ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ПОДРОСТКОВ 15-16 ЛЕТ ПРИ КРАТКОСРОЧНОМ БИОУПРАВЛЕНИИ ОБЩЕЙ МОЩНОСТЬЮ ВАРИАбельности СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ, ВЫПОЛНЕННОЙ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Zaborsky Oleg S., Poskotinova Liliia V., Krivonogova Olga V., Voroshilov Alexander V. CARDIOVASCULAR SYSTEM'S REACTIVITY IN 15-16 YEARS ADOLESCENTS DURING THE SHORT-TERM HEART RATE VARIABILITY BIOFEEDBACK TRAINING AFTER PHYSICAL EFFORT IN COLD ENVIRONMENT

**Кривоногова Е.В., Демин Д.Б., Кривоногова О.В., Поскотинова Л.В.** ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ НА КРАТКОВРЕМЕННОЕ ОБЩЕЕ ВОЗДУШНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

Krivonogova E.V., Demin D.B., Krivonogova O.V., Poskotinova L.V. HUMAN PHYSIOLOGICAL RESPONSES TO SHORT-TERM AIR COOLING

**Лещенко Д.Б., Бондарева В.С., Сергеев Т.В., Ярмош И.В., Суворов Н.Б.** ИЗМЕНЕНИЕ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПОСЛЕ ПОСТУРАЛЬНЫХ НАГРУЗОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСХОДНОГО ТИПА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

Leshchenko Daria B., Bondareva Valeria S., Sergeev Timofey V., Yarmosh Irina V., Suvorov Nikolay B. HEART RATE VARIABILITY AFTER POSTURAL EFFECTS DEPENDING ON THE INITIAL TYPE OF VEGETATIVE REGULATION

**Лыкова Е.Ю., Зинченко Е.М.** ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У СТУДЕНТОК С РАЗНОЙ СЕНСОРНОЙ АСИММЕТРИЕЙ

Lykova Ekaterina Yu., Zinchenko Ekaterina M. FEATURES OF HEART RATE VARIABILITY IN STUDENTS WITH DIFFERENT SENSORY ASYMMETRY

**Наговицына Е.А., Васильева Н.Н.** ОЦЕНКА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА И УРОВНЯ СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ У ИНВАЛИДОВ ТРУДОСПОСОБНОГО ВОЗРАСТА ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В "ЦЕНТР ТРУДОВОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ И АБИЛИТАЦИИ"

Nagovitsyna Elena A., Vasilyeva Natalya N. ASSESSMENT OF HEART RATE VARIABILITY AND THE LEVEL OF SOCIAL AND PSYCHOLOGICAL ADAPTATION OF DISABLED PEOPLE OF WORKING AGE WHEN ENTERING «THE CENTER OF LABOR REHABILITATION AND HABILITATION»

**Панкова Н.Б., Алчинова И.Б., Черепов А.Б., Яковенко Е.Н., Карганов М.Ю.** РАЗЛИЧИЯ В ПОКАЗАТЕЛЯХ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ У РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРЫ СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ И ЗАПОЛЯРЬЯ

Pankova Nataliya B., Alchinova Irina B., Cherepov Anton B., Yakovenko Elena N., Karganov Mikhail Yu. DIFFERENCES IN HEART RATE VARIABILITY AND BLOOD PRESSURE VARIABILITY AMONG FACTORY WORKERS OF CENTRAL RUSSIA AND THE ARCTIC REGION

**Похачевский А.Л., Лапкин М.М., Трутнева Е.А., Лазарова А.В., Мазикин И.М.** ПРОЯВЛЕНИЕ ЛИЧНОСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ В ПРОЦЕССЕ СТРЕСС-ТЕСТА

Pokhachevsky Andrey L., Lapkin Mikhail M., Trutneva Elena A., Lazarova Adelina V., Mazikin Ivan M. IDENTIFICATION OF PERSONAL FEATURES OF ATHLETES IN THE STRESS TEST PROCESS

**Ярмош И.В., Гузева В.М., Евдокимов Д.С., Болдуева С.А.** ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ПАЦИЕНТОВ С ВАЗОСПАСТИЧЕСКОЙ СТЕНОКАРДИЕЙ

Yarmosh Irina V., Guzeva Veronika M., Evdokimov Dmitrii S., Boldueva Svetlana A. FEATURES OF HEART RATE VARIABILITY IN PATIENTS WITH VASOSPASTIC ANGINA

## СИМПОЗИУМ

### Интерфейс мозг-компьютер

#### Brain-Computer Interface

**Руководитель – Александр Алексеевич Фролов**

**Боброва Е.В., Решетникова В.В., Бобров П.Д., Фролов А.А., Керечанин Я.А., Гришин А.А., Герасименко Ю.П.** ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕАБИЛИТАЦИИ МОЗГ-КОМПЬЮТЕРНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ, ОСНОВАННЫХ НА ВООБРАЖЕНИИ ДВИЖЕНИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Bobrova Elena V., Reshetnikova Varvara V., Bobrov Pavel D., Frolov Alexander A., Kerechanin Yaroslav A., Grishin Aleksandr A., Gerasimenko Yury P. POSSIBILITIES OF USING BRAIN-COMPUTER INTERFACES BASED ON THE IMAGINATION OF LOWER LIMB MOVEMENTS IN REHABILITATION

**Галкина Н.В., Лужин А.О., Ершова Г.В., Курбанов Р.С.** ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АПК НЕЙРОЧАТ В КАЧЕСТВЕ ТРЕНАЖЕРА КОГНИТИВНОЙ СФЕРЫ

Galkina Natalia V., Luzhin Alexander O., Ershova Galina V., Kurbanov Ruslan S. USING THE NEUROCHAT HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX FOR COGNITIVE TRAINING

**Григорьев Н.А., Савосенков А.О., Шамшин М.О., Лобов С.А., Гордлеева С.Ю.** ИСПЫТАНИЯ ЭКЗОСКЕЛЕТА НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ИНТЕРФЕЙСА МОЗГ-КОМПЬЮТЕР МОТОРНО-ВООБРАЖАЕМОГО ТИПА

Grigorev Nikita A., Savosenkov Andrey O., Shamahin Maxim O., Lobov Sergey A., Gordleeva Susan U. TESTING OF A LOWER LIMBS EXOSKELETON CONTROLLED BY THE MOTOR-IMAGERY BRAIN-COMPUTER INTERFACE

**Исаев М.Р.** ВЫДЕЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ И ОБРАБОТКА СИГНАЛА БЛИЖНЕГО ИНФРАКРАСНОГО СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ МЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ В ИНТЕРФЕЙСЕ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР  
Isaev Mihail R. PROCESSING AND FEATURE EXTRACTION OF THE NEAR INFRARED SIGNAL FOR IMPROVING RECOGNITION OF MENTAL TASKS IN THE BRAIN-COMPUTER INTERFACE

**Керечанин Я.В., Бобров П.Д., Фролов А.А.** ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИСТОЧНИКОВ ЭЭГ, ЗНАЧИМЫХ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕРФЕЙСОМ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР, ОСНОВАННОМ НА ВОООБРАЖЕНИИ ДВИЖЕНИЙ  
Kerechanin Yaroslav V., Bobrov Pavel D., Frolov Alexander A. INTERACTION OF EEG SOURCES, SIGNIFICANT FOR CONTROLLING BRAIN-COMPUTER INTERFACE BASED ON MOTOR IMAGERY

**Ларина Н.В., Корсунская Л.Л., Гордиенко А.И., Химич Н.В., Сивцева А.С., Фалалеев А.П.** СОДЕРЖАНИЕ НЕЙРОТРОФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В КРОВИ ДЕТЕЙ С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧЕМ В ХОДЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ЛЕЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА «ЭКЗОКИСТЬ»  
Larina Nataliya V., Korsunskaya Larisa L., Gordienko Andrey I., Khimich Nataliya V., Sivtseva Alexandra S., Falaleev Andrey P. MEASURING LEVELS OF NEUROTROPHIC FACTORS IN THE BLOOD OF CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY IN THE COURSE OF SANATORIUM REHABILITATION ASSISTED BY SOFTWARE-HARDWARE UNIT «EXOHAND»

**Ларина Н.В., Корсунская Л.Л., Власенко С.В., Пономарёва И.В., Фалалеев А.П.** РОЛЬ КОМПЛЕКСА ЭКЗОСКЕЛЕТА КИСТИ С ВНЕШНИМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ В РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ С ДЦП  
Larina Nataliya V., Korsunskaya Larisa L., Vlasenko Sergei V., Ponomaryova Irina V., Falaleev Andrey P. THE ROLE OF HAND EXOSKELETON COMPLEX USING SOFTWARE AND BIOLOGICAL FEEDBACK IN THE REHABILITATION OF CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

**Лобов С.А., Чернышов А.В., Крылова Н.П., Шамшин М.О., Казанцев В.Б.** НЕЙРОМЫШЕЧНЫЙ ИНТЕРФЕЙС НА ОСНОВЕ СПАЙКОВОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ  
Lobov Sergey A., Chernyshov Andrey V., Krylova Nadia, Shamshin Maxim O., Kazantsev Victor B. NEUROMUSCULAR INTERFACE BASED ON SPIKING NEURAL NETWORK

**Нагорнова Ж.В., Гунделах Ф.В., Сонькин К.М., Станкевич Л.А., Шемякина Н.В.** ИНТЕРФЕЙС МОЗГ-КОМПЬЮТЕР ДЛЯ ЦЕЛЕЙ НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ В ИГРОВОЙ ФОРМЕ  
Nagornova Zhanna V., Gundelakh Filipp V., Sonkin Konstantin M., Stankevich Lev A., Shemyakina Natalia V. BRAIN-COMPUTER INTERFACE FOR NEUROREHABILITATION PURPOSES IN GAME FORM

**Некрасова Ю.Ю., Базанова О.М., Гунин М.В.** ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ МИОГЕННЫХ И НЕЙРОГЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ СИГНАЛОВ ЭЭГ НА ОСНОВЕ ЛОГИЧЕСКОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА  
Nekrasova Yulia Y., Bazanova Olga M., Gunin Maxim V. KNOWLEDGE-BASED SYSTEM FOR CLASSIFICATION BETWEEN MYOGENIC AND NEUROGENIC COMPONENTS OF THE EEG SIGNALS ON THE BASIS OF LOGICAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE

**Фролов А.А., Бобров П.Д., Керечанин Я. В., Федотова И.Р.** УПРАВЛЕНИИ НЕИНВАЗИВНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР, ОСНОВАННЫМ НА ВОООБРАЖЕНИИ ДВИЖЕНИЙ, У ЗДОРОВЫХ ИСПЫТУЕМЫХ И ПОСТИНСУЛЬТНЫХ БОЛЬНЫХ  
Frolov Alexander A., Bobrov Pavel D., Kerechanin Jaroslav V., Fedotova Irina R. FEATURES OF ELECTROPHYSIOLOGICAL BRAIN ACTIVITY DURING CONTROLLING NONINVASIVE BRAIN-COMPUTER INTERFACE BASED ON MOTOR IMAGERY IN HEALTHY SUBJECTS AND POST-STROKE PATIENTS

## СИМПОЗИУМ

### Музыка и мозг

### Music and Brain

**Руководитель – Александр Александрович Кобляков**

**Кобляков А.А.** ТЕКСТ-ПРОИЗВЕДЕНИЕ/ МОЗГ-СОЗНАНИЕ (ОПЫТ ЭСТЕТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ)  
Koblyakov Alexander A. TEXT - CREATION / BRAIN -CONSCIOUSNESS (THE EXPERIENCE OF AESTHETIC MODELING)

**Козлов А.В., Мезенцева Е.О., Тятенкова Н.Н.** ВЛИЯНИЕ МУЗЫКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ  
Kozlov Aleksey V., Mezenceva Eketerina O., Tyatenkova Natalia N. MUSIC INFLUENCE ON VALUE OF THE MENTAL WORKING CAPACITY

**Петренко Т.И., Базанова О.М., Кондратенко А.В., Малисова Д.В.** ВЛИЯНИЕ ОПОРЫ НА НОГИ НА БЕГЛОСТЬ МУЗЫКАЛЬНО-ИСПОЛНИТЕЛЬСКОГО ДВИЖЕНИЯ  
Petrenko Tatiana I., Bazanova Olga M., Kondratenko Anna V., Malisova Daria V. INFLUENCE OF SUPPORT ON FEET ON MUZILY-EXECUTIVE MOVEMENT

**Степанян И.В., Савкин М.О.** ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭМУЛЯТОРА СИНТЕЗАТОРА «АНС» (СССР) ДЛЯ ОЗВУЧИВАНИЯ «ГЕНЕТИЧЕСКОЙ» ЭЛЕКТРОННОЙ МУЗЫКИ

**СИМПОЗИУМ**  
**Нейронаука и философия**  
**Neuroscience and philosophy**  
**Руководители – Анатолий Витальевич Чусов,**  
**Олег Эдуардович Петруня**

**Жульева Н.В.** ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ИСКУССТВЕННАЯ ЖИЗНЬ: ФИЛОСОФСКИЙ АНАЛИЗ БИОФИЗИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ  
Zhuleva Nina V. ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ARTIFICIAL LIFE: A PHILOSOPHICAL ANALYSIS OF BIOPHYSICAL CONSTRAINTS

**Клюева Н.Ю.** КОГНИТИВНАЯ НЕЙРОНАУКА, СОЦИАЛЬНЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ: ОСОБЕННОСТИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
Klyueva Natalia Y. COGNITIVE NEUROSCIENCE, SOCIAL SCIENCES AND HUMANITIES: FEATURES OF INTERDISCIPLINARY INTERACTION

**Крюков В.И. (Игумен Феофан).** ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ «ТРУДНОЙ ПРОБЛЕМЫ» СОЗНАНИЯ  
Kryukov V.I. (Hegumen Theophan). POTENTIAL SOLUTION OF THE "DIFFICULT PROBLEM" OF CONSCIOUSNESS

**Кузнецов В.Г.** НЕКОТОРЫЕ КОММЕНТАРИИ К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ НЕЙРОФИЛОСОФИИ  
Kuznetsov Valery. SOME COMMENTS ON THE JUSTIFICATION OF NEUROPHILOSOPHY

**Майленова Ф.Г.** МЕТАФОРИЧЕСКИЙ СМЫСЛ ТЕРМИНА «АССИСТИРУЕМЫЙ МОРАЛЬНЫЙ ВЫБОР» (НА ПРИМЕРЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РЕПРОДУКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ)  
Mailenova Farida G. THE METAPHORICAL MEANING OF THE TERM "ASSISTED MORAL CHOICE" (EXAMPLE OF ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES)

**Петруня О.Э.** МОЗГ КАК ИНТЕРФЕЙС  
Petrunia Oleg E. THE BRAIN AS INTERFACE

**Попова О.В.** РЕДАКТИРОВАНИЕ ГЕНОМА И КОГНИТИВНОЕ УЛУЧШЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА: ФЕНОМЕН МОРАЛЬНОЙ МАШИНЫ  
Popova O.V. GENOM EDITING AND HUMAN COGNITIVE IMPROVEMENT: THE MORAL MACHINE PHENOMENON

**Соловьев Н.А.** КВАНТОВАЯ НЕЙРОФИЛОСОФИЯ  
Solovyov N.A. QUANTUM NEUROPHILOSOPHY

**Сушин М.А.** ФИЛОСОФИЯ И КОГНИТИВНАЯ НАУКА: ПУТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
Sushchin Mikhail A. PHILOSOPHY AND COGNITIVE SCIENCE: WAYS OF INTERACTION

**Чусов А.В.** О ПРОБЛЕМАХ ОБЪЕКТИВАЦИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ НЕЙРОНАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
Chusov Anatoli V. ON PROBLEMS OF OBJECTIVIZATION OF THE SUBJECT-MATTER AREA OF NEUROSCIENTIFIC RESEARCHES

**СИМПОЗИУМ**  
**Цифровизация в образовании: нейро-когнитивные и дифференциально-психофизиологические проблемы**  
**Digitalization in education: neuro-cognitive and differential psychophysiological problems**  
**Руководитель – Мухамед Каншобиевич Кабардов**

**Беданоква А.К.** ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО САМООПРЕДЕЛЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ  
Bedanokova Asiet K. DIGITALIZATION AS ONE OF THE FACTORS OF STUDENTS' PROFESSIONAL IDENTITY

**Большунова Н.Я.** ЦИФРОВАЯ СРЕДА КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЦЕННОСТНО-СМЫСЛОВОЙ И ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ СФЕРЫ ШКОЛЬНИКОВ  
Bolshunova Natalya Ya. THE DIGITAL ENVIRONMENT AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF THE VALUE-SEMANTIC AND EMOTIONAL SPHERE OF SCHOOLCHILDREN

**Гилева О.Б.** АКАДЕМИЧЕСКАЯ УСПЕШНОСТЬ ШКОЛЬНИКОВ В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ  
Gileva O.B. ACADEMIC SUCCESS OF PUPILS IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF GENERAL SCHOOL



**Гут Ю.Н.** ПРОБЛЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЦИФРОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ЛИЧНОСТЬ РЕБЕНКА  
Guth Yulia N. THE PROBLEM OF STUDYING THE IMPACT OF DIGITAL EDUCATION ON THE CHILD'S PERSONALITY

**Жамбеева З.З.** ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ПРОФИЛИЗАЦИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ  
Zhambeeva Zarema Z. DIGITALISATION AND PROFILING IN TODAY'S EDUCATIONAL ENVIRONMENT

**Кабардов М.К.** МОЗГ И ПСИХИКА: ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ВАРИАНТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ  
Kabardov Mohkamed.K. BRAIN AND MIND: INDIVIDUAL CHOICES FOR PROCESSING INFORMATION

**Кошелева Ю.П.** КОГНИТИВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ  
Kosheleva Yuliya P. STUDENTS' COGNITIVE PROBLEMS IN FOREIGN LANGUAGE LEARNING

**Куперман И.А., Качалова Л.М., Данько С.Г., Джафарова О.А., Штарк М.Б.** НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОННОМ ОБРАЗОВАНИИ  
Kuperman Ilya A., Kachalova Larisa M., Danko Sergey G., Jafarova Olga A., Shtark Mark B. NEUROTECHNOLOGIES IN ELECTRONIC EDUCATION

**Мажирина К.Г., Джафарова О.А., Даниленко Е.Н., Бабанина Я.Р., Попова И.А.** ТЕХНОЛОГИЯ БИОУПРАВЛЕНИЯ В КОРПОРАТИВНОМ ОБУЧЕНИИ: ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И КОГНИТИВНЫЕ АСПЕКТЫ  
Mazhirina Kseniya G., Dzhafarova Olga A., Danilenko Yelena N., Babanina Yana R., Popova Irina A. BIOFEEDBACK TECHNOLOGY IN CORPORATE TRAINING: PSYCHOPHYSIOLOGICAL AND COGNITIVE ASPECTS

**Москвитина О.А.** ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ДАЛЬНЕЙШЕГО ВАРИАНТА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ДЕВЯТИКЛАССНИКАМИ  
Moskvitina Olga. PSYCHOLOGICAL FEATURES OF CHOOSING A FURTHER EDUCATION OPTION BY NINE-GRADERS

**Москвитина О.А.** К ВОПРОСУ О ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ ШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
Moskvitina Olga. REVISITING THE PSYCHOLOGICAL COMPONENT OF DIGITALIZATION OF SCHOOL EDUCATION

**Осницкий А.К., Корнеева С.А.** ОТ САМОРЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИЙ К САМОРЕГУЛЯЦИИ АКТИВНОСТИ ЛИЧНОСТИ  
Osnitsky Alexey K., Korneeva Svetlana A. FROM SELF-REGULATION OF FUNCTIONS TO SELF-REGULATION OF PERSONAL ACTIVITY

**Поскотинова Л.В., Григорьев П.Е., Гальченко А.С., Заборский О.С., Санина М.В., Коробец В.А., Вокуева Т.Н., Кривоногова Е.В., Кривоногова О.В., Демин Д.Б.** ВЫРАЖЕННОСТЬ ИНТЕРНЕТ-ЗАВИСИМОГО ПОВЕДЕНИЯ У УЧАЩИХСЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ 15-17 ЛЕТ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РОССИИ  
Poskotinova Liliya V., Grigoriev Pavel E., Galchenko Anna S., Zaborsky Oleg S., Sanina Marya V., Korobetz Valentina A., Vokueva Tatyana N., Krivonogova Elena V., Krivonogova Olga V., Demin Denis B. INTERNET-DEPENDENT BEHAVIOR IN SCHOOLCHILDREN 15-17 YEARS, RESIDENTS OF DIFFERENT CLIMATE AND GEOGRAPHIC REGIONS OF RUSSIA

### Мастер-класс

#### ЧТО БОЛЬШЕ ПОВЫШАЕТ НАСТРОЕНИЕ И УЛУЧШАЕТ САМОЧУВСТВИЕ – НАБОР ТЕКСТА НА КЛАВИАТУРЕ, НАПИСАНИЕ ЕГО РУКОЙ ИЛИ РИСОВАНИЕ СЮЖЕТА ЭТОГО ТЕКСТА?

**Руководитель – Катаманова Джемиля Лемаровна**

**Катаманова Д.Л., Бекирова З.Н., Базанова О.М.** ЧТО БОЛЬШЕ ПОВЫШАЕТ НАСТРОЕНИЕ И УЛУЧШАЕТ САМОЧУВСТВИЕ – НАБОР ТЕКСТА НА КЛАВИАТУРЕ, НАПИСАНИЕ ЕГО РУКОЙ ИЛИ РИСОВАНИЕ СЮЖЕТА ЭТОГО ТЕКСТА?

Katamanova Dzhemilya L., Bekirova Zera N., Bazanova Olga M. WHAT ENHANCES YOUR MOOD AND IMPROVES YOUR WELL-BEING – TYPING ON KEYBOARD, WRITING IT WITH YOUR OWN HAND OR DRAWING A PLOT OF THIS TEXT?

## ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ABSTRACTS OF REPORTS

### ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ ЛФК НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С НАРУШЕНИЯМИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Авдеева Е.А., Архипова О.А., Смелышева Л.Н.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курганский государственный университет», Курган, Россия; [Arhipova2109@yandex.ru](mailto:Arhipova2109@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m901.sudak.ns2020-16/51>

На современном этапе всё более актуальной становится проблема профилактики, медицинской, психолого-педагогической и социальной реабилитации детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата (НОДА). Основной задачей системы обучения и воспитания детей с двигательными нарушениями является их социальная адаптация и интеграция в общество. Отклонения в развитии у детей с патологией опорно-двигательного аппарата отличаются значительной полиморфностью и диссоциацией в степени выраженности различных нарушений.

Целью исследования была оценка эффективности занятий ЛФК в коррекции функционального состояния детей дошкольного возраста с нарушениями опорно-двигательного аппарата. Исследование проводилось на базе МБДОУ г. Кургана «Детский сад комбинированного типа № 41 «Дружная семейка». В исследовании принимала участие специализированная группа из 6 детей с различными нарушениями опорно-двигательного аппарата (ахондродисплазия, детский церебральный паралич, дисплазия тазобедренного сустава, вальгусная деформация, эквинус). Период исследования 2 года – 2017-2018 г.г. (возраст детей 4-5 лет), 2018-2019 г.г. (возраст детей 5-6 лет), 4 мальчика и 2 девочки.

Оценку функционального состояния проводили с помощью функциональных проб (проба Штанге, проба Генча, проба Ромберга), показателей силовых (сила мышц правой и левой рук, проба силы мышц живота и спины) и скоростно-силовых способностей (метание правой и левой рукой). С учетом малой выборки и полиморфности нарушений анализ изучаемых показателей проводился по каждому дошкольнику отдельно в процентном выражении.

В ходе проведенного исследования выявлена положительная динамика показателей функционального состояния, как у мальчиков, так и у девочек. Наиболее значимые сдвиги произошли в показателях: проба Штанге - от 50% до 90%, проба Ромберга - от 675 до 1150%; силовых показателей: проба силы мышц спины - от 88% до 900%, проба силы мышц живота - от 106% до 900%, метание правой рукой - от 50 % до 150%.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что занятия ЛФК в коррекции функционального состояния детей дошкольного возраста с нарушениями опорно-двигательного аппарата являются эффективными.

### INFLUENCE OF LFK ACTIVITIES ON THE FUNCTIONAL CONDITION OF CHILDREN OF PRESCHOOL AGAINST DISORDERS OF THE SUPPORT-MOTOR APPARATUS

Avdeeva Ekaterina A., Arkhipova Olga A., Smelysheva Lada N.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kurgan State University», Kurgan, Russia;  
[Arhipova2109@yandex.ru](mailto:Arhipova2109@yandex.ru)

At the present stage, the problem of prevention, medical, psychological, pedagogical and social rehabilitation of children with disorders of the musculoskeletal system (NODA) is becoming increasingly relevant. The main objective of the system of training and education of children with motor impairments is their social adaptation and integration into society. Deviations in development in children with pathology of the musculoskeletal system are characterized by significant polymorphism and dissociation in the severity of various disorders.

The aim of the study was to assess the effectiveness of exercise therapy in correcting the functional state of preschool children with disorders of the musculoskeletal system. The study was carried out on the basis of the maternity and child health institution in Kurgan "Kindergarten of the combined type No. 41" Friendly family ". The study involved a specialized group of 6 children with various disorders of the musculoskeletal system (achondrodysplasia, cerebral palsy, hip dysplasia, hallux valgus, equinus). The study period is 2 years - 2017-2018. (age of children 4-5 years old), 2018-2019 (age of children 5-6 years), 4 boys and 2 girls.

Evaluation of the functional state was carried out using functional tests (Stange test, Gencha test, Romberg test), indicators of power abilities (muscle strength of the right and left hands, test of strength of the muscles of the abdomen and back, throwing with the right and left hand). Given the small sample and polymorphism of the violations, the analysis of the studied indicators was carried out for each preschooler separately in percentage terms.

In the course of the study, a positive dynamics of the indicators of the functional state was revealed, both in boys and girls. The most significant shifts occurred in the indicators: Stange test - from 50% to 90%, Romberg test - from 675 to 1150%; power indicators: a test of strength of the abdominal muscles - from 106% to 900%, a test of strength of the muscles of the back - from 88% to 900%, throwing with the right hand - from 50% to 150%, a test of strength of the muscles of the abdomen - from 106% to 900%.

The results allow us to conclude that exercise therapy in correcting the functional state of preschool children with disorders of the musculoskeletal system is effective.

## МЕХАНИЗМ ПАТОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ АМИЛОИДА-БЕТА НА НЕЙРОНАЛЬНЫЕ МИТОХОНДРИИ ПРИ НЕЙРОДЕГЕНЕРАЦИИ АЛЬЦГЕЙМЕРОВСКОГО ТИПА, ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ФРАГМЕНТА RAGE

Аветисян А.В.<sup>1</sup>, Симонян Р.А.<sup>1</sup>, Зиновкин Р.А.<sup>1</sup>, Баласанянц С.М.<sup>2</sup>, Короев Д.О.<sup>2</sup>, Вольпина О.М.<sup>2</sup>, Бобкова Н.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>НИИ ФХБ имени А.Н. Белозерского Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Москва; <sup>2</sup>ФГБУН Институт биоорганической химии имени академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, Москва; <sup>3</sup>Институт биофизики клетки РАН, Пушкино, Московская обл., Россия; [avetis@genebee.msu.ru](mailto:avetis@genebee.msu.ru)

<https://doi.org/10.29003/m902.sudak.ns2020-16/52>

Спорадическая форма болезни Альцгеймера (БА) является наиболее распространенной нейродегенеративной патологией центральной нервной системы. Дисфункция мозговых митохондрий обнаруживается уже на ранних стадиях развития болезни, задолго до появления клинических симптомов и отложения амилоидных бляшек. Головной мозг имеет высокие метаболические потребности, нарушения в энергетическом метаболизме и выработке АТФ приводят к патологическим процессам. Поиск лекарственных средств эффективной терапии БА осложняется тем, что в настоящее время нет полного понимания причин и биохимических процессов патогенеза.

Нами были показаны функциональные нарушения митохондрий, снижение активности дыхательных комплексов I и IV, увеличение активных форм кислорода в мозге мышей с бульбэктомией обонятельных луковиц (ОБЭ) – животной модели спорадической БА. Было обнаружено накопление растворимой формы амилоида-бета (Абета 1-40) в митохондриях неокортекса и гиппокампа ОБЭ мышей, вызывающий нарушение метаболизма митохондрий и ингибирование активности дыхательной цепи, что сопровождается гибелью нейронов в соответствующих областях мозга.

Важную роль в патогенезе БА играет находящийся на клеточной мембране рецептор конечных продуктов гликирования - RAGE, лигандами которого являются мономеры и олигомеры Абета. RAGE опосредует приток свободно циркулирующей в крови Абета в мозг через гематоэнцефалический барьер при БА. Активация RAGE микроглии посредством Абета приводит к инициации сигнальных каскадов, приводящих к воспалению, дисфункции митохондрий, окислительному стрессу и повреждению нейронов.

Нами был синтезирован пептидный фрагмент (60-76), имеющий аминокислотную последовательность, идентичной внеклеточной петле V-домена RAGE. После 3-недельной интраназальной терапии пептидом (60-76) было показано улучшение пространственной памяти ОБЭ мышей, снижение уровня мозговой Абета, восстановление активности комплексов I и IV дыхательной цепи митохондрий, снижение уровня окислительного стресса. Измерения *in vitro* показали, что меченый флуоресцеином аналог Flu-(60-76) связывается с Абета с высоким сродством (наномолярный Kd). Возможно, пептид (60-76) *in vivo* действует как высокоаффинная ловушка для Абета, защищая мозг от токсического действия свободного Абета у ОБЭ мышей. *Исследование выполнено при финансовой поддержке грантов РФФИ № 19-04-00624, № 19-015-00064.*

## MECHANISM OF PATHOLOGICAL ACTION OF AMYLOID-BETA ON NEURONAL MITOCHONDRIA IN ALZHEIMER'S TYPE NEURODEGENERATION, THERAPEUTIC EFFECT OF THE SYNTHETIC FRAGMENT OF RAGE

Avetisyan Armine V.<sup>1</sup>, Simonyan Ruben A.<sup>1</sup>, Zinovkin Roman A.<sup>1</sup>, Balasanyants Samson M.<sup>2</sup>, Koroev Dmitriy O.<sup>2</sup>, Volpina Olga M.<sup>2</sup>, Bobkova Natalia V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Belozersky Institute of Physico-Chemical Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Shemyakin-Ovchinnikov Institute of bioorganic chemistry of the RAS, Moscow, Russia; <sup>3</sup>Institute of Cell Biophysics RAS, Moscow Region, Pushchino, Russia; [avetis@genebee.msu.ru](mailto:avetis@genebee.msu.ru)

The sporadic Alzheimer's disease (AD) is the most common neurodegenerative pathology of the adult brain. Dysfunction of the brain mitochondria is detected already in the early stages of the disease, preceding the onset of clinical symptoms and deposition of amyloid plaques. The brain has extreme metabolic requirements, and perturbations or dysfunctions in energy metabolism and ATP generation are often implicated in numerous diseases, including neurodegenerative disorders. The drug development for effective treatment of AD is complicated by the not fully understanding of the causes and biochemical processes of pathogenesis.

We have shown functional abnormalities in mitochondrial metabolism, a decrease in the activity of respiratory complexes I and IV, an increase of reactive oxygen species in the brain of olfactory bulbectomized (OBX) mice, well known as the animal model of sporadic AD. The accumulation of the soluble amyloid-beta (Abeta 1-40) was detected in the mitochondria in the neocortex and hippocampus of the OBX mice, causing mitochondrial impairments and inhibition of respiratory chain activity, resulting in neuronal death in the corresponding areas of the brain.

The cytoplasmic membrane receptor for advanced glycation end products, or RAGE, is known to play an important role in the pathogenesis of AD by mediating the influx of free circulating Abeta into the brain across the blood-brain barrier. RAGE binds several ligands including Abeta monomers and oligomers, that activate the receptor and intracellular signaling. Microglial RAGE activation by Abeta triggers intracellular signaling cascades leading to inflammation, mitochondrial dysfunction, oxidative stress and neuronal injury.

We synthesized a peptide fragment (60-76) having an amino acid sequence identical to the exposed nonstructural loop of the RAGE V-domain. The intranasal administration of this peptide fragment for 3 weeks improved the spatial memory of OBX mice, reduced the level of brain Abeta, restored the activity of the respiratory chain complexes I and IV in mitochondria, and decreased the level of oxidative stress. *In vitro* measurements showed that the fluorescein-labeled analog Flu- (60-76) binds to Abeta with high affinity (nanomolar Kd), indicating the direct interaction of the RAGE fragment (60-76) with Abeta. Peptide (60-76) may act as a high affinity Aβ decoy peptide *in vivo*, protecting the brain from the toxic action of free Abeta in OBX mice.

*The study was supported by Russian Foundation for Basic Research (RFBR 19-04-00624; 19-015-00064).*

## **ВЛИЯНИЕ ПРЕНАТАЛЬНОЙ ГИПОКИНЕЗИИ НА ДОФАМИН - ЗАВИСИМЫЕ ФОРМЫ ПОВЕДЕНИЯ КРЫСЯТ В ПРЕПУБЕРТАТНОМ ПЕРИОДЕ ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗА**

**Агаева Э.Н.**

Институт Физиологии им. А.И. Караева НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан, [eagayeva1@yahoo.com](mailto:eagayeva1@yahoo.com)

<https://doi.org/10.29003/m903.sudak.ns2020-16/53>

Дофамин-зависимые формы поведения возникающие при активации дофаминергической системы мозга проявляются как типичные поведенческие паттерны. Дофамин-зависимые формы поведения участвуют в любом поведенческом акте (Шабанов и др., 2010). Исходя из этого они делятся на 2 блока: 1) двигательная (связанная с активацией нигростриарной системой) – которая проявляется усилением двигательной активности, появлением агрессивности, повышением ротационного (вращательного) компонента поведения и стереотипий; 2) эмоционально-мотивационная (связанная с активацией мезокортиколимбической системы мозга) проявляющиеся в виде усиления реакции самостимуляции латерального гипоталамуса.

Целью представленной работы является выявление влияния пренатальной гипокинезии на дофамин-зависимые формы поведения крысят препубертатного возраста. В проведенных нами исследованиях были выслежены поведения I блока. Животные были подразделены на контрольные и экспериментальные группы. Матери потомства контрольной группы содержались в условиях вивария в период беременности, а матери потомства опытной группы в плодный период беременности содержались в условиях гипокинезии в малообъемных клетках с ограничением двигательной активности. Вследствие того, что нарушения, возникшие в поведении матерей, приводят к изменениям в поведении потомства. В экспериментах были использованы потомства матерей, отличающихся нормальным материнским инстинктом, связанным с уходом за потомством (построение гнезда, кормление молоком, таскание детенышей в гнездо, защита потомства от опасности). Для исследования дофамин-зависимых поведенческих форм контрольного и гипокинетического потомства были использованы специальные методы. Зарегистрировались спонтанно выполняемые поведенческие акты, как груминг (умывание, чесание, лизание, отряхивание), реаринг, ротации и др. При исследовании зоосоциального поведения в группе, все потомства каждой матери (n=7-8 детенышей) были одновременно размещены в коробку размером 20x20x17 см и проводилось визуальное наблюдение в течение 10 мин.

В раннем препубертатном периоде (21-24 дни развития) на модели приподнятого крестообразного лабиринта закрытого рукава, ротация потомства опытной группы, по сравнению с контрольными животными, повышалась и у некоторых животных наблюдали рефлекс встряхивание груминга. В период смешанного питания (24-26 дни), при раздражении рефлексогенных зон детенышей опытной группы пинцетом, регистрировали агрессивные движения в виде нападения на раздражитель поднятием на задние лапы в состоянии реаринга. У 27-29 дневных детенышей, при исследовании ротационного поведения наблюдались интенсивно выполняемые, продолжительные, последовательно следующие друг за другом рефлекс умыывания и облизывания. При исследовании зоосоциального поведения животных контрольной и гипокинетической групп (28-30 дневные потомства) в течение 10 минутного наблюдения, в опытной группе часто регистрировали прыжки, взбирание на край клетки, дефекации, уринацию и встряхивание.

Рефлекс отряхивания и ротация, чаще встречаемая у гипокинетического потомства как при исследовании зоосоциального поведения, так и на приподнятом крестообразном лабиринте, может расцениваться адаптивной формой поведения.

## **INFLUENCE OF PRENATAL HYPOKINESIA ON DOPAMINE - DEPENDENT FORMS OF BEHAVIOR OF RAT IN THE PREPUBERAL PERIOD OF POSTNATAL ONTOGENESIS**

**Agayeva Elmira Nasreddin**

Academician Abdulla Garayev Institute of Physiology, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

Dopamine-dependent behavior, resulting from the activation of dopaminergic system of the brain, is characterized by its own behavioral pattern. Dopamine-dependent behaviors contribute to almost any behavioral act. (Shabanov et al., 2010).

The aim of the presented work was revealing the effect of prenatal hypokinesia on dopamine-dependent behaviors of prepubertal rat pups of the control and hypokinetic groups. The animals were divided into control and experimental groups. The dams of the control offspring were kept in vivarium conditions during pregnancy, and mothers of the experimental group were kept under conditions of hypokinesia in small sized cages to restrict motor activity during the fetal stage of pregnancy.

In the early prepubertal period (21-24 days) in a model of elevated plus-maze, in the enclosed arm the increase of rotation behavior was registered in the offspring of the experimental group compared to the controls and "shaking" reflex was observed as well. During the period of mixed feeding (24-26 days) the stimulus-induced (irritation of reflex area by forceps) aggressive behavior in the form of attack on the stimulus by rising on the hind legs in a state of rearing was registered in the pups of the experimental group. In the study of rotation behavior in 27-29- day-old offspring the intensively performed long-lasting successively organized reflexes of washing and licking were observed. The 10-minutes investigation of zoo-social behavior in animals of control and hypokinetic groups (28-30 days offspring) has shown that jumping, climbing to the edge of the box, defecation, urination and shaking are the most frequently observed in the offspring of the hypokinetic group.

Thus, shaking reflex and rotation, are more often fixed in the hypokinetic progeny both in zoo-social behavior and in the elevated plus-maze test, can be regarded as adaptive form of behavior.



## **ВЛИЯНИЕ 20-ДНЕВНОГО МАЛОБЕЛКОВОГО ПИТАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ СРЕДНЕМОЛЕКУЛЯРНЫХ ПЕПТИДОВ СТРУКТУР ГОЛОВНОГО МОЗГА 3-МЕСЯЧНЫХ КРЫС**

**Азимова А.М., Юнусова В.Р., Кадымова С.О., Аскеров Ф.Б.**

Институт физиологии им. академика Абдуллы Караева НАН Азербайджана,  
Ул.Шарифзаде,78, AZ1100, г. Баку, [azimiarm@yandex.ru](mailto:azimiarm@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m904.sudak.ns2020-16/54>

Различные деструктивные процессы происходящие в организме приводят к эндогенной интоксикации, характеризующиеся образованием среднемолекулярных пептидов (СМП) белковой природы, с молекулярной массой в 300-5000 дальтон. Химический состав СМП весьма неоднороден и включает гетерогенную группу веществ такие как пептиды, гликопептиды, нуклеопептиды, эндорфины, аминокислоты, полиамины, многоатомные спирты, некоторые гуморальные регуляторы – инсулин, глюкагон, некоторые витамины, нуклеотиды, олигосахариды, производные глюкуроновых кислот и другие. Фракция СМП, определяемыми при длине волны 254 нм характеризует степень токсичности исследуемого препарата.

Исследования проводили на гомогенатах гипоталамуса, ствола мозга и коры головного мозга 3-месячных белых крыс. Опыты были поставлены на 3 группах крыс: 1-я группа получала обычный рацион вивария, 2-я группа получала 20 дней полноценный корм по рецепту Никинорова (1973) и 3-я группа также 20 дней получала корм идентичный 2-й группе, но без 60% белка.

Полученные данные показывают незначительное, по сравнению с контрольными крысами, увеличение количества СМП254 (степени токсичности) у 2-й группы крыс, получивших полноценный белковый корм, в гомогенатах гипоталамуса, коры головного мозга и ствола мозга, причем степень токсичности в коре мозга было большим чем гипоталамусе. Наименьшие изменения были в продолговатом мозге. У 3-ей группы крыс получавших малобелковую пищу (без 60% белка) количество СМП254 в указанных структурах было несколько меньшим, чем у 2ой группы крыс, т.е. степень токсичности было меньшим, чем у крыс получавших полноценный корм. Т.о. 20 дневное как полноценное белковое питание, так и малобелковое (без 60% белка) незначительно изменяют степень токсичности исследованных структур мозга.

## **THE EFFECT OF 20 DAY NUTRITION WITH A DEFICIT OF 60% PROTEIN ON THE CONTENT OF MEDIUM MOLECULAR PEPTIDES IN SOME BRAIN STRUCTURES OF 3-MONTH-OLD RAT**

**Azimova Armilla M., Yunusova V.R., Kadimova Solmaz O., Askerov Fakhreddin B.**

Institute of Physiology n.a. academician Abdulla Karayev of ANAS, Baku, Azerbaijan; [azimiarm@yandex.ru](mailto:azimiarm@yandex.ru)

Different destructive processes that occur in the body lead to endogen intoxication, which is characterized by the formation of medium molecular peptides (MMP) of protein nature with a molecular mass of 300-5000 dalton. The chemical composition of MMP is highly heterogeneous and includes heterogeneous group of substances, such as peptides, glycopeptides, nucleopeptides, endorphines, polyamines, polyatomic alcohols, some humoral regulators- insulin, glucagon, some vitamins, nucleotides, oligosaccharides, glucuronic acid derivatives and others. The fraction of MMP, determined at a wavelength of 254 nm, characterizes the degree of toxicity of the studied structure. The research was carried out on hypothalamus, brain stem and brain cortex homogenates of 3-month-old rat. The experiments were performed on 3 group of rats: the first group received the usual diet of vivarium, the second group animals were given full-fledged food by recipe Nikonorov (1973) for 20 days and the third group received food identical to the 2nd group, but with a deficit of 60% protein for 20 days as well.

The data show a slight increase in the number of MMP254nm, in hypothalamus, brain cortex and brain stem of the 2-nd group rats who were fed full-fledged feed as compared to the controls and what is more the degree of toxicity in the brain cortex was higher than in the hypothalamus. The smallest changes were in the medulla oblongata. In these structures of the 3rd group of animals who received low-protein food (without 60% protein) the content of MMP254nm was somewhat smaller than in the rats of the 2nd group, i.e. the degree of toxicity was less than in the rats who were given full-fledged food. Thus, 20 day both full-fledged feed and low-protein feed (without 60% protein) slightly alters toxicity in the structures under study.

## **НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ БИМОДАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ВЫБОРА**

**Айдаркин Е.К.**

Россия, Южный федеральный университет, [aek@sfedu.ru](mailto:aek@sfedu.ru)

<https://doi.org/10.29003/m905.sudak.ns2020-16/54-55>

Процессы принятия моторного решения, подготовки и реализации сенсомоторной интеграции (СМИ) характеризуются потенциалом готовности и моторным ССП, которые детализированы на уровне lateral readiness potential (LRP), что позволяет выделить моменты времени, связанные с окончанием сенсорного анализа и принятием моторного решения. Основным элементом взаимодействия перцептивных, центральных и моторных процессов при реакции выбора является степень перекрытия во времени относительно независимых perceptual and response-related stages. Поскольку последовательность perceptual stages завершается стадией категоризации, то для сравнения характера взаимодействия различных стадий реакции выбора были выбраны 2 стратегии, в которых ВР наблюдается до (быстрая) или после (медленная) развития РЗ, сравнительный анализ которых и явился целью настоящей работы.

Каждый испытуемый (24 человека) проходил обследование в тестовой процедуре (до 2 ч) в условиях реакции выбора. В каждой тестовой процедуре предъявлялось по 1600 стимулов при среднем межстимульном интервале 4 с. ЭЭГ регистрировалась в 21 стандартном отведении (система 10-20) с шагом дискретизации 4 мс и частотой пропускания 0.5–70 Гц относительно объединенных ушных электродов. Оцифрованные ЭЭГ и ВР экспортировались в MATLAB, где вычислялись ССП.

Показано, что быстрая (БС) и медленная (МС) стратегии реализовались с помощью последовательно-параллельных каналов обработки информации, которые взаимодействовали между собой и их активность перекрывалась во времени. Основным механизмом СМН при МС является единый доминантный левополушарный центр, который формировался на этапе ожидания и обеспечивал этапы различения (сенсорное решение) и выбора руки для осуществления двигательной реакции (моторное решение), как для зрительного, так и для слухового стимула. При БС, возникающей при избыточном мотивационном возбуждении ипсилатеральных (по отношению к используемой руке) полушарий, формировалось два независимых центра: левополушарный, который поддерживал слуховую СМН, и правополушарный, формирующий зрительную СМН. Затем как при БС, так и при МС запускались премоторные и моторные процессы в контралатеральных гемисферах.

#### **NEUROPHYSIOLOGICAL MECHANISMS BIMODAL CHOICE REACTION**

**Aidarkin Eugeny K.**

Russia, Southern Federal University, aek@sfedu.ru

Processes of the motor decision making, as well as preparation and realization of the sensory motor integration (SMI), are characterized by the readiness potential (RP) and motor ERP, which are detailed at the LRP-level in the central leads (C3 and C4). This allows identifying the moments of time, which connected with the end of the perceptive analysis and motor decision making.

There is a wide spectrum of behavioral and electrophysiological parameters in order to study the interactions between different stages of the choice reaction (CR). The main element of these interactions is the level of temporal overlapping of these stages with respect to the independent perceptual and response-related stages. As the sequence of perceptual stages is finished by the stage of categorization, two strategies, in which the RTs were registered before (fast) and after (slow) the P3 development (FS and SS, respectively), were chosen in order to compare the character of interactions between different stages of the CR. The goal of our work was to study interactions between the perceptive and motor stages of the CR organization, depending on the reaction strategy.

Each participant (24 students) examined in a long-term continuous test procedure (up to 2 hours each) in the conditions of choice reaction implementation at the distinction of visual and auditory stimuli imposed with equal probability (0.5). During each test procedure, there were produced about 1600 stimuli averagely with average interstimulus interval (ISI) 4 sec. EEG was recorded in 21 standard site (10-20 system) with a sampling interval of 4 ms and a frequency of 0.5-70 Hz bandwidth with respect to the combined ear electrodes. The digitized EEG and RT exported to MATLAB where they received total ERP.

It was shown that the FS and SS were realized through the serial-parallel channels of information processing, which interacted with one another, and the activities of which were overlapped in time. The main mechanism of the SMI at the SS was a single dominant left-hemisphere center, which was formed in the end of the ISI at the stage of anticipation and provided the stages of differentiation (sensor decision) and hand choice in order to perform motor reaction (motor decision) for both visual and auditory stimuli. Two independent centers, one in the left hemisphere, which sustained auditory SMI, and the other in the right hemisphere, which helped form visual SMI, were formed at the FS that occurred in result of excessive motivational stimulation of the ipsilateral (with respect to the hand used) hemispheres. Then, the premotor and motor processes activated in the contralateral hemispheres at both the FS and SS.

#### **ОСОБЕННОСТИ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКИ КОНСПЕЦИФИЧЕСКИХ КОММУНИКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ НЕЙРОНАМИ СЛУХОВОГО ЦЕНТРА СРЕДНЕГО МОЗГА МЫШИ С РАЗЛИЧНЫМИ ПАТТЕРНАМИ ОТВЕТА**

**Акимов А.Г., Егорова М.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия; agakimov@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m906.sudak.ns2020-16/55-56>

Паттерны ответов нейронов слухового центра среднего мозга доменной мыши (центрального ядра заднего холма) могут быть отнесены к двум принципиально различным типам. Первый отличается тоническими разрядами, т.е. импульсный ответ нейрона продолжается в течение всего действия акустического сигнала. Такие особенности импульсации показаны для тонических, фазно-тонических, паузных и позднелатентных разрядов нейронов (Егорова, 2008; Ehret, 1997). Для второго типа характерны фазные характеристики, при которых ответ нейрона значительно короче длительности сигнала, т.е. нейрон имеет фазный или пачечный разряд. Принципиальные различия в импульсной активности нейронов позволяют предполагать их функциональную специализацию в частотно-временной обработке звуков.

В представленной работе исследовали особенности частотно-временной обработки моделей коммуникационного сигнала мышей - крика дискомфорта мышат нейронами слухового центра среднего мозга этих животных с различными паттернами ответа. Крик дискомфорта состоит из трех основных гармоник, сосредоточенных в области 5, 10 и 15 кГц, мышата излучают его в виде серий из 2-х – 5-ти сигналов (Егорова, Акимов, 2010; Gaub, Ehret, 2005).

В экспериментах внеклеточно регистрировали ответы одиночных нейронов центрального ядра, вызванные моделями крика дискомфорта мышат и сериями моделей, состоящих из 4-х компонентов, следующих с разными межстимульными интервалами (0-1000 мс). У четверти нейронов показано спектральное облегчение ответов на различные двух- и трехтоновые комбинации частотных составляющих крика. Почти все такие комбинационно-чувствительные нейроны (90%), принимающие участие в частотном кодировании звуков, имели тонические характеристики активности, т.е. тонические, фазно-тонические, паузные и позднелатентные разряды. Исследование ответов нейронов на серии моделей крика дискомфорта показало, что при коротких межстимульных интервалах (0–50 мс) ответы на 2-ой - 4-ый

сигналы в серии полностью подавлялись или значительно уменьшались почти у двух третей исследованных нейронов, т.е. проявлялась адаптация к сериям звуков. Такие нейроны, участвующие во временном кодировании звуков, имели фазные или пачечные разряды. У остальных нейронов адаптация не проявлялась. Для них был характерен тонический разряд.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты №№ 06-04-48616; 18-015-00188) и федерального бюджета по госзаданию на 2018-2020гг. (№ г.р. АААА-А18-118013090245-6).*

Егорова М.А. Сенсорные системы. 2008. Т. 22. №3. С. 203-213. Егорова М.А., Акимов А.Г. Акустический журнал. 2010. Т. 56. №3. С. 391-397. Ehret G. The Central Auditory System. Eds. Ehret G., Romand R. New York, Oxford: Oxford University Press, 1997. P. 259-316. Gaub S. Ehret G. J. Comp. Physiol. 2005. V. 191. P. 1131.

## **TEMPORAL-FREQUENCY PROCESSING OF THE CONSPECIFIC COMMUNICATION CALLS IN MOUSE AUDITORY MIDBRAIN NEURONS WITH DIFFERENT RESPONSE PATTERNS**

**Akimov Alexander G., Egorova Marina A.**

I.M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, 194223, Russia, E-mail: agakimov@yandex.ru

The response patterns of neurons in the mouse auditory midbrain (central nucleus of the inferior colliculus) can be referred to two different types. For the first type tonic activity are typical, i.e. the neuron response continues throughout the sound duration (tonic, phasic-tonic, pauser and long-latency discharges; Ehret, 1997; Egorova, 2008). The second type of the response pattern is phasic, i.e. neuron response is much shorter than sound duration. Fundamental differences in the impulse activity of neurons suggest their different functional specialization in the temporal - frequency processing of sounds. In present work, the temporal - frequency processing of the mouse pups wriggling call models in auditory midbrain neurons with different response patterns was studied. Wriggling call consists of three main harmonics focused around the 5, 10 and 15 kHz. Under natural conditions, mouse pups emit a wriggling call in the form of series of two to five calls (Gaub, Ehret, 2005; Egorova, Akimov, 2010).

Responses of single neurons caused by wriggling call models and series of models consisting of four stimuli with different interstimulus intervals (0-1000 ms) were recorded extracellularly. A quarter of recorded neurons showed spectral facilitation in responses to various two- and three-tone combinations of the frequency components of the wriggling call. About 90% of such combination-sensitive neurons contributed to the frequency processing of sounds, had tonic activity, i.e. tonic, phasic-tonic, pauser and long-latency discharges. A study of neurons responsibility to series of wriggling call models showed that, at short interstimulus intervals (0-50 ms), responses to the 2nd – 4th signals in the series were completely suppressed or significantly decreased in about two-thirds of the studied neurons, i.e. adaptation to a series of sounds appeared. These neurons contributed to the temporal processing of sounds, had mainly phasic discharges. In other neurons adaptation did not occur. They had tonic characteristics of discharges.

## **ПРО-ПРОЛИФЕРАТИВНОЕ И НЕЙРОЗАЩИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ НЕЙРОТРОПНОГО ПЕПТИДА FRWGPGP – СИНТЕТИЧЕСКОГО АНАЛОГА МЕЛАНКОРТИНОВОГО ПЕПТИДА АКТГ(6-9)**

**Акимов М.Г.<sup>1</sup>, Фомина-Агеева Е.В.<sup>1</sup>, Дудина П.В.<sup>1</sup>, Андреева Л.А.<sup>2</sup>, Мясоєдов Н.Ф.<sup>2</sup>, Безуглов В.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук, Москва; Российская Федерация; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт молекулярной генетики Российской академии наук, Москва, Российская Федерация; vvbez2013@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m907.sudak.ns2020-16/56-57>

Одним из активно изучаемых классов регуляторов эндогенных пептидов являются пептиды, подобные аденокортикотропному (АКТГ) / меланоцит-стимулирующему гормону, которые в настоящее время объединяются под термином меланокортины (МК). МК участвуют в регуляции памяти и внимания, эмоционального статуса, сексуального и пищевого поведения, болевой чувствительности и некоторых других физиологических функций. Общая последовательность для всех МК представляет собой пептид АКТГ(6-9) или FRWG, который необходим для связывания со всеми известными типами рецепторов МК. Стабилизированный аналог меланокортинового пептида АКТГ(6-9)PGP (FRWGPGP) обладает широким спектром нейропротекторных активностей. Однако механизм его действия остается малоизученным. Мы исследовали пролиферативную и цитопротекторную активность пептида АКТН(6-9)PGP на клетках SH-SY5Y на модели токсичности, вызванной токсином MPP<sup>+</sup>, и окислительного, стресса индуцированного пероксидом водорода (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Пептид дозозависимо увеличивал пролиферацию и защищал клетки от MPP<sup>+</sup> и H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Активность наблюдали в диапазоне концентраций 2,5-100 мкМ, что значительно ниже по сравнению с клинически используемым пептидом семакс (1 мМ), протестированным в тех же условиях. Про-пролиферативный эффект пептида был четко выражен при концентрации 2,5 мкМ. Установлено, что механизм действия пептида заключается в индукции генов, связанных с пролиферацией (киназы JNK и AKT3), и антиоксидантных генов (каталаза, HO-1 и GST) и снижение апоптоза. Первичная мишень пептида не ясна. Основываясь на том факте, что пептид представляет собой часть аденокортикотропного гормона, первым кандидатом может быть рецептор этого гормона (ACTHR), сопряженный с G<sub>as</sub> субъединицей. Однако, уровень цАМФ после добавления пептида АКТН (6-9)PGP не изменяется, и, таким образом, ACTHR можно исключить из списка потенциальных мишеней. Необходимо более подробное исследование других предполагаемых путей передачи сигнала для выяснения механизмов цитопротективной активности модифицированного пептида АКТГ(6-9). *Работа частично поддержана грантами РФФИ № 17-00-00104 КОМФИ, 17-00-00105 КОМФИ, 17-00-00109 КОМФИ.*



**PRO-PROLIFERATIVE AND NEURO-PROTECTIVE ACTION OF THE NEUROTROPIC PEPTIDE FRWGPGP -  
SYNTHETIC ANALOGUE OF MELANOCORTINE PEPTIDE ACTH (6-9)**

**Akimov Mikhail G.<sup>1</sup>, Fomina-Ageeva Elena V.<sup>1</sup>, Dudina Polina V.<sup>1</sup>, Andreeva Lyudmila A.<sup>2</sup>, Myasoedov Nikolaj F.<sup>2</sup>, Bezuglov Vladimir V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Shemyakin-Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation; <sup>2</sup>Institute of Molecular Genetics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation;  
[vvbez2013@yandex.ru](mailto:vvbez2013@yandex.ru)

One of the actively studied classes of endogenous peptide regulators is ACTH / MSH-like peptides, which are currently combined under the term melanocortins (MC). MC are involved in the regulation of memory and attention, emotional status, sexual and eating behavior, pain sensitivity, and some other physiological functions. The common sequence for all MC is ACTH(6-9) or FRWG, which is necessary for binding to all known types of MC receptors. Stabilized melanocortin peptide analog ACTH(6-9)PGP (FRWGPGP) possess a wide range of neuroprotective activities. However, its mechanism of action remains little studied. We studied the pro-proliferative and cytoprotective activity of the peptide ACTH(6-9)PGP on the SH-SY5Y cells in the model of MPP<sup>+</sup> toxicity and oxidative stress (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). The peptide dose-dependently increased proliferation and protected cells from MPP<sup>+</sup> and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. The activity was observed in the concentration range 2.5-100 μM, which is significantly lower compared to the clinically used semax peptide (1 mM) tested under the same conditions. The pro-proliferative effect of the peptide was clearly expressed at a concentration of 2.5 μM. It was found that the mechanism of action of the peptide consists in the induction of genes associated with proliferation (JNK and AKT3 kinases) and antioxidant genes (catalase, HO-1 and GST) and a decrease in apoptosis. The primary target of the peptide is not clear. Based on the fact that the peptide is part of an adrenocorticotrophic hormone, its receptor (ACTHR) coupled to the G<sub>us</sub> subunit may be the first candidate. However, the cAMP level did not change after the addition of ACTH(6-9)PGP peptide, and thus, ACTHR can be excluded from the list of potential targets. A more detailed study of other putative signal transduction pathways is required to elucidate the mechanisms of the cytoprotective activity of the modified ACTH(6-9) peptide. *The work was in part supported by the RFBR grants # 17-00-00104 KOMFI, 17-00-00105 KOMFI, 17-00-00109 KOMFI.*

**ВЛИЯНИЕ СИСТЕМНОЙ ВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ НА СОСТОЯНИЕ  
ЦЕРЕБРОКАРДИАЛЬНОЙ ОСИ**

**Александров В.Г.<sup>1,2</sup>, Рыбакова Г.И.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П.Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А.И.Герцена», Санкт-Петербург, Россия; [aleksandrovv@infran.ru](mailto:aleksandrovv@infran.ru)

<https://doi.org/10.29003/m908.sudak.ns2020-16/57-58>

Системная воспалительная реакция (СВР), которая развивается в ответ на действие различных повреждающих факторов, характеризуется, в частности, нарушениями в работе системы кровообращения и тахикардия является одним из симптомов синдрома СВР. Согласно современным представлениям сердце является элементом cerebroкардиальной оси, в состав которой включают интрамуральную и автономную нервную систему, а также структуры центральной автономной сети. Эта сеть, и cerebroкардиальная ось в целом, характеризуется реципрокностью функциональных связей, их дублированием, нейрохимической сложностью, а также тем, что активность этих связей зависит от состояния центральной нервной системы и организма в целом. Состояние СВР характеризуется, в частности, усиленной продукцией провоспалительных цитокинов и нарушениями функциональных связей между ними, а также активацией гипоталамо-гипофизарно-адреналовой оси и усиленной продукцией глюкокортикостероидов. Можно предполагать, что повышенные уровни провоспалительных цитокинов и глюкокортикостероидов являются факторами, которые влияют на функциональное взаимодействие между элементами cerebroкардиальной оси и приводят, в результате, к тахикардии, нарушениям сердечного ритма и другим проявлениям кардиальной дисфункции при СВР. Эти предположения были подвергнуты прямой экспериментальной проверке в острых экспериментах на анестезированных крысах. Было установлено, что повышение системного уровня бактериального липополисахарида, стимулирующего выработку провоспалительных цитокинов, экзогенное повышение системного уровня некоторых провоспалительных цитокинов, а также глюкокортикостероидов оказывает влияние на состояние циркуляторной функции. Это проявлялось в изменении артериального давления, частоты сердечных сокращений и барорефлекторной чувствительности. Кроме того, изменялись циркуляторные эффекты стимуляции областей автономной коры, формирующих высший уровень cerebroкардиальной оси, в том числе её модулирующее действие на барорефлекс. Таким образом, изменение состояния cerebroкардиальной оси под действием цитокинов и кортикостероидов может быть одной из важных причин кардиальной дисфункции, развивающейся в состоянии СВР.

*Работа выполнена при поддержке программы ПРАН ПИ.43: проект 0134-2018-0004.*

**INFLUENCE OF SYSTEMIC INFLAMMATORY RESPONSE ON THE STATE OF THE CEREBROCARDIAL AXIS**

**Aleksandrov Viacheslav G.<sup>1,2</sup>, Rybakova Galina I.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Pavlov Institute of Physiology RAS, St. Petersburg, Russia; <sup>2</sup>Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia; [aleksandrovv@infran.ru](mailto:aleksandrovv@infran.ru)

A systemic inflammatory reaction (SIR), which develops in response to various damaging factors, is characterized, in particular, by disturbances in the circulatory system, and a tachycardia is one of the symptoms of SIR syndrome. According to the modern concepts, the heart is an element of the cerebral axis, which includes the intramural and autonomic nervous system, as well as the structure of the central autonomous network. This



network, and the cerebrocardial axis as a whole, is characterized by the reciprocity of functional connections, their concurrency, neurochemical complexity, and the fact that the activity of these connections depends on the state of the central nervous system and the body as a whole. The state of SIR is characterized, in particular, by enhanced production of pro-inflammatory cytokines and impaired functional connections between them, as well as activation of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and enhanced production of glucocorticoids. It can be assumed that elevated levels of pro-inflammatory cytokines and glucocorticoids are factors that affect the functional interaction between the elements of the cerebrocardial axis and, as a result, lead to tachycardia, cardiac arrhythmias, and other manifestations of cardiac dysfunction in SIR. These assumptions were subjected to direct experimental verification in acute experiments on anesthetized rats. It was found that an increase in the systemic level of bacterial lipopolysaccharide, stimulating the production of pro-inflammatory cytokines, an exogenous increase in the systemic level of some pro-inflammatory cytokines, as well as glucocorticoids, affects the state of circulatory function. This was manifested in a change in blood pressure, heart rate and baroreflex sensitivity. In addition, the circulatory effects of stimulation of the regions of the autonomic cortex that form the highest level of the cerebrocardial axis, including its modulating effect on the baroreflex, have changed. Thus, a change in the state of the cerebral cardiac axis under the action of cytokines and corticosteroids may be one of the important causes of cardiac dysfunction developing in the state of SIR.

*The study was supported with the program of RAS Presidium PI.43: Project 0134-2018-0004.*

### **БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА В РЕГУЛЯЦИИ ПОТОКОВ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ В КЛЕТКАХ НЕКОНТРОЛИРУЕМОГО РОСТА.**

**Алексеева О.М.<sup>1</sup>, Ким Ю.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Учреждение Российской академии наук Институт Биохимической физики РАН, Москва, Россия, [olgavek@yandex.ru](mailto:olgavek@yandex.ru); <sup>2</sup>Учреждение Российской академии наук Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино, Россия.

В настоящее время все большее значение приобретает моделирование процессов, происходящих в трансформированных клетках, в связи с широким распространением онкологических заболеваний различной локализации в организме. Наиболее простые модели – это изолированные клетки асцитной карциномы Эрлиха (АКЭ), поэтому работа была проведена на разбавленных суспензиях клеток АКЭ. Применялся один из спектральных методов – первичное светорассеяние под прямым углом при одинаковых длинах волн возбуждения и излучения в видимой области [1]. Изменение объема клеток при действии биологически активных веществ (БАВ) – мелафена (регулятора роста растений) или феноксана (антиоксиданта), примененных в широком диапазоне концентраций, отражалось в изменении параметров светорассеяния суспензии. Известно, что в определенные фазы опухолевого роста АКЭ демаскируются метаболитные пуриновые рецепторы P2Y [2]. При этом добавками АТФ или АДФ активируется кальциевая сигнализация, основные звенья которой идентифицированы [1]. Поэтому при одновременном воздействии АТФ и мелафена или АТФ и феноксана были установлены концентрации БАВ, блокирующие развитие метаболитной активации кальциевых потоков в клетках АКЭ. Взаимодействие АТФ с пуриновыми рецепторами на поверхности клетки приводит к повышению цитоплазматической концентрации  $\text{Ca}^{2+}$ , активации Са-зависимых К-каналов и Са-зависимых Cl-каналов, изменяющих объем клеток.  $\text{Ca}^{2+}$ -сигнальная система клеток АКЭ подвергается угнетению феноксаном при концентрациях  $10^{-7}$ - $10^{-5}$  М. Мелафен уже в малых концентрациях  $10^{-10}$  М начинает оказывать угнетающее действие. С увеличением концентрации эффект усиливается:  $10^{-4}$  М – ингибирование 80%,  $10^{-3}$  М вызывает 100%-ное ингибирование всех фаз прохождения сигнала. Показано, что компенсаторный вход кальция также ингибируется.

1. Зинченко В.П., Касымов В.А., Ли В.В., Каймачников Н.П. // Биофизика. 2005. Т.50. вып 5. С. 1055-1069.

2. Замай А.С., Замай Т.Н. Влияние АТФ на асцитные клетки в разные фазы опухолевого роста // Материалы международной конференции «Рецепция и внутриклеточная сигнализация». Пущино. 2005. С. 48-51.

### **THE BIOLOGY ACTIVE SUBSTANCES ACTIONS TO THE TUMOR CELLS CALCIUM IONS WAYS REGULATION**

**Alekseeva Olga M.<sup>1</sup>, Kim Yury A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Emanuel Institute of Biochemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, [olgavek@yandex.ru](mailto:olgavek@yandex.ru).

<sup>2</sup>Institute of Cell Biophysics, Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow region.

Now there is the great interest of modeling of processes, which are taking places in oncology transformed cells. There are the wide distributions of oncology pathology with different localization these diseases in the body. The simplest models are the insulated from mice cells of Ehrlich ascetic carcinoma (EAK), which are injected into mice body for tumor growth. This is why at our work the dilute cell suspensions of EAK were used. We used one of spectral methods - the primary light scattering at a right angle when uniform of exciting waves and emission waves in visible range [1]. The changes of cellular volume under the action of biologically active substance were reflected in parameters of cellular suspension's light scattering changes. BAS - melafen (plant growth regulator) or phenoksan (antioxidant), were used at a wide range of concentrations. It is known that in the certain phase of tumor growth at the EAK cells the metabotropic purine receptors P2Y were appeared at the outer cellular surface [2]. In this case the additions of ATP or ADP activated the calcium signaling, the all phases of which were identified early [1]. This is why when simultaneous action ATP and melafen or ATP and phenoksan in strong dependence of BAS concentration, influenced to the development of metabotropic activating of calcium currents in EAK cells. The interaction ATP with purine receptors P2Y on the cellular surface leads to increasing of cytoplasmic concentration  $\text{Ca}^{2+}$ .  $\text{Ca}^{2+}$  was released from intracellular calcium depot –endoplasmic reticulum. After that, the activation of Ca-dependent K-channels and Ca-dependent Cl -channels were occurred, and the cellular volume changed. The  $\text{Ca}^{2+}$ -signal system of EAK cells undergo of suppressing by phenoksan at concentrations of  $10^{-7}$ - $10^{-5}$  M. Melafen as early as low concentrations  $10^{-10}$  M begin to exert the inhibitory effect. And with melafen concentration increasing

the effect increased too:  $10^{-4}$  M - inhibition 80%,  $10^{-3}$  M caused 100% inhibition of all phases of signal ways. It is shown that the compensatory calcium entry also inhibited.

1. Zinchenko V.P., Kasimov V.A., Li V.V., Kaimachnikov N.P. // Biophys. 2005. vol. 50. (5), P. 1055-1069.
2. Zama A. S., Zama T. N. ATP influence to ascetic cells at different phase of tumor growth // International conference "Reception and intracellular signalization". Pushchino, Moscow region. 2005. P. 48-51.

### РОЛЬ СФИНГОЛИПИДОВ В ПАТОГЕНЕЗЕ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА

А.В. Алесенко<sup>1</sup>, В.Е. Блохин<sup>2</sup>, С.А. Соколов<sup>3</sup>, О.А. Малошицкая<sup>3</sup>, У.А. Гутнер<sup>1</sup>, М.А. Шупик<sup>1</sup>,  
М.В. Угрюмов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики РАН, им. Н.М. Эммануэля, Москва, Россия, [alicealessenko@gmail.com](mailto:alicealessenko@gmail.com), <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии развития РАН, Москва, Россия, [mugrumov@mail.ru](mailto:mugrumov@mail.ru), <sup>3</sup>Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, [maloshitskaya@gmail.com](mailto:maloshitskaya@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m909.sudak.ns2020-16/59>

Центральная нервная система содержит большое количество сфинголипидов. Особое внимание к этим липидам при изучении механизмов Болезни Паркинсона (БП) было связано с развитием симптомов этого заболевания при некоторых типах Болезни Гоше (БГ), основным пусковым механизмом которой является наличие мутаций в гене, кодирующим фермент глюкоцереброзидазу (ГЦ). Этот фермент расщепляет в лизосомах глюкозилцерамид до глюкозы и церамида. Уменьшение активности ГЦ приводит к лизосомальной дисфункции и накоплению в лизосомах глюкозилцерамида, который стабилизирует токсичную олигомерную форму  $\alpha$ -синуклеина. Наличие телец Леви - один из признаков БП. Нарушения в метаболизме церамида также связано с появлением телец Леви. Было показано, что не только глюкозилцерамид участвует в патогенезе, но и продукты его метаболизма. В частности, если этот сфинголипид деацилируется, то возникает новый продукт - глюкозилсфингозин, который обладает высоким токсическим эффектом на нейроны и другие клетки. Нами на модели БП у мышей исследовалось участие сфинголипидов в развитии этого заболевания. **При моделировании болезни Паркинсона** использовали 1-метил-4-фенил-1,2,3,6-тетрагидропиридин (MPTP). В зависимости от дозы (8 или 10 мг/кг) в течение 2-х недель развивается доклиническая или клиническая стадии заболевания. Методом хромато-масс-спектрометрии были исследованы изменения в молекулярных видах церамидов с жирными кислотами в их составе: C18:1/18:0, C18:1/24:0, C18:1/24:1, в содержании сфингозина, сфинганина и галактозилцерамидов в стриатуме и черной субстанции на доклинической и клинической стадии БП. Особенно резкие изменения происходят в сфингоидных основаниях в черной субстанции на клинической стадии заболевания, когда отмечается гибель клеток. Более глубокое понимание биологических путей, регулирующих метаболизм различных сфинголипидов при развитии БП, может привести к идентификации мишеней для лекарственных препаратов. В качестве таких мишеней могут выступить ферменты метаболизма сфинголипидов, участвующих в патогенезе БП.

### ROLE OF SPHINGOLIPIDS IN THE PATHOGENESIS OF PARKINSON'S DISEASE

Alice V. Alessenko<sup>1</sup>, Viktor E. Blokhin<sup>2</sup>, Sergei A. Sokolov<sup>3</sup>, Olga A. Maloshitskaya<sup>3</sup>, Uliana A. Gutner<sup>1</sup>,  
Maria A. Shupik<sup>1</sup>, Michael V. Ugryumov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Emanuel Institute of Biochemical Physics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, [alicealessenko@gmail.com](mailto:alicealessenko@gmail.com)

<sup>2</sup> Koltzov Institute of Developmental Biology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, [mugrumov@mail.ru](mailto:mugrumov@mail.ru),

<sup>3</sup> Moscow State University, Moscow, Russia, [maloshitskaya@gmail.com](mailto:maloshitskaya@gmail.com)

The central nervous system contains a large number of sphingolipids. Particular attention to these lipids in the study of the mechanisms of Parkinson's disease (PD) was associated with the development of the symptoms of this disease in some types of Gaucher disease (BG), the main trigger of which is the presence of mutations in the gene encoding the glucocerebrosidase (GC) enzyme. This enzyme breaks down glucosylceramide into glucose and ceramide in the lysosomes. A decrease in the activity of GC leads to lysosomal dysfunction and the accumulation of glucosylceramide in the lysosomes, which stabilizes the toxic oligomeric form of  $\alpha$ -synuclein. The presence of Lewy bodies is one of the signs of PD. Disturbances in the metabolism of ceramides are also associated with the appearance of Lewy bodies. It was shown that not only glucosylceramide is involved in pathogenesis, but also its metabolic products. In particular - glucosylsphingosine, which arises from glucosylceramide deacetylation and has a high toxic effect on neurons and other cells.

We have studied the participation of sphingolipids in the development of this disease in PD mice models. For modeling of Parkinson's disease, 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine (MPTP) was used. Depending on the dose, a preclinical (2 injections of 8 mg/kg MPTP with 2 hour interval) or clinical stage (4 injections of 10 mg/kg MPTP with 2 hour intervals) of the disease develops within 2 weeks. The method of chromatography-mass spectrometry was used to study changes in the molecular types of ceramides with fatty acids in their compositions: C18:1/18:0, C18:1/24:0, C18:1/24:1, in the content of sphingosine, sphinganine and galactosylceramides in the striatum and substantia nigra at the preclinical and clinical models of PD. Particularly dramatic changes occur in sphingoid bases in the substantia nigra at the clinical stage of the disease when cell death is noted.

A deeper understanding of the biological pathways that regulate the metabolism of various sphingolipids in the development of PD can lead to the identification of drug targets. Enzymes of sphingolipid metabolism involved in the pathogenesis of PD can serve as such targets.

## ВЛИЯНИЕ ТИМУЛИНА НА СОДЕРЖАНИЕ ГАМК, ГЛУ И АСП В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ КРЫС ПРИ ЦИКЛОФОСФАМИДНОЙ ИММУНОСУПРЕССИИ

Алиева Н.Н.

Институт Физиологии им. Академика Абдуллы Караева, НАН Азербайджана, г.Баку; [nazaket-alieva@mail.ru](mailto:nazaket-alieva@mail.ru)

Целью настоящей работы было изучение влияния тимулина на содержание ГАМК (гамма-аминомасляная кислота), Глу (глутамат) и Асп (аспартат) в ткани различных структур головного мозга 3-месячных крыс при циклофосфамидной (ЦФА) иммуносупрессии.

Экспериментальное моделирование иммунологической недостаточности проводили классическим методом - путем интраперитонеального введения ЦФА в дозе 150 мг/кг массы тела. Ежедневно в течение 14 дней животным вводили внутривентрикулярно тимулин в дозе 0,15 мг/кг живого веса.

Результаты экспериментов показали, что у 3-месячных контрольных крыс содержание ГАМК в ткани коры больших полушарий мозга составляет  $2,16 \pm 0,08$ , мозжечка -  $1,85 \pm 0,05$ , ствола мозга -  $1,71 \pm 0,06$ , гипоталамуса -  $3,23 \pm 0,16$  мкмоль/г. При этом содержание Глу и Асп составляет: в тканях коры больших полушарий мозга -  $4,32 \pm 0,14$  и  $3,46 \pm 0,12$  мкмоль/г, мозжечка -  $4,62 \pm 0,11$  и  $2,85 \pm 0,06$  мкмоль/г, ствола мозга -  $4,11 \pm 0,10$  и  $2,58 \pm 0,07$  мкмоль/г, гипоталамуса -  $5,89 \pm 0,19$  и  $3,95 \pm 0,11$  мкмоль/г, соответственно.

Установлено, что у 3-месячных крыс при ЦФА иммуносупрессии содержание ГАМК в ткани исследуемых структур головного мозга в сравнении с контрольной группой понижается и составляет: в ткани коры больших полушарий мозга  $1,62 \pm 0,06$ , мозжечка  $1,48 \pm 0,06$ , ствола мозга -  $1,21 \pm 0,04$ , гипоталамуса -  $2,01 \pm 0,09$  мкмоль/г. При этом содержание Глу и Асп относительно увеличивается и составляет: в тканях коры больших полушарий мозга  $5,70 \pm 0,18$  и  $4,43 \pm 0,12$ , мозжечка -  $5,58 \pm 0,16$  и  $3,51 \pm 0,10$ , ствола мозга -  $5,22 \pm 0,14$  и  $3,35 \pm 0,10$ , гипоталамуса -  $8,54 \pm 0,28$  и  $5,37 \pm 0,15$ , соответственно, по сравнению с контрольными показателями.

У 3-месячных крыс после воздействия тимулина при ЦФА иммуносупрессии содержание ГАМК в ткани исследуемых структур головного мозга составляет: в ткани коры больших полушарий мозга  $2,02 \pm 0,08$ , мозжечка  $1,75 \pm 0,06$ , ствола мозга -  $1,60 \pm 0,06$ , гипоталамуса -  $2,97 \pm 0,11$  мкмоль/г. При этом содержание Глу и Асп в ткани исследуемых структур головного мозга составляет: в ткани коры больших полушарий мозга  $4,49 \pm 0,15$  и  $3,59 \pm 0,10$ , мозжечка -  $4,89 \pm 0,17$  и  $3,05 \pm 0,09$ , ствола мозга -  $4,36 \pm 0,13$  и  $2,81 \pm 0,08$ , гипоталамуса -  $6,59 \pm 0,21$  и  $4,35 \pm 0,14$  мкмоль/г, соответственно.

Результаты экспериментов показали, что тимулин в различных структурах головного мозга 3-месячных крыс корректирует содержание ГАМК, Глу и Асп при ЦФА иммуносупрессии.

## INFLUENCE OF THYMULIN ON THE CONTENT GABA, GLU AND ASP IN THE BRAIN OF RATS IN CYCLOPHOSPHAMIDE IMMUNOSUPPRESSION

Aliyeva N.N.

Institute of Physiology n. a. Academician Abdulla Garayev, NAS of Azerbaijan, Baku; [nazaket-alieva@mail.ru](mailto:nazaket-alieva@mail.ru)

The aim of this work was to study the effect of thymulin on the content of GABA (gamma-aminobutyric acid), Glu (glutamic acid) and Asp (aspartic acid) in the tissue of different brain structures of 3-month-old rats during cyclophosphamide (CPA) immunosuppression.

Experimental modeling of immunological deficiency was performed by the classical method - by intraperitoneal injection of CPA at a dose of 150 mg/kg body weight. Daily for 14 days, the animals were injected intraperitoneally thymulin at a dose of 0,15 mg/kg of live weight.

Experimental results showed that in 3-month control rats, the content of GABA in the tissue of the cerebral hemispheres cortex of the brain was  $2,16 \pm 0,08$ , in the cerebellum  $1,85 \pm 0,05$ , in the brain stem -  $1,71 \pm 0,06$ , in the hypothalamus -  $3,23 \pm 0,16$   $\mu\text{mol/g}$ . At the same time, the content of the Glu and Asp in the tissue of the cerebral hemispheres cortex of the brain was  $4,32 \pm 0,14$  and  $3,46 \pm 0,12$ , in the cerebellum -  $4,62 \pm 0,11$  and  $2,85 \pm 0,06$ , in the brain stem -  $4,11 \pm 0,10$  and  $2,58 \pm 0,07$ , in the hypothalamus -  $5,89 \pm 0,19$  and  $3,95 \pm 0,11$   $\mu\text{mol/g}$ , respectively.

It was established that the content of GABA decreased in the tissue in the studied brain structures of 3-month-old rats in CPA immunosuppression, in comparison with the control group and was: in the tissue of the cerebral hemispheres cortex  $1,62 \pm 0,06$ , in the cerebellum  $1,48 \pm 0,06$ , in the brain stem -  $1,21 \pm 0,04$ , in the hypothalamus -  $2,01 \pm 0,09$   $\mu\text{mol/g}$ . At the same time, the content of the Glu and Asp in the tissue of the cerebral hemispheres cortex of the brain was  $5,70 \pm 0,18$  and  $4,43 \pm 0,12$ , in the cerebellum -  $5,58 \pm 0,16$  and  $3,51 \pm 0,10$ , in the brain stem -  $5,22 \pm 0,14$  and  $3,35 \pm 0,10$ , in the hypothalamus -  $8,54 \pm 0,28$  and  $5,37 \pm 0,15$   $\mu\text{mol/g}$ , respectively.

After the action of thymulin during CPA immunosuppression, the content of GABA in the tissue of the studied brain structures of 3-month-old rats was: in the tissue of the cerebral hemispheres cortex of the brain  $2,02 \pm 0,08$ , in the cerebellum  $1,75 \pm 0,06$ , in the brain stem -  $1,60 \pm 0,06$ , in the hypothalamus -  $2,97 \pm 0,11$   $\mu\text{mol/g}$ . At the same time, the content of the Glu and Asp in the tissue of the cerebral hemispheres cortex of the brain was  $4,49 \pm 0,15$  and  $3,59 \pm 0,10$ , in the cerebellum -  $4,89 \pm 0,17$  and  $3,05 \pm 0,09$ , in the brain stem -  $4,36 \pm 0,13$  and  $2,81 \pm 0,08$ , in the hypothalamus -  $6,59 \pm 0,21$  and  $4,35 \pm 0,14$   $\mu\text{mol/g}$ , respectively.

Results of experiments showed that the thymulin in different brain structures of 3-month-old rats corrects the content of GABA, Glu and Asp in CPA immunosuppression.



## **ЭМОЦИОНАЛЬНО-ХАРАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖЕНЩИН ЗРЕЛОГО И ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТОВ В ДНИ С РАЗЛИЧНОЙ ГЕЛИОГЕОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКОЙ**

**Аллахвердиева А.А., Аллахвердиев А.Р.**

Институт Физиологии им. А.И. Караева, Национальная Академия Наук Азербайджана, Азербайджан, Баку,  
[ali\\_doctor@mail.ru](mailto:ali_doctor@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m910.sudak.ns2020-16/61>

Головной мозг человека, с продуцируемой нейронами биоэлектрической активностью и возникающими при этом электрическими и магнитными полями, является экраном, реагирующим на изменения магнитной обстановки Земли. В свою очередь магнитная обстановка Земли зависит от процессов, происходящих на Солнце. Во время максимальной активности на Солнце происходят вспышки, сопровождающиеся выбросом в космическое пространство заряженных частиц. Солнечным ветром эти частицы достигают поверхности Земли и воздействуют на магнитное поле планеты, вызывая изменение его характеристик.

В настоящей работе в группе практически здоровых женщин зрелого (30-35 лет) и пожилого (50-60 лет) возрастов, проведены персонализированные психологические исследования, с помощью предъявления испытуемым невербального цветового теста Люшера в геомагнитно- спокойные дни ( $K_p=1-2$ ) и в дни со слабо возмущенной ( $K_p=4$ ) геомагнитной обстановкой Земли. Прогноз гелиогеомагнитной обстановки в регионе обследования (г.Баку) представлялся сотрудниками Шамахинской Астрофизической Обсерваторией Национальной Академии Наук Азербайджана. Анализ подвергались характеристики, отражающие тревожность, эмоциональный и вегетативный базис, а также уровень работоспособности.

Результаты проведенных исследований в группе женщин зрелого возраста свидетельствуют о том, что повышение геомагнитной обстановки Земли, в сравнении со спокойными днями, вызывает снижение вегетативного тонуса и некоторое снижение уровня работоспособности. Было отмечено, что в группе женщин пожилого возраста снижение вегетативного тонуса и уровня работоспособности были более выражены и отмечались как в спокойные дни, так и в дни возмущения геомагнитной обстановки. Также у пожилых женщин, в сравнении с женщинами 30-35 лет, наблюдался более высокий уровень тревожности. В обеих возрастных группах был выявлен высокий уровень эмоционально-характериологического базиса, отражающие напряженность и раздражительность, не связанные со степенью геомагнитной активности и по-видимому отражающие окружающую ситуационную обстановку.

## **EMOTIONAL-CHARACTERICAL WOMEN'S PERFORMANCE MATURE AND OLD AGE IN DAYS WITH VARIOUS HELIOGEOMAGNETIC SYMS**

**Allahverdiyeva Aysel A., Allahverdiyev Ali R.**

Institute of Physiology. A.I. Karayeva, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Azerbaijan, Baku,  
[ali\\_doctor@mail.ru](mailto:ali_doctor@mail.ru)

Human Brain, with neuron-produced bioelectric activity and emerging electrical and magnetic fields, is a screen that responds to changes in the Earth's magnetic environment. In turn, the Earth's magnetic environment depends on the processes taking place on the Sun. During maximum activity on the Sun there are flashes, accompanied by the release into outer space of charged particles. With the solar wind, these particles reach the Earth's surface and affect the planet's magnetic field, causing a change in its characteristics.

In this work in a group of almost healthy women of mature (30-35 years) and elderly (50-60 years) of age, personalized psychological studies were carried out, with the help of presenting the subjects nonverbal color test Luscher in geomagnetic-calm days ( $K_r=1-2$ ) and on days with a faintly perturbed ( $K_r=4$ ) geomagnetic environment of the Earth. The forecast of the heliogeomagnetic situation in the region of the survey (Baku) was presented by the staff of the Shamakhin Astrophysical Observatory of the National Academy of Sciences of Azerbaijan.

Characteristics reflecting anxiety, emotional and vegetative basis, as well as performance levels were analyzed. The results of the studies in the group of mature women show that the increase in the geomagnetic environment of the Earth, compared to calm days, causes a decrease in vegetative tone and a slight decrease in the level of performance. It was noted that in the group of older women, the decrease in vegetative tone and performance level was more pronounced and observed both on quiet days and in the days of disturbance of the geomagnetic environment. Older women also had higher levels of anxiety compared to women in their 30 – 35 years. In both age groups, high levels of emotional-characteristic basis were found, reflecting tension and irritability, unrelated to geomagnetic activity and apparently reflecting the surrounding situational environment.

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НЕЙРОНОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ЭПИЛЕПТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ**

**Альбетьярова К.М.<sup>1</sup>, Корнилов М.В.<sup>1</sup>, Сысоев И.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия; <sup>2</sup>Саратовский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Саратов, Россия; [kalbietiarova@mail.ru](mailto:kalbietiarova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m911.sudak.ns2020-16/61-62>

Моделирование эпилептической активности головного мозга сетями нейроосцилляторов в настоящее время позволило воспроизвести многие экспериментально наблюдаемые характеристики эпилептиформной активности, а также переходы между нормальной и эпилептиформной динамикой. В качестве узлов сети в основном используются упрощенные модели нейронов, связанные сложным образом в иерархические сети. Следующим шагом в моделировании могло бы стать создание радиотехнической установки, воспроизводящей результаты, достигнутые в численном моделировании. Однако перед этим

необходимо проверить результат работы аналоговой схемы средствами имитационного моделирования, чему посвящена данная работа.

В качестве нейронов в работе используются радиотехнические генераторы, реализующие упрощенную модель ФитцХью-Нагумо. Для реализации данной схемы была выбрана среда моделирования и симуляции Open Modelica, опирающаяся на открытый код и язык Modelica, она представляет собой объектно-ориентированный, декларативный язык моделирования для компонентно-ориентированного моделирования сложных систем. Преимуществами Open Modelica над другими решениями являются её открытость, бесплатность, кроссплатформенность, хорошая масштабируемость, что позволяет эффективно проводить моделирование больших схем на вычислительных серверах и суперкомпьютерах.

В результате работы была разработана схема, позволяющая масштабировать количество нейронов, необходимых для генерации сигнала, с помощью которой были получены сигналы эпилептической активности, схожие с реальными данными.

*Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда №19-72-10030.*

#### **SIMULATION OF THE BRAIN NEURONS BEHAVIOR IN EPILEPTIC ACTIVITY**

**Albetyarova Karina M.<sup>1</sup>, Kornilov Maksim V.<sup>1</sup>, Sysoev Ilya V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Saratov State University, Saratov, Russia; <sup>2</sup>Saratov Branch of Institute of Radioengineering and Electronics of RAS, Saratov, Russia; [kalbietiarova@mail.ru](mailto:kalbietiarova@mail.ru)

Modeling of brain epileptic activity by networks of neurooscillators has now made it possible to reproduce many experimentally observed characteristics of epileptiform activity, as well as transitions between normal and epileptiform dynamics. As network nodes simplified models of neurons are mainly used related in a complex way in hierarchical networks. The next step in the simulation could be the creation of a radio installation that reproduces the results achieved in numerical simulation. However, before doing this, it is necessary to check the result of the analog circuit using simulation tools, what this work is dedicated to.

As neurons, we use radio-technical generators that implement the simplified Fitzhugh-Nagumo model. To implement this scheme, the OpenModelica modeling and simulation environment was chosen, based on open code and the Modelica language, it represents an object-oriented, declarative modeling language for component-oriented modeling of complex systems. The advantages of OpenModelica over other solutions are its openness, free of charge, cross-platform compatibility, and good scalability, which allows you to effectively model large circuits on computing servers and supercomputers.

As a result, we developed a scheme that allows us to scale the number of neurons needed to generate a signal, using which we obtained signals of epileptic activity that are similar to real data.

*The work was supported by a grant from the Russian science Foundation №19-72-10030.*

#### **ЕДИНАЯ КОНЦЕПЦИИ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКА КАК РЕСУРС ИССЛЕДОВАНИЙ В ПСИХОЛОГИИ СТРЕССА**

**Аминов Н.А.<sup>1</sup>, Осадчева И.И.<sup>1</sup>, Блохина Л.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Психологический институт РАО», [irinaosadcheva@yandex.ru](mailto:irinaosadcheva@yandex.ru), <sup>2</sup>Федеральная таможенная служба России, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m912.sudak.ns2020-16/62-63>

Влияние тревоги и стресса на раскрытие потенциала и социальное развитие ребенка ставит задачу поиска ресурсов для адаптации детей, отдаляющихся от границ «нормального развития» и приближающихся к границам «невротического развития». В современном (цифровом) обществе, целесообразно реализовывать такую концепцию психического развития человека, которая будет снижать невротизацию учащихся, раскрывать способности, формировать стрессоустойчивость. Основой концепции могут стать культурно-историческая теория (Л.С.Выготский) и типологический подход (И.П.Павлов, Б.М.Теллов, В.Д.Небылицын).

Согласно культурно-исторической теории, главная закономерность онтогенеза психики ребенка состоит в интериоризации им внешней, социально-символической деятельности (совместно с взрослым, опосредованной знаками). В итоге, психические процессы становятся «культурными», приобретают осознанность и произвольность. Т.е. интериоризация выступает и как социализация. В качестве универсального орудия, изменяющего психические процессы, выступает языковой знак – слово. Следовательно, учащиеся способны «усваивать» слова (термины) и включать их в учебную деятельность, глубже усваивают урок, менее подвержены напряжению и тревоге; учащиеся, которые языковой знак усваивают с трудом, подвержены напряжению и ежедневному стрессу (т.к. в обучении преобладает вербальный способ).

Согласно типологическому подходу, главная закономерность онтогенеза психики ребенка состоит в интериоризации им внешней, социально-символической речевой деятельности, *но только в соответствии с уровнем созревания корково-подкорковых структур ЦНС*. Получается, что И.П.Павлов предсказал и развитие культурно-исторической теории, и возможные последствия «вмешательства» в онтогенез ребенка при обучении, и влияние на заданные природой индивидуальные различия в проявлении темперамента (художественного или мыслительного), и влияние на формирование характера.

Индивидуальные различия, в рамках концепции ВНД, проявляются в зависимости от передачи процессов возбуждения и торможения из одной сигнальной системы в другую, а эффективность обучения и воспитания зависит от исходного соотношения сигнальных систем или созревания корково-подкорковых взаимодействий у ребенка. С помощью объективных методов исследований этих взаимодействий можно выявить к какому из 4-х типов соотношения сигнальных систем относится ребенок. Это понимание позволит формировать социальную ситуацию развития (зону ближайшего развития ребенка), что поможет снизить уровень стресса и базовую тревожность детей, при вербального способе обучения.

## A UNIFIED CONCEPT OF HUMAN MENTAL DEVELOPMENT AS A RESOURCE OF RESEARCH IN STRESS PSYCHOLOGY

Aminov Nikolay A.<sup>1</sup>, Osadcheva Irina I.<sup>1</sup>, Blochina Lidiya N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution "Psychological Institute of RAO," [irinaosadcheva@yandex.ru](mailto:irinaosadcheva@yandex.ru),

<sup>2</sup>Federal Customs Service of Russia, Moscow, Russia

The impact of anxiety and stress on the child's potential and social development aims to find resources to adapt children moving away from the boundaries of "normal development" and approaching the boundaries of "neurotic development." In modern (digital) society, it is advisable to implement such a concept of mental development of the person, which will reduce neurotization of students, reveal abilities, form stress resistance. The basis of the concept can be cultural and historical theory (L.S.Vygotsky) and typological approach (I.P.Pavlov, B.M.Teplov, V.D. Nebylitsyn).

According to cultural-historical theory, the main pattern of ontogenesis of the psyche of the child is to interiorize it with external, socio-symbolic activities (together with adults, mediated by signs). As a result, mental processes become "cultural," gain awareness and arbitrariness. I.e. interiorization acts as socialization as well. The universal tool that changes mental processes is the language sign - the word. Therefore, students able to "learn" words (terms) and incorporate them into educational activities, learn deeper, are less susceptible to tension and anxiety; Students who are difficult to learn from the language mark are exposed to tension and daily stress (as the teaching is dominated by the verbal method).

According to the typological approach, the main pattern of ontogenesis of the psyche of the child is to interiorize it with external, socio-symbolic speech activity, *but only in accordance with the level of maturation of the crust-subcortical structures of the CNS*. It turns out that I.P.Pavlov predicted both the development of cultural and historical theory, and possible consequences of "interference" in the ontogenesis of the child during training, and influence on individual differences in the manifestation of temperament (artistic or thought) specified by nature, and influence on character formation.

Individual differences, within the framework of the GNI concept, are manifested depending on the transfer of excitation and inhibition processes from one signal system to another, and the effectiveness of training and education depends on the initial ratio of signal systems or the maturation of cortical-subcortical interactions in the child. With the help of objective methods of research of these interactions, it is possible to identify which of the 4 types of correlation of signal systems the child belongs to. This understanding will allow you to form a social development situation (the zone of the child's closest development), which will help reduce the level of stress and basic anxiety of children, with a verbal way of learning.

## НЕЙРОИММУННЫЕ И НЕЙРОТРОФИЧЕСКИЕ ЭНДОФЕНОТИПЫ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ У ТРАНСГЕННЫХ МЫШЕЙ С ОВЕРЭКСПРЕССИЕЙ АЛЬФА-СИНУКЛЕИНА

Амстиславская Т.Г., Тихонова М.А., Акопян А.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины, Новосибирск, Россия; [amstislavskayatg@physiol.ru](mailto:amstislavskayatg@physiol.ru)

<https://doi.org/10.29003/m913.sudak.ns2020-16/63-64>

К актуальным проблемам биомедицинской науки относятся нейродегенеративные заболевания. Для изучения механизмов патогенеза синуклеинопатий, включая болезнь Паркинсона (БП), а также для разработки нейропротекторных терапий созданы и широко используются экспериментальные модели на животных. Трансгенные мыши B6.Cg-Tg(Prnp-SNCA\*<sup>A53T</sup>)23MKLE/J (B6.Cg-Tg) характеризуются оверэкспрессией <sup>A53T</sup> мутантной формы гена человеческого альфа-синуклеина и являются перспективными в качестве генетической модели БП. Мутация ускоряет полимеризацию α-синуклеина, образование фибрилл с отложениями телец Леви, что имеет непосредственное отношение к патогенезу различных синуклеинопатий. Целью работы было сравнение когнитивных функций, а также экспрессии нейротрофических факторов (BDNF, CDNF и GDNF), микроглиального маркера Iba1 в мозге мышей трансгенной линии (B6.Cg-Tg) и контрольной линии (WT) в 5-ти и 10 месячном возрасте. Для оценки когнитивных функций мышей проведены тесты открытого поля, Барнс, Т-образный лабиринт, IntelliCage. Экспрессию нейротрофических факторов и микроглиального маркера оценивали на криосрезах мозга с помощью иммуногистохимического анализа.

Выявлены когнитивные нарушения у 5- и 10-мес трансгенных мышей, включая задержку обучения, сниженное исследовательское поведение и мотивацию. Изменения в поведении мышей B6.Cg-Tg сопровождались повышением экспрессии BDNF во фронтальной коре и снижением экспрессии BDNF и CDNF в гиппокампе. Признаков активации микроглии в мозге мышей B6.Cg-Tg не выявлено, однако показано относительное структурно-специфичное изменение присутствия клеток микроглии по сравнению с мышами WT: достоверное снижение во фронтальной коре и стриатуме и повышение в гипоталамусе. Полученные результаты свидетельствуют о наличии существенных нарушений когнитивной и нейротрофической функций при оверэкспрессии альфа-синуклеина. Впервые в работе показана значимая роль CDNF при развитии данной нейродегенеративной патологии.

Работа была частично поддержана грантом РФФИ № 15-54-52029 ННС-а. Часть работы выполнена с помощью УНУ «Биологическая коллекция – Генетические биомодели нейropsychиатрических расстройств» (№ 493387) (НИИФФМ).



## NEUROIMMUNE AND NEUROTROPHIC ENDOPHENOTYPES OF COGNITIVE DISTURBANCES IN TRANSGENIC MICE WITH OVEREXPRESSION OF ALPHA-SINUCLEIN

Amstislavskaya Tamara G., Tikhonova Maria A., Akopyan Anna A.

Scientific Research Institute of Physiology and Basic Medicine, Novosibirsk, Russia; [amstislavskayatg@physiol.ru](mailto:amstislavskayatg@physiol.ru)

Neurodegenerative disorders are among the most significant problems of biomedical research. Experimental animal models have been created and are widely used to study the mechanisms of the pathogenesis of synucleinopathies, including Parkinson's disease (PD), as well as to develop neuroprotective therapies. Transgenic mice of B6.Cg-Tg(PrNP-SNCA\*<sup>A53T</sup>) 23MKLE/J strain (further – B6.Cg-Tg) are characterized by overexpression of the A53T mutant form of the human alpha-synuclein gene and are regarded as a promising genetic model of PD. The mutation accelerates the polymerization of alpha-synuclein and formation of its fibrils with subsequent deposition of Levi bodies that is directly related to the pathogenesis of synucleopathies. The aim of the work was to compare cognitive function as well as the expression of neurotrophic factors (BDNF, CDNF, and GDNF) or the microglial marker IBA1 in the brain between the transgenic mice (B6.Cg-Tg) and the control strain (further – WT) at age of 5 and 10 months. To phenotype the mouse behavior and assess the cognitive function the following test were applied: open-field test, Barnes test, T-maze, and IntelliCage. The expression levels of neurotrophic factors and the microglial marker were evaluated on brain cryosections using immunohistochemical analysis.

Cognitive impairment was detected in 5- and 10-month-old transgenic mice, including learning retardation, reduced exploratory behavior and motivation. Changes in the behavior of B6.Cg-Tg mice were accompanied by an increase in the expression of BDNF in the frontal cortex and a decrease in the expression of BDNF and CDNF in the hippocampus. There were no signs of microglia activation in the brain of B6.Cg-Tg mice. However, relative structure-specific alterations in the distribution of microglia cells were shown compared to WT mice. A significant decrease in the frontal cortex and striatum and an increase in the hypothalamus of the microglial marker were found. The results indicate the substantial disturbances of cognitive and neurotrophic functions due to the overexpression of alpha-synuclein. The significant role of CDNF in the development of this neurodegenerative pathology was first demonstrated.

*The work was partially supported by a grant from the Russian Foundation for Basic Research (No. 15-54-52029 HHC-a). Some studies implemented using the Unique scientific installation "Biological collection - Genetic biomodels of neuro-psychiatric disorders" (No 493387) at Scientific Research Institute of Physiology and Basic Medicine.*

## НЕЙРОРЕГУЛЯЦИЯ РАБОЧЕЙ МЫШЕЧНОЙ ГИПЕРЕМИИ АДРЕНОРЕЦЕПТОРАМИ АРТЕРИЙ

<sup>1</sup>Ананьев В.Н., <sup>2</sup>Прокопьев Н.Я., <sup>3</sup>Ананьев Г.В.

<sup>1</sup>ГНЦ РФ ГНЦ РАН Институт медико-биологических проблем РАН, г. Москва;

<sup>2</sup>Тюменский государственный университет, г. Тюмень;

<sup>3</sup>МПГУ - Московский педагогический государственный университет, г. Москва, [noradrenalin1952@mail.ru](mailto:noradrenalin1952@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m914.sudak.ns2020-16/64-65>

В последнее время значительно возросло количество сердечно-сосудистых заболеваний. Одной из причин этого считается гиподинамия, которая связана с облегчением физического труда. Физиологи значительное время изучали мышечную гиперемия и показали, что при мышечной нагрузке, даже при ходьбе, резко усиливается кровоток в работающих мышцах, но механизм этого явления не был определен. Мышечная гиперемия способствует снижению артериального давления за счет расширения артерий, также известно, что гиподинамия способствует возникновению гипертонии. Но при анализе литературных источников мы не встретили работ по изучению и анализу количественных характеристик альфа-1-адренорецепторов артерий при мышечной гиперемии.

В работе изучены адренергические механизмы регуляции кровообращения в бедренной артерии кролика при мышечной гиперемии. Методом перфузии региона бедренной артерии насосом постоянного расхода при введении в эту бедренную артерию различных доз норадреналина от 0,5 мкг/кг до 30 мкг/кг. По данным доза-эффект в двойных координатах Лайниувера-Берка определена чувствительность α1-адренорецепторов и их количество. Мышечную гиперемию вызывали электростимуляцией мышц бедра и голени кролика импульсами частотой 5 гц и амплитудой 10 вольт. Впервые показано, что при мышечной гиперемии значительно уменьшается прессорное действие норадреналина на все дозы на артерии задней конечности кролика. В результате проведенного исследования установлено, что мышечная гиперемия, вызванная электрической стимуляцией мышц, вызывает расширение артерий за счет значительного уменьшения чувствительности альфа-1-адренорецепторов артерий. Физиологический анализ лиганд-рецепторных взаимодействий норадреналина и адренорецепторов артерий показал, что при мышечной гиперемии чувствительность альфа-1-адренорецепторов артерий к норадреналину снизилась в 34 раза. Количество же активных альфа-1-адренорецепторов артерий конечности в контроле и после мышечной гиперемии не изменилось. Анализ результатов опытов позволяет сделать выводы, что с помощью дозированных физических нагрузок можно регулировать артериальное давление за счет расширения артерий в работающих мышцах.

## NEUROREGULATION OF WORKING MUSCLE HYPEREMIA WITH ARTERIAL ADRENORECEPTORS

<sup>1</sup>Anan'ev Vladimir N., <sup>2</sup>Prokopyev Nikolas Ya., <sup>3</sup>Anan'ev George V.

<sup>1</sup>Institute for Biomedical Problems, Russian Academy of Sciences, Moscow;

<sup>2</sup>Tyumen state medical Academy, Tyumen; <sup>3</sup>Moscow state pedagogical University;  
[noradrenalin1952@mail.ru](mailto:noradrenalin1952@mail.ru)

Recently, the number of cardiovascular diseases has increased significantly. One of the reasons for this is considered to be lack of exercise, which is associated with the facilitation of physical labor. Physiologists have

been studying muscle hyperemia for a long time and have shown that under muscular load, even when walking, blood flow in working muscles increases dramatically, but the mechanism of this phenomenon has not been determined. Muscle hyperemia helps to reduce blood pressure by expanding the arteries, it is also known that hypodynamia contributes to the occurrence of hypertension. However, when analyzing the literature sources, we did not find works on the study and analysis of quantitative characteristics of alpha-1-adrenoreceptors of arteries in muscular hyperemia.

In this paper, we studied the adrenergic mechanisms of blood circulation regulation in the femoral artery of a rabbit with muscular hyperemia. Using the method of perfusion of the femoral artery region with a constant flow pump when various doses of norepinephrine are injected into this femoral artery from 0.5 mcg/kg to 30 mcg/kg. according to the dose-effect data, the sensitivity of A1-adrenoreceptors and their number are determined in the double coordinates of Liniouvera-Burke. Muscle hyperemia was caused by electro stimulation of the rabbit's thigh and lower leg muscles with pulses of 5 Hz and an amplitude of 10 volts. For the first time, it was shown that the Pressor effect of norepinephrine on all doses on the hind limb artery of a rabbit is significantly reduced in muscular hyperemia. As a result of the study, it was found that muscle hyperemia caused by electrical stimulation of the muscles causes dilation of the arteries due to a significant decrease in the sensitivity of the alpha-1-adrenoreceptors of the arteries. Physiological analysis of ligand-receptor interactions between norepinephrine and arterial adrenoreceptors showed that the sensitivity of alpha-1-adrenoreceptors of arteries to norepinephrine decreased by 34 times in muscular hyperemia. The number of active alpha-1-adrenoreceptors of the limb arteries in the control and after muscle hyperemia did not change. Analysis of the results of experiments allows us to draw conclusions that with the help of dosed exercise, blood pressure can be regulated by expanding the arteries in the working muscles.

### **ПЕРЦЕПТИВНЫЙ СТИЛЬ ОПРЕДЕЛЯЕТ СТРАТЕГИЮ ПОДДЕРЖАНИЯ ПОЗЫ ПРИ ОЖИДАНИИ СЛУХОВОЙ ИНФОРМАЦИИ О ДВИЖЕНИИ**

**Андреева И.Г., Тимофеева О.П., Гвоздева А.П., Боброва Е.В.<sup>1</sup>**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург; <sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук, Санкт-Петербург; [ig-andreeva@mail.ru](mailto:ig-andreeva@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m915.sudak.ns2020-16/65-66>

Ведущую роль при ориентации человека в пространстве может играть как зрительная информация (полезависимый (ПЗ) перцептивный стиль), так и кинестетическая и вестибулярная информация (полнезависимый (ПН) перцептивный стиль). Известно, что фактор полезависимости влияет на стратегию поддержания позы как в тишине (Isableu et al., 1997; 2007), так и при прослушивании звуковых стимулов, имитирующих движение (Андреева и др., 2018; Тимофеева и др., 2019). Целью работы было выявить различия в постральных показателях при ожидании слуховой информации о движении испытуемыми с разным перцептивным стилем (оценка по тесту «Включенных фигур» Готтшальда; Witkin, 1964). Анализировали колебания центра давления (ЦД) тела в течение 56 с: 40 с - перед стимуляцией, 16 с - во время звуковой стимуляции, у 16 человек (8 – ПЗ, 8 - ПН) в возрасте 23-54 лет с нормальным слухом без диагностированных двигательных нарушений. При ожидании звуковой стимуляции и во время нее показатели перемещения ЦД, характеризующие размах колебаний ЦД: площадь эллипса, разброс и длина траектории ЦД в сагиттальной плоскости, у ПН испытуемых оказались достоверно выше, чем у ПЗ. Наиболее существенны различия получили по площади эллипса – в 1,5-2 раза больше у ПН, чем у ПЗ, причем эти различия достоверно больше для приближающихся, чем для удаляющихся стимулов. В период ожидания выявлено смещение ЦД назад, в направлении от источника звукового сигнала, которое было более выражено для ПН испытуемых в случае приближающегося звукового сигнала. Таким образом, стратегия поддержания равновесия в ожидании движущихся звуковых образов зависит от перцептивного стиля, т.е. от индивидуально-предпочитаемой сенсорной модальности. При этом колебания тела более выражены у полнезависимых испытуемых, склонных опираться на информацию от интерорецепторов, ожидание же движущегося звукового стимула полезависимыми испытуемыми, для которых важнее информация от экстерорецепторов, приводит к менее выраженным колебаниям тела. *Работа поддержана средствами государственного бюджета по госзаданию (темы №№ АААА-А18-118013090245-6 и АААА-А18-118050890115-9).*

### **FIELD DEPENDENCE DETERMINES POSTURAL CONTROL STRATEGY DURING ANTICIPATION OF AUDITORY MOVEMENT INFORMATION**

**Andreeva Iina G., Timofeeva Olga P., Gvozdeva Alisa P., Bobrova Elena V.<sup>1</sup>**

Sechenov Institute of evolutionary physiology and biochemistry of Russian academy of sciences, St.Petersburg;  
<sup>1</sup>Pavlov Institute of physiology of Russian academy of sciences, St.Petersburg; [ig-andreeva@mail.ru](mailto:ig-andreeva@mail.ru)

The key role in human spatial orientation may belong to visual information (field-dependent (FD) cognitive type) or kinesthetic and vestibular information (field-independent (FI) cognitive type). It is known, that field dependence impacts postural control strategy both in silence (Isableu et al., 1997; 2007) and while listening to moving sound images (Andreeva et al., 2018; Timofeeva et al., 2019). The aim of this work was to reveal differences between postural sway parameters in FD and FI subjects during waiting and listening of auditory motion information (field dependence was assessed by Embedded Figures Test; Witkin, 1964). Oscillations of center of pressure (COP) were analyzed for 56 s: 40 s before the stimulation, and 16 s during sound stimulation in 16 subjects (8 - FI, 8 - FD) aged 23-54 with normal hearing and without motor disorders. During waiting and listening the parameters of COP – the area of an ellipse, spread and trajectory length in sagittal plane were significantly higher in FI subjects compared to FD. The differences were most prominent for the area of an ellipse, which was



1.5-2 times higher. They were significantly larger for approaching sound stimuli than for receding ones. During anticipation period a backward shift of COP was revealed. It was more noticeable for FI subjects in case of an approaching sound signal, i.e. the shift was in the direction opposite to sound signal source. Thus postural control strategy during anticipation of moving sound images depends on cognitive type determined by individually preferred sensory modality. The body sway is more evident in FI subjects, who are tend to rely on information from interoceptors, while anticipation of a moving sound stimulus by FD subjects, for whom information from exteroceptors is more important, leads to a less evident body sway. *This study was performed under the State assignment (themes no. AAAA-A18-118013090245-6 and no. AAAA-A18-118050890115-9).*

## **ОРИЕНТАЦИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ПО СЛУХУ ПРИ СЕНСОНЕВРАЛЬНОЙ ТУГОУХОСТИ**

**Андреева И.Г.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург; ig-andreeva@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m916.sudak.ns2020-16/66>

Одним из наиболее социально-значимых заболеваний слуха является сенсоневральная тугоухость (СНТ). Она характеризуется повышением порогов слышимости на высоких частотах, что приводит к ограничению участия высокочастотных мон- и бинауральных механизмов в локализации источников звука, а также феноменом ускоренного нарастания громкости (сужение диапазона воспринимаемых интенсивностей звука и нарушение надпорогового кодирования сигнала). Потеря слуха на высоких частотах вызывает нарушение обработки пространственной информации прежде всего в сагиттальной плоскости, поскольку спектральные признаки локализации по вертикали находятся преимущественно в высокочастотной области (Baumgartner et al., 2016; Dobрева et al., 2011; Otte et al., 2013). В гораздо меньшей степени изменяется локализация неподвижных источников звука по азимуту и расстоянию (Lundbeck et al., 1917; Андреева и др., 2020). Локализация движущихся звуковых источников является более сложной задачей, она важна для обеспечения безопасности человека. Вместе с тем при СНТ даже в случае 1-й степени тугоухости нарушается способность локализовать движущийся источник звука. Изучение восприятия движения источника звука в вертикальной плоскости при норме слуха у слушателей пожилого возраста было выполнено при моделировании спектральных признаков локализации (Malinina, Andreeva, 2010). У пожилых слушателей успешность правильной оценки направления движения определялась наличием изменений мощности звука в области частот 2.5-6 кГц. Пороговые временные и пространственные показатели локализации движущихся источников звука по расстоянию и по азимуту значительно варьировали (Lundbeck et al., 1917; Андреева и др., 2019; 2020). Они могли совпадать с данными, полученными в группе испытуемых с нормальным слухом, или отличались от них в несколько раз. Сходные данные были получены при разных способах прослушивания звука – виртуальные сигналы в наушниках или модели движения в условиях свободного поля, в качестве сигналов применяли как знакомые широкополосные отклики звука, так и белый шум. Причиной различий могла быть разная степень вовлечения центральных отделов слуховой системы в патологический процесс на фоне одинакового снижения тонального слуха. Наибольшие сложности в локализации источника звука возникали у пациентов с СНТ в замкнутой среде с реверберацией (Lundbeck et al., 1917; Weller et al., 2016). *Работа поддержана средствами государственного бюджета по госзадаанию (тема № AAAA-A18-118013090245-6) при частичной поддержке РФФИ (проект № 18-015-00296).*

## **SPATIAL HEARING IN PATIENTS WITH SENSORINEURAL HEARING LOSS**

**Andreeva Irina G.**

Sechenov Institute of evolutionary physiology and biochemistry of Russian academy of sciences;  
ig-andreeva@mail.ru

One of the most socially significant hearing diseases is sensorineural hearing loss (SNHL). It is characterized by an increase in audibility thresholds at high frequencies, which leads to a restriction of the participation of high-frequency monaural and binaural mechanisms of the sound localization, as well as the recruitment (the perceived loudness increases over-proportionally with sound volume). Hearing loss at high frequencies causes disruption of spatial auditory processing primarily in the sagittal plane, since the spectral cues of vertical localization are predominantly in this diapason (Baumgartner et al., 2016; Dobрева et al., 2011; Otte et al., 2013). The localization of stationary sound sources by azimuth and distance changes only slightly (Lundbeck et al., 1917; Andreeva et al., 2020). Localization of moving sound sources is a more complex task that is important to ensure human safety. However, even in the case SNHL of 1st degree, the ability to localize a moving sound source is impaired. The study of the sound source motion localization in a vertical plane in persons with normal hearing and in elderly listeners with SNHL of 1st degree was performed when modeling spectral localization cues (Malinina, Andreeva, 2010). In older listeners, the successful assessing the motion direction was determined by the sound power changes in frequency range of 2.5-6 kHz. Temporal and spatial parameters of localization of moving sound sources by distance and azimuth varied significantly (Lundbeck et al., 1917; Andreeva et al., 2019; 2020). They could match the data obtained in a group of subjects with normal hearing, or differ from them several times. Similar data were obtained for different listening to virtual sound signals in headphones or motion images in free field, both familiar broadband sound sources and white noise were used as signals. The reason for the variability of temporal and spatial parameters could be a different degree of involvement of the central auditory system in the pathological process with the same decrease in tonal hearing. The greatest localization difficulties occurred in patients with SNHL in reverberant rooms (Lundbeck et al., 1917; Weller et al., 2016). *The work was supported by the state budget funds for the state task (topic no. AAAA-A18-118013090245-6) with partial support of the RFBR (project no.18-015-00296).*

## **МОДЕЛЬ CPG В ФОРМАЛЬНОЙ НЕЙРОННОЙ СИСТЕМЕ: РОЛЬ УВЕЛИЧЕНИЯ ВОЗБУДИМОСТИ ИНТЕРНЕЙРОНОВ**

**Андрианов В.В., Лазутин С.А., Муртазин М.И., Гайнутдинов Х.Л.**

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт фундаментальной медицины и биологии, лаборатория двигательной нейрореабилитации, Казань, Россия; [slava\\_snail@yahoo.com](mailto:slava_snail@yahoo.com)

<https://doi.org/10.29003/m917.sudak.ns2020-16/67>

Основной гипотезой в вопросе о клеточных механизмах обучения и памяти является синаптическая локализация пластичности (Kandel, 2001; Hawkins et al, 2006). Однако имеются работы, в которых были найдены изменения на уровне постсинаптических нейронов (Alkon, 1984; Береговой, 1988; Matzel et al., 1992). Такими являются несинаптические процессы разной этиологии, включая изменения возбудимости сомы нейронов (Гайнутдинов и др., 1996; Cleary et al., 1998; Гайнутдинова и др., 2003; Mozzachiodi, Byrne, 2008). В этих исследованиях были обнаружены изменения в интернейронах различных функциональных типов: командных, моторных, модуляторных нейронах, центральных генераторах паттернов (CPG). Возникло понятие - мембранные корреляты обучения (Береговой, Гайнутдинов, 1988; Balaban, 2002; Daoudal, 2003; Schulz, 2006; Балабан и др., 2011; Гайнутдинов и др., 2011).

В рамках данного исследования была проведена оценка возможной роли такой несинаптической пластичности на примере модели CPG в формальной нейронной системе. Ранее нами была разработана модель нейронной системы, обеспечивающая облегчение реализации «внешней» двигательной программы (Andrianov et al., 2017). Предложенный алгоритм связан с обеспечением пластичности на уровне согласования сигналов, поступающих от нескольких нейронных блоков с различными функциями с реализацией принципа пластичности Хебба. В данном исследовании было показано, что формирование нового генератора паттернов моторной программы облегчается при введении дополнительной пластичности, связанной с повышением возбудимости интернейронов, на которых замыкается связь условных подпороговых и надпороговых сигналов при обучении. Таким образом, при равных параметрах модели, формирование CPG требует меньших величин, как подкрепляющего фона, так и суммарного фона командного входного возбуждения, снижением которого определяется итоговая эффективность формирования CPG.

## **CPG MODEL IN THE FORMAL NEURAL SYSTEM: THE ROLE OF INCREASING THE EXCITABILITY OF INTERNEURONS**

**Andrianov Viatcheslav, Lazutin Sergei, Murtazin Marat, Gainutdinov Khalil**

Laboratory of Neurorehabilitation of Motor Disorders, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan Federal University, Kazan, Russia; [slava\\_snail@yahoo.com](mailto:slava_snail@yahoo.com)

The main hypothesis in the question of cellular mechanisms of learning and memory is the synaptic localization of plasticity. However, there are works in which changes were found at the level of postsynaptic neurons. In these studies, changes were found in command, motor, modulatory neurons, and central pattern generators (CPG). The concept of membrane correlates of learning emerged. In the framework of this study, the possible role of non-synaptic plasticity was evaluated using the example of the CPG model in a formal neural system. Earlier, we developed a model of a neural system that facilitates the implementation of the "external" motor program. In this study, it was shown that the formation of a new generator of patterns of the motor program is facilitated by the introduction of additional plasticity associated with an increase in the excitability of interneurons, on which the connection of conditional subthreshold and suprathreshold signals during training. Thus, with the other parameters of the model being equal, the formation of CPG requires smaller values, both of a supporting background and a total background of command input excitation, the decrease of which determines the final efficiency of CPG formation.

## **АВТОРСКИЙ СПОСОБ ПСИХОКОРРЕКЦИИ СТРЕССА У ПАЦИЕНТОВ В ХИРУРГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ**

**Андросова Валерия Алексеевна**

Научно-исследовательский институт травматологии, ортопедии и нейрохирургии СГМУ им. В.И.Разумовского Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Саратов, ул.Чернышевского, д.148. [sarniito@yandex.ru](mailto:sarniito@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m918.sudak.ns2020-16/67-68>

Травма позвоночника является одним из самых тяжелых заболеваний, в большинстве случаев приводящих к инвалидности с полным или частичным ограничением подвижности. Утрата контроля, независимости, идентичности, социальных и семейных ролей помещает пациента в стрессогенную ситуацию, приводит к возрастанию тревоги и развитию депрессивного расстройства. Пациент погружается в новую ситуацию инвалидизации (временной или постоянной), требующей адаптации к новым, измененным ролям.

Целью настоящего исследования явилась оценка эффективности разработанного мотивационного интервью.

Исследование проводилось в три этапа на пациентах научно-исследовательского института травматологии, ортопедии и нейрохирургии СГМУ с переломами пояснично-крестцового отдела (S32.0) в возрасте от 24 до 55 лет.

На первом этапе 26 пациентам, проходящим лечение, были применены психодиагностические методики: шкала Спилберга-Ханина (State-Trait Anxiety Inventory - STAI) и опросник совладания со стрессом (COPE Inventory) (C.S.Carver, M.F. Scheier, J.K. Weintraub), также в течение недели в одно и тоже

время проводился замер АД и ЧСС. По итогам тестирования было отобрано 10 человек с высокими показателями АД и ЧСС, высокими показателями по шкале Спилберга-Ханина и неадаптивными копинг-стратегиями. У этих пациентов были исключены сопутствующие заболевания, связанные с сердечно-сосудистой системой, способные повлиять на результаты.

На втором этапе было проведено краткосрочное авторское мотивационное интервью. На третьем этапе к пациентам повторно применили психодиагностические методики, измерили АД и ЧСС. Результаты были следующие: по шкале Спилберга-Ханина показатели стали значительно меньше, преобладали адаптивные копинг-стратегии, нормализовалось АД и ЧСС.

Таким образом, можно сделать выводы о том, что использование мотивационного интервью в качестве психотерапевтического способа воздействия на пациентов с травмами позвоночника благоприятно сказывается на дальнейшем ходе реабилитации и способствует формированию адекватного способа борьбы со стрессом.

#### **ORIGINAL METHOD OF STRESS PSYCHOCORRECTION IN SURGERY PATIENTS Androsova Valeriya A.**

Spine traumas are some of the most severe conditions generally leading to disability with partial or complete limitation of motion. Loss of control, independency, identity, social or family roles immerse patients into stressful situations, increase anxiety and develop depressive disorders. Since this disability situation (be it temporary or permanent) is new to a patient, it requires adaptation to the new altered roles.

The purpose of this research was evaluating efficiency of the original motivational interviewing method.

The three-stage research involved patients with lumbosacral spine fractures (S32.0) aged 24 to 55 years who underwent treatment in Saratov scientific research institute of traumatology, orthopedics and neurosurgery.

At the first stage 26 hospital patients were surveyed with the State-Trait Anxiety Inventory (STAI) and the COPE Inventory. ABP and HR were also measured at one and the same time of the day for a week. 10 patients with high ABP and HR as well as high Spielberger-Khanin test score and inadaptive coping strategies were chosen according to the findings. Comorbid CVS conditions capable of affecting the research results were eliminated for these patients.

Short original motivational interviews were conducted on the second stage of the research. The third stage employed repeated psychodiagnostics as well as ABP and HR measuring. The findings showed the significant decrease of the Spielberger-Khanin scale indices, dominance of adaptive coping strategies, ABP and HR improvement.

It may therefore be suggested that motivational interviewing as a psychotherapeutic method of influence on patients with spine traumas positively affects further rehabilitation and facilitates elaborating plausible stress fighting technique.

#### **ХРОНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИЯ СПИННОГО МОЗГА У ПАЦИЕНТОВ С СИНДРОМОМ ОПЕРИРОВАННОГО ПОЗВОНОЧНИКА**

**Антипов В.А.**

Студент 6 курса лечебного факультета Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И.Евдокимова»  
[vova.antipov@gmail.com](mailto:vova.antipov@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m919.sudak.ns2020-16/68-69>

Нейростимуляция — лечение боли и двигательных расстройств при помощи низковольтной электростимуляции спинного мозга с целью блокировки болевых ощущений и восстановления двигательных функций у пациентов с синдромом оперированного позвоночника. Ретроспективное исследование пациентов с повторной хирургической операцией показало улучшение состояния только у 34%. Если эти методы лечения малоэффективны, то нейростимуляция — отличная альтернатива.

При электростимуляции электроды помещаются в эпидуральной области спинного мозга у соответствующих нервных окончаний. Электрический ток из электродов вызывает парестезию, интенсивность и область действия которой может регулироваться для достижения наилучшего обезболивающего эффекта. Электроды соединены с импульсным генератором. Пациент может использовать управляющий модуль для контроля стимуляции нервных окончаний.

Преимуществами имплантируемых нейростимуляторов являются: эффективный метод контроля боли; предварительная (тестовая) стимуляция позволяет определить реакцию пациента перед имплантацией постоянного нейростимулятора; система может перепрограммироваться пациентом без участия хирурга; контроль состояния пациента без специальных мер; простая процедура, превосходящая по эффективности хирургические методы; эффект превосходит действие обезболивающих, при этом пациент избавляется от побочных эффектов и осложнений лекарств.

Исследовав пациентов, мы можем дать следующие клинические обоснования нейростимуляции: хорошая или отличная реакция у 78% пациентов; состояние боли средней степени значительно улучшается; сокращение медикаментозного лечения; улучшенный эффект лечения (значительное уменьшение болей после нейростимуляции); длительное облегчение боли.

Таким образом, можно говорить о существенных преимуществах нейростимуляции: наибольшая эффективность по сравнению со всеми существующими сегодня методами; обратимость (при отсутствии клинического эффекта возможно удаление системы); отсутствие побочных эффектов и клинически значимых осложнений; независимость пациента от медикаментов, от стационаров, от посторонней помощи.

Существенным недостатком метода является его высокая стоимость, что препятствует широкому распространению данного метода в России.

## CHRONIC ELECTROSTIMULATION OF THE SPINAL CORD FOR PATIENTS WITH FAIL BACK PAIN SURGERY SYNDROME

Antipov Vladimir

6-year student of Moscow State Medical and Dental University A.I. Evdokimova, vova.antipov@gmail.com

Neurostimulation - the treatment of pain and motor disorders using low-voltage electrical stimulation of the spinal cord to block pain and restore motor function for patients with operated spine syndrome. A retrospective study of patients with repeated surgery showed an improvement in only 34%. If these treatments are ineffective, then neurostimulation is a great alternative.

During electrical stimulation, electrodes are placed in the epidural region of the spinal cord at the corresponding nerve endings. The electric current from the electrodes causes paresthesia, the intensity and scope of which can be regulated to achieve the best analgesic effect. The electrodes are connected to a pulse generator. The patient can use the control module to control the stimulation of nerve endings.

The advantages of implantable neurostimulants are: an effective method of pain control; preliminary (test) stimulation allows you to determine the patient's response before implantation of a permanent neurostimulator; the system can be reprogrammed by the patient without the participation of a surgeon; monitoring the patient's condition without special measures; a simple procedure superior to surgical methods; the effect exceeds the effect of painkillers, while the patient gets rid of side effects and complications of drugs.

After examining the patients, we can give the following clinical justification for neurostimulation: good or excellent response in 78% of patients; the state of moderate pain is significantly improved; reduction in drug treatment; improved treatment effect (significant reduction in pain after neurostimulation); long-term pain relief.

Thus, we can talk about the significant advantages of neurostimulation: the greatest efficiency compared to all methods existing today; reversibility (in the absence of a clinical effect, system removal is possible); lack of side effects and clinically significant complications; patient independence from medications, from hospitals, from outside help.

A significant drawback of the method is its high cost, which prevents the widespread use of this method in Russia.

## ЭТИОЛОГИЯ ТЯЖЕЛЫХ НАРУШЕНИЙ РЕЧИ У ДЕТЕЙ

Антипова Ж.В.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

Институт изучения детства, семьи, воспитания РАО, Москва, Россия, [antipova553@mail.ru](mailto:antipova553@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m920.sudak.ns2020-16/69-70>

В современной коррекционной педагогике разработаны и систематизированы основные подходы к диагностике, типизации и коррекции системных нарушений речи у детей. Вопрос этиологии безречья остается наименее изученным.

К сожалению, статистические данные причин грубых нарушений развития часто устарели и представлены в литературе фрагментарно. Опираясь на данные современных исследований и статистику обследования анамнеза детей дошкольного возраста с общим недоразвитием речи в образовательных организациях г.Москвы и Московской области, нами в 2015-2019 гг. была предпринята попытка систематизации основных причин недоразвития речи у детей и выявления их частотных характеристик. Была изучена медико-психолого-педагогическая документация 205 дошкольников до 5-летнего возраста, по заключению ПМПК имеющих тяжелое недоразвитие речи (ТНР), ОНР, I и II уровень речевого развития. Также было проведено анкетирование родителей (законных представителей) с целью выявления наследственной предрасположенности и вредоносных факторов в период раннего возраста до формирования языковой системы.

В анамнезе детей были обнаружены следующие факторы: неблагоприятная наследственность, наличие у родителей нарушений речи – 18%; дети рождены от третьей, четвертой и последующих беременностей – 71%; возраст родителей старше 30 лет – 65%; патология беременности – 93%; токсикозы в первой половине беременности – 31%; соматические заболевания матери во время беременности – 27%; угроза выкидыша – 13%; психотравмы матери во время беременности – 10%; неправильное положение плода – 7%; резус-несовместимость матери и плода – 3%; роды не в срок – 39%; патологические роды (стремительные, затяжные) – 69%; осложненные роды – 46%; родовая травма – 35%; асфиксия плода при родах – 81%; частые соматические заболевания детей до 3-х летнего возраста (ОРЗ, детские инфекции, пневмония) – 93%; травмы головы детей до 3-х летнего возраста – 4%; мозговые инфекции детей до 3-х летнего возраста – 3%; отрицательные социально-психологические факторы – 15%.

Обобщая сведения об этиологии безречья у детей дошкольного возраста с ТНР, можно сделать следующие выводы. Тяжелое нарушение речи у детей может возникнуть в результате действия комплекса различных причин эндогенного и экзогенного характера. Наиболее часто отмечаются вредности, действующие в пренатальный и натальный периоды жизни ребенка, вызывающие органические поражения центральной нервной системы. Самым вредоносным и часто встречаемым фактором является асфиксия во время родов. Отрицательные социально-психологические факторы усугубляют действие биологических факторов и в сочетании с ними нарушают процесс развития речи.



## THE ETIOLOGY OF CHILDREN'S SEVERE SPEECH DISORDERS

Antipova Zhanna

ISCFE RAE, Moscow, Russia, [antipova553@mail.ru](mailto:antipova553@mail.ru)

In modern correctional pedagogy, the main approaches to the diagnosis, typing, and correction of systemic speech disorders have been developed and systematized. The question of etiology of alalia remains the least understood.

Unfortunately, statistical data on the causes of gross developmental disorders are often outdated and presented in the literature in fragments. Based on the data of modern research and statistics of the survey of the history of preschool children with general speech underdevelopment in educational institutions in Moscow and the Moscow region, in 2015-2019 we attempted to systematize the underlying causes of speech underdevelopment in children and identify their frequency characteristics. The medical, psychological and pedagogical records of 205 preschool children up to 5 years old, who, according to the conclusion of the PMPC have severe speech underdevelopment (SSU), GSU, 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> level of speech development, was studied. A survey among parents (legal representatives) was also conducted in order to identify hereditary predispositions and harmful factors during the early age before the formation of the language system.

The following factors were found in the children's medical history: adverse heredity, the presence of speech disorders in parents-18%; children born from the third, fourth and subsequent pregnancies-71%; parental age over 30 years old – 65%; pathology of pregnancy – 93%; toxicosis in the first half of pregnancy-31%; somatic diseases of the mother during pregnancy-27%; threatened miscarriage-13%; psychological trauma of the mother during pregnancy is 10%; incorrect fetal position-7%; RH incompatibility of mother and fetus-3%; out-of-time delivery - 39%; pathological childbirth (rapid, prolonged) - 69%; complicated labor – 46%; birth trauma-35%; birth asphyxia-81%; frequent somatic diseases among children the age of 3 years (acute respiratory infections, childhood infections, pneumonia) - 93%; head injuries of children under the age of 3 years – 4%; brain infections of children under the age of 3 years – 3%; negative socio-psychological factors-15%.

Summarizing information about the etiology of alalia in children of preschool age with SSU, we can draw the following conclusions. Severe speech disorders in children can occur as a result of a complex of various endogenous and exogenous causes. The most common harmful factors are those that occur during the prenatal and natal periods of the child's life, causing organic lesions of the central nervous system. The most harmful and common factor is asphyxia during childbirth. Negative socio-psychological factors aggravate the effect of biological factors and, in combination with them, disrupt the process of speech development.

## ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ У СТУДЕНТОВ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ТРЕВОЖНОСТИ

Антропова Л.К.<sup>1,2</sup>, Куликов В.Ю.<sup>2</sup>, Арчибасова Е.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Новосибирский государственный технический университет, Россия, Новосибирск; <sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет», Россия, Новосибирск; [doc.alk@mail.ru](mailto:doc.alk@mail.ru); Helen280776@rambler.ru

<https://doi.org/10.29003/m921.sudak.ns2020-16/70-71>

Рост числа тревожных людей и отсутствие в психологии единой концепции, описывающей тревожность, определили актуальность исследования.

Цель работы. Изучить динамику и взаимосвязи тревожности и вариабельности сердечного ритма (BCP) в сравнении у умеренно и высоко тревожных студентов в различных функциональных состояниях.

Материал и методы. У 56 практически здоровых студентов НГМУ и НГТУ 18-22 лет, измерялся уровень личностной (ЛТ) и ситуативной (СТ) тревожности по шкале Спилбергера-Ханина и записывалась кардиоинтервалограмма (КИГ) последовательно в покое (фоновая КИГ) 5 минут и при когнитивной нагрузке 1 минута («семантическая вербальная беглость»). Регистрация КИГ проводилась с использованием АПК ООО «Нейрософт» (Россия г. Иваново) в положении сидя. Анализировали стандартное отклонение RR-интервалов (SDNN, см), показатель парасимпатической активности (RMSSD, мс), амплитуда моды (АМо, %), индекс напряжения (ИН, у.е.), вегетативный показатель регуляции (ВПР, у.е.), показатель общей спектральной мощности (ТР, мс<sup>2</sup>), мощности в диапазоне низких (LF, мс<sup>2</sup>), очень низких (VLF, мс<sup>2</sup>) и высоких частот (HF, мс<sup>2</sup>) у лиц с умеренной (группа 1) и высокой (группа 2) тревожностью. Полученные результаты обрабатывались в программе «Statistica 12.0».

**Результаты исследования.** Фоновый уровень тревожности был достоверно выше во 2-й группе, у высокотревожных (ЛТ  $t = -7,377$ ,  $p = 0,000$ ; СТ  $t = -2,997$   $p = 0,004$ ). При когнитивной нагрузке ЛТ также повышалась и была значимо выше в 2-й группе ( $t = -4,298$ ,  $p = 0,000$ ). При этом достоверного различия СТ между группами не выявлено ( $p > 0,238$ ). Фоновые значения SDNN, RMSSD, CV, ТР, VLF были ниже ( $0,005 < R < 0,035$ ), а АМо – выше ( $p = 0,05$ ) во 2-й группе в сравнении с аналогичными показателями 1-й группы. При нагрузке снижались все фоновые показатели, но различия между группами нивелировались, оставалось значимо низким SDNN у высокотревожных испытуемых (2-я группа  $p = 0,05$ ). Далее корреляционный анализ выявил особенности взаимосвязи тревожности и BCP во 2-й группе. В покое установлена обратная взаимосвязь между ЛТ и SDNN ( $r = -0,31$   $p = 0,03$ ) и прямая – ЛТ и АМо ( $r = 0,41$   $p = 0,05$ ) в обеих группах. Однако, при нагрузке у высоко тревожных лиц появилась обратная связь СТ с ИН и ВПР ( $r = 0,41$   $p = 0,04$  и  $r = 0,43$   $p = 0,03$ ) и положительная – с ТР и VLF ( $r = 0,52$   $p = 0,009$ ;  $r = 0,48$   $p = 0,017$  соответственно). По-видимому, при высокой реактивной тревожности у высоко тревожных личностей меняются взаимоотношения центров вегетативной регуляции, и «запускаются» механизмы обратной связи, предупреждающие дезорганизующее воздействие на психофизиологические функции человека.

## FEATURES OF AUTONOMIC REGULATION IN STUDENTS WITH DIFFERENT LEVELS OF ANXIETY

Antropova Ludmila K.<sup>1,2</sup>, Kulikov Vyacheslav Yu.<sup>2</sup>, Archibasova Elena A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Novosibirsk State Technical University, Russia, Novosibirsk; <sup>2</sup>Novosibirsk State Medical University, Russia, Novosibirsk; [doc.alk@mail.ru](mailto:doc.alk@mail.ru); [Helen280776@rambler.ru](mailto:Helen280776@rambler.ru)

The increase in the number of anxious people and the lack of a unified concept in psychology describing anxiety determined the relevance of the study.

Purpose of work. To study the dynamics and the relationship of anxiety and heart rate variability (HRV), comparing students of medium and high anxiety in various functional states.

Material and methods. In 56 practically healthy students of NSMU and NSTU 18-22 years old, the level of personal (LT) and situational (ST) anxiety was measured on the Spielberger-Khanin scale and a cardiointervalogram (CIG) was recorded sequentially at rest (background CIG) for 5 minutes and with a cognitive load of 1 minute ("semantic verbal fluency"). Registration of the CIG was carried out using the agro-industrial complex Neurosoft (Russia, Ivanovo) in a sitting position. We analyzed the standard deviation of RR-intervals (SDNN, cm), voltage index (IN, cu), vegetative regulation index (VLP, cu), total spectral power (TP, ms<sup>2</sup>), power in the low range (LF, ms<sup>2</sup>), very low (VLF, ms<sup>2</sup>) and high frequencies (HF, ms<sup>2</sup>) in individuals with moderate (group 1) and high (group 2) anxiety. The results were processed in the program "Statistica 12.0".

The results of the study. The background level of anxiety was significantly higher in the 2nd group, in the highly anxious (LT  $t = -7.377$ ,  $p = 0.000$ ; CT  $t = -2.997$ ,  $p = 0.004$ ). Under cognitive load, RT also increased and was significantly higher in the 2nd group ( $t = -4.298$ ,  $p = 0.000$ ). In this case, there was no significant difference in CT between the groups ( $p > 0.238$ ). Background values of SDNN, RMSSD, CV, TP, VLF were lower ( $0.005 < R > 0.035$ ), and AMo was higher ( $p = 0.05$ ) in the 2nd group in comparison with the same indicators of the 1st group. Under load, all background indices decreased, but differences between the groups were leveled, and SDNN remained significantly low in highly anxious subjects (group 2  $p = 0.05$ ). Further, the correlation analysis revealed the features of the relationship of anxiety and HRV in the 2nd group. At rest, an inverse relationship was found between LT and SDNN ( $r = -0.31$ ,  $p = 0.03$ ) and the direct one was LT and AMo ( $r = 0.41$ ,  $p = 0.05$ ) in both groups. However, with a load of highly anxious individuals, there was a feedback of ST with ID and VLD ( $r = 0.41$ ,  $p = 0.04$  and  $r = 0.43$ ,  $p = 0.03$ ) and positive with TP and VLF ( $r = 0.52$ ,  $p = 0.009$ ;  $r = 0.48$ ,  $p = 0.017$ , respectively). Apparently, with high reactive anxiety among people with high personal anxiety, the relationship between the centers of autonomic regulation and feedback mechanisms that prevent a disorganizing effect on the psychophysiological functions of a person changes.

## РАЗЛИЧИЯ В ХАРАКТЕРИСТИКАХ ЭЭГ, РЕГИСТРИРУЕМОЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАЗНОГО ТИПА, У АНАЛИТИЧНЫХ И ХОЛИСТИЧНЫХ СУБЪЕКТОВ

Арамян Э.А.<sup>1</sup>, Апанович В.В.<sup>1,2</sup>, Дольникова М.С.<sup>1</sup>, Александров Ю.И.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Государственный академический университет гуманитарных наук; <sup>2</sup> Институт психологии РАН; Московский государственный психолого-педагогический университет; НИУ Высшая школа экономики, [apanovitschvv@yandex.ru](mailto:apanovitschvv@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m922.sudak.ns2020-16/71-72>

Субъекты, живущие в какой-либо культуре, приобретают опыт, обусловленный этой культурой, и в разных культурах этот опыт различен (Александров, Александрова, 2007). Широко используемой концепцией, описывающей эти различия, является четырехкомпонентная модель аналитичности-холистичности (Nisbett et al., 2001), интерпретирующая различия между представителями восточных и западных культур. В литературе описаны различия мозгового обеспечения поведения принадлежащих к разным культурам и суб-культурам людей, реализующих внешне схожее поведение (Kitayama et al., 2011; Апанович и др., 2016; и др.).

В настоящем исследовании проверялись предположения о различиях поведения и его мозгового обеспечения поведения, направленного на решение аналитических и холистических задач аналитичными и холистичными субъектами внутри российской культуры.

Для проведения исследования был использован framed line test – задача простого выбора, включающая в себя аналитические и холистические задачи, модифицированная для записи ЭЭГ (Kitayama et al., 2003). Анализировались поведенческие характеристики (время ответа и правильность решения) и амплитудно-временные параметры компонента P300 связанного с событием потенциала.

При анализе правильности было показано, что у аналитичных и холистичных субъектов динамика научения выраженнее в задачах противоположного им типа, тогда как для "своих" задач временная динамика статистически недостоверна. Это согласуется с данными других исследований (Hedden et al., 2008). В целом, аналитические задачи решаются хуже холистических задач обоими группами. Холистичные субъекты решают обе задачи быстрее, чем аналитичные, и это сильнее проявляется при решении холистичных задач. Анализ ЭЭГ показал, что при решении холистических задач наблюдается более высокая амплитуда P300, чем в аналитических задачах. При решении аналитической задачи у аналитичных субъектов значимо чаще выявляются суб-компоненты P300, которые выглядят как позитивные пики, дробящие большой компонент P300. Хотя для понимания природы и значения данного феномена требуется дальнейшее изучение, можно предположить, что он связан с характером задачи, обуславливающим необходимость пошагового её решения (Апанович и др., 2018). Полученные результаты интерпретируются с позиций системно-эволюционного подхода через описание динамики и количества актуализирующихся систем, составляющих структуру субъективного опыта (Александров, Максимова, 1987; Безденежных, 2004; Гаврилов, 1987; Швырков, 1995; Alexandrov et al., 1998; 2007).

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда, грант № 18-78-10114 в Институте психологии РАН.

## DIFFERENCES IN EEG CHARACTERISTICS WHILE SOLVING DIFFERENT TYPES OF TASKS IN ANALYTIC AND HOLISTIC SUBJECTS.

**Aramyan Erik A.<sup>1</sup>, Apanovich Vladimir V.<sup>1,2</sup>, Dol'nikova Maria S.<sup>1</sup>, Alexandrov Yuri I.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> State Academic University for the Humanities, Institute of Psychology of RAS; <sup>2</sup> Moscow State University of Psychology and Education; Higher School of Economics. Moscow, Russia. E-mail: [apanovitschvv@yandex.ru](mailto:apanovitschvv@yandex.ru)

Subjects living in any culture have experience due to this culture, and these are different experience in different cultures (Aleksandrov, Aleksandrova, 2007). Four-component analytic – holistic model describe these differences (Nisbett et al., 2001) and it interprets the differences between subjects from eastern and western cultures. There are behavior and physiological differences between different culture and sub-culture in literature (Kitayama et al., 2011; Apanovich et al., 2016).

In this study we tested the hypothesizes about the differences in behavior and its brain support for behavior aimed at solving analytical and holistic tasks by analytic and holistic subjects within Russian culture.

The framed-line test is choice reaction time test, that includes both analytical and holistic tasks, modified for recording EEG (Kitayama et al., 2003), was used to the study. The behavioral characteristics (response time and correctness of the solution) and the amplitude-time parameters of the P300 component of the event-related potential were analyzed.

It was shown that for analytic and holistic subjects, the learning dynamics are more in tasks of the opposite type, while for "their" tasks the learning dynamics is statistically nonsignificant. This is consistent with other studies (Hedden et al., 2008). In general, analytical tasks are solved worse than holistic problems by both groups. Holistic subjects solve both problems faster than analytical ones, and this different is more when solving holistic tasks. A higher amplitude was showed when solving holistic tasks than when solving analytical tasks. Analytic subjects have more often sub-components of P300, when they solve an analytical task. Sub-components looks like some positive peaks inside P300. We need a further study to understand this phenomenon, also it can be explained through a step-by-step mechanism of solution (Apanovich et al., 2018). The results are interpreted from the perspective of a system-evolutionary approach through a description of the dynamics and number of actualizing systems that make up the structure of subjective experience.

*The research has been supported by the Russian Science Foundation, grant 18-78-10114 in the Institute of Psychology of Russian Academy of Sciences.*

## ВЛИЯНИЕ НА ЦИКЛ СОН БОДРСТВОВАНИЕ ГЕОМАГНИТНЫХ ФАКТОРОВ У МЫШЕЙ.

**Арсеньев Г.Н.<sup>1</sup>, Зенченко Т.А.<sup>2,3</sup>, Ткаченко О.Н.<sup>1</sup>, Дорохов В.Б.<sup>1</sup>**

1. Институт Высшей Нервной Деятельности и Нейрофизиологии РАН, г. Москва, Россия

2. Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, г. Пушкино, Россия

3. Институт космических исследований РАН, г. Москва, Россия

[byron100z@gmail.com](mailto:byron100z@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m923.sudak.ns2020-16/72-73>

Многие исследователи отмечают большую вариабельность длительности и качества сна, что значительно усложняет изучение фармакологических и физиотерапевтических воздействий на качество сна. Одной из причин подобной вариабельности являются геомагнитные факторы.

Целью работы было оценить влияние геомагнитных факторов на цикл "сон-бодрствование" мышей. Мы использовали значения показателя Dst-индекс. Для анализа использовали данные цикла сна и бодрствования, регистрируемые одновременно у 16 мышей в весенний период с 12 сентября по 30 декабря 2019 г. в г. Москве.

Регистрация показателей цикла сна-бодрствования мышей проводилась в г. Москва, Россия, на автоматизированной установке, позволяющей проводить многодневную регистрацию активности и подвижности у мышей. Мыши (линия C57BL/6, самцы) содержались по одной особи в каждой клетке из светопроницаемого пластика при температуре 22-26°C, искусственный 12-часовой световой режим (08.00-20.00 – яркий белый свет, 20.00-08.00 – слабый красный) и свободный доступ к воде и пище. Животные находились в двух отдельных камерах, в каждой камере находились 8 индивидуальных бокса из оргстекла. Мыши животные ночные, и период активности у них ночь.

Для исследования, было разработано программное обеспечение, позволяющее непрерывно оценивать активность мышей путём регистрации малейшего движения анализируя изображение, получаемое с камеры.

Показано, что рост по модулю Dst-индекса вызывает снижение активности мышей причём в ночное время данный эффект наблюдался в большей степени. Влияние на сон и бодрствования в светлое время суток выражено слабее, чем в тёмное (период активности у мышей). Однако эффект от изменения Dst-индекса присутствовал не у всех мышей, что говорит об индивидуальной чувствительности мышей к геомагнитным факторам. Так же стоит отметить, что в исследуемый промежуток времени не наблюдалось сильных или экстремальных магнитных бурь и вероятно на сильные магнитные бури изменение активности мышей будет более выраженное.

## EFFECT AT SLEEP-WAKE CYCLE OF GEOMAGNETIC FACTORS IN MICE.

**Arsenyev Gleb N.<sup>1</sup>, Zenchenko Tatyana. A.<sup>2,3</sup>, Tkachenko Olga N.<sup>1</sup>, Dorokhov Vladimir B.<sup>1</sup>**

1-Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS. Moscow, Russia.

2-Institute of Theoretical and Experimental Biophysics RAS Pushchino, Russia.

3-Space Research Institute RAS Moscow, Russia.

[byron100z@gmail.com](mailto:byron100z@gmail.com)



Many researchers note a great variability in the duration and quality of sleep, which greatly complicates the study of the pharmacological and physiotherapeutic effects on the quality of sleep. One of the reasons for such variability are geomagnetic factors.

The aim of the work was to evaluate the influence of geomagnetic factors on the "sleep-wake" cycle of mice. We used the Dst-index values. For the analysis we used data from the cycle of sleep and wakefulness, recorded simultaneously in 16 mice in the spring period from September 12 to December 30, 2019 in Moscow.

Sleep-wake cycle data were registered in Moscow, Russia, at an automated unit that allows for multi-day registration of activity and mobility in mice. Mice (C57BL/6 line, males) were kept one individual in each cell of translucent plastic at 22-26°C, artificial 12-hour light mode (08.00-20.00 - bright white light, 20.00-08.00 - weak red light) and free access to water and food. Animals were kept in two separate cells, each cell had 8 individual plexiglass boxes. Mice animals were at night, and their activity period was at night.

For the study, software was developed to continuously assess mouse activity by recording the slightest movement by analyzing the image from the camera.

It was shown that growth in the Dst-index module causes a decrease in mouse activity and this effect was observed to a greater extent at night. The effect on sleep and waking in light time is much weaker than in dark time (activity period in mice). However, the effect of changing the Dst-index was not present in all mice, which indicates the individual sensitivity of mice to geomagnetic factors. It is also worth noting that in the study period there were no strong or extreme magnetic storms and probably on strong magnetic storms the change in mice activity will be more pronounced.

### **АНАЛИЗ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА ПРИ КОГНИТИВНОЙ НАГРУЗКЕ У УСЛОВНО ЗДОРОВЫХ ЛИЦ**

**Арчибасова Е.А.<sup>1</sup>, Куликов В.Ю.<sup>1</sup>, Антропова Л.К.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет», Россия, Новосибирск;

<sup>2</sup>Новосибирский государственный технический университет, Россия, Новосибирск;  
[helen280776@rambler.ru](mailto:helen280776@rambler.ru); [doc.alk@mail.ru](mailto:doc.alk@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m924.sudak.ns2020-16/73-74>

В настоящее время для оценки функциональных резервов вегетативной регуляции физиологических процессов широко используются методы спектрального анализа variability ритма сердца (BPC).

Цель работы. Оценить влияние вегетативной регуляции variability ритма сердца у студентов в условиях когнитивной нагрузки.

Материал и методы. Было обследовано 42 условно здоровых лиц мужского и женского пола в возрасте 18-19 лет. Исследование проводилось с использованием аппаратно-программного комплекса фирмы "Нейрософт", запись кардиоинтервалограммы в условиях контроля проводилась в течение 15 минут в положении сидя, без нагрузки. Запись с когнитивной нагрузкой (тест Амтхауэра) проводилась в идентичных условиях. Для анализа были использованы показатели TP (Total Power), мс<sup>2</sup>, (общая мощность в диапазоне частот ≤ 0,4 Гц), ИН – индекс напряжения (отражает степень централизации управления сердечным ритмом), у.е., ИВР – индекс вегетативного равновесия (указывает на соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов ВНС), у.е. Полученные данные подвергались статистической обработке в программе «Statistica 7.0».

Показатель TP в общей группе исследуемых в условиях контроля составил 4360±514 мс<sup>2</sup>, после когнитивной нагрузки 5134±585 мс<sup>2</sup>, отмечается тенденция к увеличению этого показателя, однако достоверных отличий нет. В группе исследуемых юношей показатель TP достоверно увеличился после когнитивной нагрузки – TP в контроле 3767±744 мс<sup>2</sup>, после нагрузки 5567±871 мс<sup>2</sup>, p<0,01, в группе исследуемых девушек показатель TP после нагрузки практически не изменился и составил в контроле 4694±701 мс<sup>2</sup> и 4971±797 мс<sup>2</sup> после нагрузки. Показатель ИН в общей группе исследуемых достоверно уменьшился p<0,002 и составил в контроле и после нагрузки 66±9 у.е и 37±3 у.е соответственно. У юношей ИН 73±17 у.е в контроле и 31±4 у.е при нагрузке, p<0,001. У девушек ИН 63±11 у.е в контроле и 40±4 у.е в эксперименте, достоверных отличий не выявлено. Показатель ИВР в общей группе достоверно уменьшился p<0,0006, и составил в контроле 95±12 у.е и 51±3 у.е при нагрузке. У юношей ИВР 104±20 у.е в контроле и 43±8 у.е при нагрузке, p<0,006. У девушек ИВР 92±16 у.е в контроле и 55±5 у.е в эксперименте, p<0,02. Анализ комбинаторики взаимодействий отделов ВНС в условиях когнитивной нагрузки, может решить вопросы не только оценки адаптивных возможностей индивида, но и способствовать разработке критериев прогноза его поведения в экстремальных условиях, требующих максимального психофизиологического напряжения.

### **ANALYSIS OF HEART RATE VARIABILITY UNDER COGNITIVE LOAD IN CONDITIONALLY HEALTHY INDIVIDUALS**

**Archibasova Elena A.<sup>1</sup>, Kulikov Vyacheslav Yu.<sup>1</sup>, Antropova Lyudmila K.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Novosibirsk State Medical University, Russia, Novosibirsk; <sup>2</sup>Novosibirsk State Technical University, Russia, Novosibirsk; [helen280776@rambler.ru](mailto:helen280776@rambler.ru); [doc.alk@mail.ru](mailto:doc.alk@mail.ru)

Currently, methods of spectral analysis of heart rate variability (HRV) are widely used to assess the functional reserves of vegetative regulation of physiological processes.

Purpose of work. To evaluate the effect of vegetative regulation of heart rate variability in students under cognitive load.

Material and methods. Were examined 42 healthy individuals, male and female, in the age of 18-19 years. The study was carried out using the hardware and software complex of the company "Neurosoft", the recording of the cardiointervalogram in the control conditions was carried out for 15 minutes in a sitting position, without load. The cognitive load recording (Amthauer test) was performed under identical conditions. For the analysis,

the indicators were used TP (Total Power),  $\text{ms}^2$  (total power in the frequency range  $\leq 0,4$  Hz, IN-voltage index (reflects the degree of centralization of heart rate control), c.u. IVR – index of vegetative balance (indicates the ratio between the activity of the sympathetic and parasympathetic parts of the VNS), c.u. The Data obtained were subjected to statistical processing in the program "Statistica 7.0". The TP indicator in the General group of subjects under control was  $4360 \pm 514 \text{ ms}^2$ , after the cognitive load of  $5134 \pm 585 \text{ ms}^2$ , there is a tendency to increase this indicator, but there are no significant differences. In the group of young men studied, the TR indicator significantly increased after cognitive load – TR in the control  $3767 \pm 744 \text{ ms}^2$ , after load  $5567 \pm 871 \text{ ms}^2$ ,  $p < 0.01$ , in the group of girls studied, the TR indicator after load practically did not change and was in the control  $4694 \pm 701 \text{ ms}^2$  and  $4971 \pm 797 \text{ ms}^2$  after load. The IN index in the General group of subjects significantly decreased  $p < 0.002$ , and amounted to  $66 \pm 9 \text{ c.u.}$  and  $37 \pm 3 \text{ c.u.}$ , respectively, in the control and after the load. In boys IN  $73 \pm 17 \text{ c.u.}$  in control and  $31 \pm 4 \text{ c.u.}$  under load,  $p < 0.001$ . In girls with  $63 \pm 11 \text{ c.u.}$  IN the control and  $40 \pm 4 \text{ c.u.}$  in the experiment, there were no significant differences. The IVR index in the General group significantly decreased  $p < 0.0006$ , and was  $95 \pm 12 \text{ c.u.}$  and  $51 \pm 3 \text{ c.u.}$  in the control under load. In young men, IVR  $104 \pm 20 \text{ c.u.}$  in control and  $43 \pm 8 \text{ c.u.}$  under load,  $p < 0.006$ . In girls with IVR  $92 \pm 16 \text{ c.u.}$  in the control and  $55 \pm 5 \text{ c.u.}$  in the experiment,  $p < 0.02$ . The analysis of the combinatory of interactions between the departments of the VNS in the conditions of cognitive load can solve the issues not only of assessing the adaptive capabilities of an individual, but also contribute to the development of criteria for predicting his behavior in extreme conditions that require maximum psycho physiological stress.

### **СРЕДНЕМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПЕПТИДЫ -КАК ИНДИКАТОР ПЛАСТИЧНОСТИ БЕЛКОВ КЛЕТОК РАЗЛИЧНЫХ ТКАНЕЙ ОРГАНИЗМА**

**Аскеров Ф.Б., Кадымова С.О., Ибрагимова С.А.**

Институт физиологии им. академика Абдулла Караева Академии Наук Азербайджана, Баку, Азербайджан,  
[fbaskerov@mail.ru](mailto:fbaskerov@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m925.sudak.ns2020-16/74-75>

Благодаря наличию в структуре средномолекулярных пептидов (СМР) пептидных связей и циклических аминокислот, содержание СМР можно определить путем регистрации вызванного им эффекта поглощения монохроматического ультрафиолетового светового потока. В этом случае возможно выделение трех фракций молекул СМР: а) связанные с нуклеиновыми кислотами (при 230 нм); б) не содержащие аминокислот -продуктов неполного расщепления белков, обладающих токсическим действием (при 254 нм); в) содержащие нетоксические ароматические аминокислоты (медиаторы и гормоны).

Результаты исследований показывают, что у экспериментальных животных, получавших полноценную белковую диету в течение 40 дней, спектр при длине волны СМР 230 нм в гомогенате печени снижается до 73% по сравнению с контролем. Почти такая же картина сохраняется и во фракциях 254 нм и 280 нм. Это свидетельствует о том, что 80% дефицит белка в рационе не нарушает детоксикационную функцию гепатоцитов, но способствует повышению медиаторно- гормональной функции гепатоцитов.

В этих же условиях во втором варианте наших опытов в интегративных структурах коры головного мозга – сенсомоторной, лимбической и орбитальной коре исследование содержания различных фракций показал, что наиболее существенные изменения наблюдаются в левом и правом полушариях сенсомоторной коры. Содержание СМР в условиях белкового питания повышалось и соответственно составляло в 230 нм фракции 156% и 126%; при 254 нм -148% и 126%; при 280 нм - 370 нм и 221%. В условиях дефицита 80% белка содержание СМР во фракции 230 нм повышалось до 312% и 313% по сравнению с контрольными животными. Следует отметить, что межполушарное различие содержания различных фракций СМР в лимбической и орбитальной коре на фоне обоих вариантов питания не наблюдается, т.е. наблюдаемые изменения в содержании фракций находятся в пределах физиологической нормы с некоторыми отклонениями.

Таким образом, исследование различных спектров СМР в различных тканях организма позволит высказать мнение о роли СМР как фактора внутриклеточного показателя пластичности эндогенного белка, направленного на реализацию механизмов детоксикации и реакции самосохранения в интегративной деятельности мозга для реализации механизмов адаптивного поведения, т.е. «структурного следа адаптации».

### **MEDIUM-MOLECULAR PEPTIDES AS AN INDICATOR OF PLASTICITY OF PROTEINS OF CELLS IN DIFFERENT BODY TISSUES**

**Askerov Fakhreddin B., Kadimova Solmaz O., Ibraqimova Samira A.**

Institute of Physiology n.a.academician A.I.Karayev, Azerbaijan Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan,  
[fbaskerov@mail.ru](mailto:fbaskerov@mail.ru)

Due to the presence of peptide bonds and cyclic amino acids in the structure of medium molecular peptides (MMP), the content of MMP can be determined by recording the effect of absorption of monochromatic ultraviolet light flux caused by it. In this case, it is possible to isolate three fractions of the MMP molecules: a) bound to nucleic acids (at 230 nm); b) amino acids-free products of incomplete splitting of proteins with toxic effects (at 254 nm); c) containing non-toxic aromatic amino acids (mediators and hormones).

The research results show that in experimental animals that received a complete protein diet for 40 days, the spectrum at a wavelength of MMP of 230 nm in the liver homogenate is reduced to 73% compared with the control. Almost the same picture remains in the fractions of 254 nm and 280 nm. This suggests that an 80% protein deficiency in the diet does not violate the detoxification function of hepatocytes, but contributes to an increase in the mediator-hormonal function of hepatocytes.

Under the same conditions, in the second version of our experiments the study of the contents of various fractions in the integrative structures of the cerebral cortex — the sensorimotor, limbic, and orbital cortex showed that the most significant changes are observed in the left and right hemispheres of the sensorimotor cortex.

The content of MMP in the conditions of protein nutrition at 230nm fraction increased and accordingly amounted to 156% and 126%; at 254 nm -148% and 126%; at 280 nm - 370 nm and 221%. Under conditions of a deficit of 80% protein, the MMP content at 230 nm fraction increased to 312% and 313% compared to control animals. It should be noted that the interhemispheric difference in the content of different fractions of the MMP in the limbic and orbital cortex is not observed against the background of both nutritional variants, i.e. the observed changes in the content of fractions are within the physiological norm with some deviations.

Thus, the study of various spectra of MMP in various tissues of the body will allow us to express an opinion on the role of MMP as a factor of the intracellular indicator of plasticity of the endogen protein, aimed at implementing detoxification mechanisms and self-preservation reactions in the integrative activity of the brain.

### **МАРКЕРЫ ГЛАВНОГО КОМПЛЕКСА ГИСТОСОВМЕСТИМОСТИ ПРИ НАСЛЕДСТВЕННОМ ГЕМОХРОМАТОЗЕ**

**Аскерова Т.А.**

Азербайджанский Медицинский Университет, кафедра биохимии, Баку, Азербайджан

В настоящее время известно более 100 генетических маркеров белковой природы, среди которых особое место занимают маркеры главного комплекса гистосовместимости. Наиболее хорошо изученной в этом комплексе является система HLA состоящая из группы антигенов, контролируемых соответствующими генами. Изучение системы HLA имеет большое значение для клинической медицины. Исследование системы HLA, особенно возросла после того, как были установлены ассоциации отдельных маркеров этой системы с заболеваниями разнообразной природы. Это дало новые возможности для исследования этиологии и патогенеза ряда заболеваний, а также послужило целям их диагностики и профилактики.

Целью настоящей работы является исследование ассоциации между антигенами HLA системы с наследственным гемохроматозом (НГХ).

Исследовано венозная кровь 29 больных гомозиготных и гетерозиготных по гену НГХ в возрасте от 23 до 63 лет (17 женщин и 12 мужчин), контрольную группу составили 20 здоровых людей (8 женщин и 12 мужчин, средний возраст – 45 лет). Диагноз НГХ был поставлен по лабораторным и клиническим признакам. Уровень сывороточного железа у больных был повышен и колебался от 38,4 до 81,36 мкмоль/л, норма 18,71±0,17), КНТ неизменно превышал 60% (норма 31,84±0,48), часто достигая 157%.

Уровень запасного железа сывороточный ферритин 548±76,97 мкмоль/ мл (норма 369,0±20,148), в отдельных случаях колебался от 92 до 1100,5 мкг/ мл. Уровень сывороточного трансферрина равнялся 271±4,2 мг/100 при норме 369±20,5 мг/100.

Близкая ассоциация НГХ с гаплотипами A<sub>3</sub>, B<sub>7</sub>, B<sub>14</sub> указывает на то, что эти гаплотипы каким-то образом кооперируются с аллелью НГХ в увеличении преимущественно выживания гетерозигот. Частота HLA антигенов – A<sub>3</sub> и HLA-B<sub>14</sub> была значительно выше среди больных с гомозиготной и гетерозиготной НГХ, чем в контрольной группе (60% против 32% для A<sub>3</sub>, 22% против 2% для B<sub>14</sub>). Указанные антигены чаще встречались у выявленных больных с НГХ. Оказалось, что наличие гаплотипов A<sub>3</sub>, B<sub>14</sub> связано с наибольшим риском заболевания НГХ.

### **MARKERS OF THE MAIN HISTO COMPATIBILITY COMPLEX IN HEREDITARY HEMOCHROMATOSIS**

**Askerova T.A.**

Azerbaijan Medical University, Department of Biochemistry, Baku, Azerbaijan

Currently, more than 100 genetic markers of protein nature are known, among which markers of the main histocompatibility complex occupy a special place. The most well-studied in this complex is the HLA system consisting of a group of antigens controlled by the corresponding genes. Studying the HLA system is of great importance for clinical medicine. The study of the HLA system, especially increased after the association of individual markers of this system with diseases of various nature was established. This provided new opportunities for the study of the etiology and pathogenesis of a number of diseases, and also served the purpose of their diagnosis and prophylaxis.

The aim of this work is to study the association between the antigens of the HLA system with hereditary hemochromatosis (HCC).

The venous blood of 29 patients homozygous and heterozygous for the HCC gene aged 23 to 63 years (17 women and 12 men) was studied, the control group consisted of 20 healthy people (8 women and 12 men, average age - 45 years). The diagnosis of HCC was made according to laboratory and clinical signs. The level of serum iron in patients was increased and ranged from 38.4 to 81.36 μmol / L, the norm was 18.71-0.17), HCC invariably exceeded 60% (the norm was 31.84-0.48), often reaching 157%.

The level of spare iron serum ferritin 548–76.97 μmol / ml (norm 369.0–20.148) in some cases ranged from 92 to 1100.5 μg / ml. The level of serum transferrin was 271–4.2 mg / 100 with a norm of 369–20.5 mg / 100.

A close association of HCC with haplotypes A<sub>3</sub>, B<sub>7</sub>, B<sub>14</sub> indicates that these haplotypes somehow cooperate with the HCC allele to increase predominantly survival of heterozygotes. The frequency of HLA antigens – A<sub>3</sub> and HLA-B<sub>14</sub> was significantly higher among patients with homozygous and heterozygous HCC than in the control group (60% versus 32% for A<sub>3</sub>, 22% versus 2% for B<sub>14</sub>). These antigens were more common in identified patients with HCC. It turned out that the presence of haplotypes A<sub>3</sub>, B<sub>14</sub> is associated with the greatest risk of HCC disease.

### ЭЭГ КОРРЕЛЯТЫ ЛИЧНОСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ В ПАРАДИГМЕ СТОП-СИГНАЛ У ЛЮДЕЙ, ЖИВУЩИХ В ПОЛЯРНЫХ И ПРИПОЛЯРНЫХ УСЛОВИЯХ

Астахова Т.Н.<sup>1</sup>, Таможников С.С.<sup>2</sup>, Карпова А.Г.<sup>4</sup>, Борисова Н.В.<sup>4</sup>, Афанасьева Е.Б.<sup>4</sup>, Сапрыгин А.Е.<sup>2</sup>, Савостьянов А.Н.<sup>1,2,3</sup>

1) Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия, 2) Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины, г. Новосибирск, Россия, 3) Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск, Россия, 4) Северо-Восточный федеральный университет, г. Якутск, Россия. [tastahova95@yandex.ru](mailto:tastahova95@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m926.sudak.ns2020-16/76>

Парадигма Стоп-сигнал (ССП) – экспериментальный метод исследования функциональной динамики головного мозга человека в условиях произвольного контроля над поведением. **Целью работы** было выявление коррелятов личностных особенностей в условиях СПП у людей, постоянно или временно живущих в полярных или приполярных регионах Республики Саха (Якутия). В исследовании участвовало четыре группы молодых, здоровых людей: – 1) жители г. Новосибирск (150 человек, 70 мужчин, средний возраст 23±4 года); 2) жители г. Якутск (85 человек, 39 мужчин, 24±3 года); 3) жители арктических районов Якутии (50 человек, 21 мужчин, 26±4 года); 4) трудовые мигранты, переехавшие в Якутию из южных стран (50 человек, все мужчины, 23±2 года). Группа мигрантов обследована дважды – сразу после переезда и через полгода после переезда. В СПП эксперименте участники должны были быстро нажимать на одну из двух кнопок после появления целевого сигнала (130 испытаний) или подавлять уже начатое движение (33 испытания). Запись ЭЭГ проводилась по 64 каналам при помощи усилителя Brain Products, Германия. Вызванные потенциалы головного мозга (ERP) показывали функциональные изменения при выполнении заданий. Для оценки личностных особенностей использовались маркеры «Большой пятерки» (опросник Д. Голдберга). Результаты опросников показали различия между группами в показателях нейротизма, личностной тревожности, экстраверсии и уступчивости. Поведенческие показатели моторного контроля были наилучшими у коренных жителей Якутии (обе группы), средними для новосибирцев и наихудшими у мигрантов при первом обследовании. При повторном обследовании у мигрантов качество моторного контроля выросло. Качество моторного контроля позитивно коррелировало с показателями нейротизма и тревожности у коренных жителей Якутии (обе группы), негативно у мигрантов и не коррелировало с нейротизмом у жителей г. Новосибирска. На ЭЭГ в группе коренных жителей Якутии наблюдались положительные корреляции между амплитудой P300 и потенциалом готовности и уровнем нейротизма и тревожности, тогда как у мигрантов выявлены отрицательные корреляции этих показателей, а у новосибирцев достоверная корреляция не выявлена. **Вывод:** Острый стресс при адаптации к Северу у мигрантов вызывает снижение способности к самоконтролю поведения и ведет к повышению уровня нейротизма и тревожности. Наоборот, у коренных жителей Севера повышенный нейротизм и тревожность ассоциированы с увеличением способности к самоконтролю поведения. *Исследование выполнено при поддержке грантов РФФИ № 18-29-13027 и 18-415-140021.*

### EEG CORRELATES OF PERSONALITY TRAITS IN THE STOP SIGNAL PARADIGM IN PEOPLE LIVING IN SUBPOLAR AND POLAR CLIMATES

Astakhova Tatiana N.<sup>1</sup>, Tamozhnikov Sergey S.<sup>2</sup>, Karpova Alexandra G.<sup>4</sup>, Borisova Natalya V.<sup>4</sup>, Afanaseva Elena B.<sup>4</sup>, Saprygin Alexander E.<sup>2</sup>, Savostyanov Alexander N.<sup>1,2,3</sup>

1) Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia, 2) Institute of Physiology and Basic Medicine, Novosibirsk, Russia, 3) Institute of Cytology and Genetics of SB RAS, Novosibirsk, Russia, 4) North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia, [tastahova95@yandex.ru](mailto:tastahova95@yandex.ru)

The Stop Signal Paradigm (SSP) is an experimental method of studying the functional dynamics of the human brain in conditions of arbitrary control over behavior. The aim of the study was to identify correlates of personality traits in the context of SSP in local people and migrants who live in polar or subpolar regions of the Republic of Sakha (Yakutia). The study involved four groups of young healthy people: 1) residents of Novosibirsk (150 people, 70 men, average age 23 ± 4 y.o.); 2) residents of Yakutsk (85 people, 39 men, 24 ± 3 y.o.); 3) residents of the Arctic regions of Yakutia (50 people, 21 men, 26 ± 4 y.o.); 4) labor migrants who moved to Yakutia from the southern countries (50 people, all men, 23 ± 2 y.o.). A group of migrants was examined twice - immediately after the move and six months later. In SSP experiment participants had to quickly press one of the two buttons after the target signal onset (130 trials), or suppress the movement that had already begun (33 trials). EEG was recording by 64 channels amplifier - Brain Products, Germany. Event related potentials (ERP) were used as a functional changes indicator of tasks performance. Markers of the "Big Five" (D. Goldberg's questionnaire) were considered as personality characteristics indicators. The questionnaires results analysis revealed differences between four groups in terms of neurotism, personal anxiety, extraversion and compliance. Behavioral indicators of motor control were the best in the local people of Yakutia (both groups), average for Novosibirsk and the worst in migrants at the first examination. The quality of motor control increased in the second examination. The quality of motor control was positively correlated with indices of neuroticism and anxiety among the indigenous inhabitants of Yakutia (both groups), negatively correlated among migrants and didnot correlate with neuroticism among residents of Novosibirsk. EEG in the group of local people of Yakutia positively correlated between the P300 amplitude, the potential of readiness and the level of neurotism and anxiety, while migrants showed negative correlations of these indicators, while reliable correlation was not found in Novosibirsk. Conclusion: Acute stress during adaptation to the North among migrants caused a decrease in the ability to control behavior and led to an increase in the neuroticism and anxiety. In contrast, in local Yakuts the increased neurotism and anxiety were associated with the increase in the ability to control behavior. *The study was supported by RFFI grants No. 18-29-13027 and 18-415-140021.*



## ВЛИЯНИЕ ТРЕВОЖНОСТИ НА СПОСОБНОСТЬ КОНТРОЛИРОВАТЬ ЗРИТЕЛЬНОЕ ВНИМАНИЕ МОЛОДЫМИ ЗДОРОВЫМИ ЛЮДЬМИ В ПЕРИОД ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА

Астащенко А.П. \*, Комиссарова О.В., Тюнина О.И., Комиссаров С.А., Никоненко Д.С.

ФГБОУ ВО Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, Воронеж, Россия; [cercea1@rambler.ru](mailto:cercea1@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m927.sudak.ns2020-16/77>

Тревожность (Т.), связанная с обучением и контролем результативности выполнения когнитивных задач, является основным источником страха и психоэмоционального стресса молодых людей (особенно обучающихся старших классов школы и студентов ВУЗов). Результаты экспериментов многих отечественных и зарубежных авторов демонстрируют выраженное влияние Т. на познавательные процессы (на пример, сужение поля внимания, фиксация внимания на определенной информации) что, в свою очередь, значительно ухудшает протекание интеллектуальных процессов.

Цель работы. Оценить влияние тревожности, связанной с экзаменационным стрессом, на: способность контролировать зрительное внимание, биоэлектрическую активность мозга и деятельность сердечно-сосудистой системы.

Материал и методы. Были обследованы 50 человек – студентов ВУЗа (в возрасте  $21 \pm 2$  года). проводили: психометрические исследования уровня тревожности (госпитальная шкала тревоги и депрессии - HADS, шкала Спилбергера-Ханина), регистрацию ЭЭГ, ЧСС, сенсомоторные исследования (проба на смещение внимания dot-probe test и 2 пробы на определение времени появления стимула – temporal-order judgment tasks) до наступления периода сессии, в период экзаменационной сессии и перед экзаменом.

Результаты исследования. По данным психометрических исследований уровень тревожности молодых людей возрастает в период сессии и непосредственно перед экзаменом, наблюдали смену характера тревожности с личностной (контрольное исследование) на ситуативную (шкала Спилбергера-Ханина) и с субклинического уровня на клинический (шкала HADS). Результаты выполнения сенсомоторных задач на зрительное внимание в контрольной серии позволили разделить испытуемых на три группы: 1 – с уклоном внимания на негативную (угрожающую) информацию, 2 – с отклонением внимания от негативной (угрожающей) информации и 3 – без отклонения внимания (контрольное исследование). В период сессии – возрастало количество людей 1 группы. По данным результатов регистрации биоэлектрической активности: у участников из 1 и 2 группы значения спектральных мощностей ритма  $\alpha$ -диапазона ЭЭГ слева превышали значения справа как в фоновой записи ЭЭГ, так и при выполнении заданий на зрительное внимание, что позволяет предположить наличие выраженной активности правых фронтальных зон коры мозга у данных испытуемых; наблюдали увеличение ЧСС в каждой экспериментальной сессии с максимальными значениями в серии перед экзаменом. Т.о., результаты исследования вносят вклад в изучение особенностей проявления тревожности, связанной с психоэмоциональным стрессом, в ее связи как с продуктивностью выполнения когнитивной деятельности, так и состоянием здоровья.

## THE EFFECT OF ANXIETY ON THE ABILITY TO CONTROL VISUAL ATTENTION OF YOUNG HEALTHY PEOPLE DURING PSYCHOEMOTIONAL STRESS

Astashchenko A.P. \*, Komissarova O.V., Tyunina O.I., Komissarov S.A., Nikonenko D.S.

Voronezh State Medical University named N. N. Burdenko Ministry of Health of Russia, Voronezh, Russia; [cercea1@rambler.ru](mailto:cercea1@rambler.ru)

Anxiety (A), associated with learning and monitoring the performance of cognitive tasks, is the main source of fear and the psychoemotional stress in young people (especially high school students and university students). The results of experiments by many russian and foreign authors demonstrate a pronounced influence of A. on cognitive processes (for example, narrowing the field of attention, fixing attention on certain information), which, in turn, significantly worsens the flow of intellectual processes.

Objective. To assess the impact of anxiety related to exam stress on: the ability to control visual attention, bioelectric activity of brain and the activity of cardiovascular system.

Material and methods. In 50 young people – university students (age of  $21 \pm 2$  years), we performed: psychometric studies of the level of anxiety (Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS), Spielberger-Hanin test), registration of EEG, heart rate, cognitive and sensorimotor tasks (dot - probe test and 2 stimulus-temporary-order judgment tasks) before the session period, during the examination session and before the exam.

The results of the study. According to psychometric studies, the level of anxiety of young people increases during the session and immediately before the exam. We observed a change in the nature of anxiety from personal (control study) to situational (Spielberger-Hanin test) and from the subclinical level to the clinical (HADS scale). The results of performing sensorimotor tasks for visual attention in the control series allowed us to divide the subjects into three groups: 1-with a bias of attention to negative (threatening) information, 2 – with bias of attention from negative (threatening) information, and 3-without bias of attention (control study). During the session, the number of people in group 1 increased. According to the results of registration of bioelectric activity: the spectral power of the EEG  $\alpha$ -rhythm in participants of 1 and 2 groups was expressed in the left frontal parts compared the right and in performing tasks on visual attention, which suggests a pronounced activity of the right frontal areas of the cerebral cortex in these subjects; observed increase the heart rate in each experimental session, with the highest values in the series before the exam. Thus, the results of the study contribute to the study of the features of the manifestation of anxiety associated with psychoemotional stress, in its connection with both the productivity of performing cognitive activities and the state of health.

## ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СТРУКТУРЕ КРИТЕРИЕВ ЛИЧНОСТНОГО РАЗВИТИЯ У СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ

Атаманова И.В., Федоровский А.Е.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Томск, Россия;  
iatamanova@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m928.sudak.ns2020-16/78>

Данное исследование направлено на изучение эмоционального интеллекта, который является важной детерминантой личностного развития у современной молодежи (Gorchakova, Matsuta, Bogomaz, 2016). Использовались опросник эмоционального интеллекта ЭИ (Д.В. Люсин), шкала потребности в автономии, компетентности и связанности с другими людьми (BMPN, K.M. Sheldon, J.C. Hilpert, в адаптации Д.А. Леонтьева), модифицированный опросник ценностей (Р. Инглхарт, в адаптации Р.К. Хабибулина), опросник самоорганизации деятельности (Е.Ю. Мандрикова) с показателями «целеустремленность» и «планомерность», шкала системной рефлексии дифференциального теста рефлексивности (Д.А. Леонтьев и Е.Н. Осин), шкала удовлетворенности жизнью (Э. Динер); был вычислен индекс личностной готовности к деятельности. В исследовании участвовала вузовская молодежь ( $n = 320$ ) в возрасте от 18 до 25 лет (50,2% девушек и 49,8% юношей). Суммарный показатель эмоционального интеллекта составил  $85,6 \pm 15,3$  баллов.

Факторный анализ позволил выявить значимую факторную структуру, в которую вошли 316 наблюдений с применением метода главных компонент с ротацией факторов «Varimax»; число переменных: 6; количество факторов: 2, объясняющих 60,3% дисперсии. В факторную структуру показателей вошли: 1) параметры ЭИ (ПЭ и УЭ), индекс самодетерминации; 2) ценностные ориентации. Индекс личностной готовности к деятельности вошел в оба фактора. Далее был проведен регрессионный анализ (использовалась прямая пошаговая регрессия с включением). Ведущим показателем оказался индекс самодетерминации, который стал зависимой переменной, а в качестве независимых переменных выступили 17 показателей ценностей, деятельности и эмоционального интеллекта. Регрессионная модель оказалась значимой с  $F(5.31) = 33.4$ ,  $p < 0.00001$ , объясняя 34.0% дисперсии (скорректированного  $R^2$ ). Индекс самодетерминации зависит от понимания собственных эмоций и управления ими ( $\beta = 0.377$ ), удовлетворенности жизнью ( $\beta = 0.220$ ) и целеустремленности ( $\beta = 0.165$ ).

Таким образом, результаты показывают, что эмоциональный интеллект связан с личностной готовностью к деятельности и самодетерминацией современной молодежи. Потребность в самодетерминации, которая является важным критерием личностного развития, зависит от понимания собственных эмоций и управления ими (ВЭИ). Традиционные ценности и ценности выживания не коррелируют с самодетерминацией и эмоциональным интеллектом.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект 18-013-00781.*

## EMOTIONAL INTELLIGENCE IN THE STRUCTURE OF CRITERIA FOR PERSONAL DEVELOPMENT IN MODERN YOUTH

Atamanova Inna V., Fedorovsky Alexander Ye.

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia; iatamanova@yandex.ru

This study was aimed at exploring emotional intelligence which is an important determinant of personal development in modern youth (Gorchakova, Matsuta, Bogomaz, 2016). The study applied the Emotional Intelligence Questionnaire (D.V. Lyusin), the Balanced Measure of Psychological Needs (BMPN, K.M. Sheldon, J.C. Hilpert, adapted by D.A. Leontiev), the World Values Survey (R. Inglehart, modified by R.K. Khabibulin), the Self-Organization of Activity Questionnaire by E.Yu. Mandrikova (purposefulness and planning), the Reflexivity Type Assessment Test by D.A. Leontiev and E.N. Osin (systemic reflection), the Satisfaction with Life Scale (E. Diener); an index of personal readiness for activity was calculated. The study involved university youth ( $n = 320$ ) aged from 18 to 25 years (50.2% females and 49.8% males). The general emotional intelligence mean value was  $85.6 \pm 15.3$ .

Factor analysis revealed a significant factorial structure based on 316 observations by applying the principal component method with the varimax rotation; the number of variables: 6; the number of factors: 2, explaining 60.3% of the variance. The factorial structure of the indicators under study includes: 1) emotional intelligence parameters (emotion comprehension and emotion management), self-determination index; 2) value orientations. The index of personal readiness for activity was included in both factors. Then, a regression analysis was performed (a forward stepwise regression with inclusion was used). The leading indicator was the self-determination index being a dependent variable; 17 indicators of value orientations, activity and emotional intelligence were used as independent variables. The regression model was significant with  $F(5.31) = 33.4$ ,  $p < 0.00001$ , explaining 34.0% of the variance (adjusted  $R^2$ ). The self-determination index depends on understanding and managing one's own emotions ( $\beta = 0.377$ ), life satisfaction ( $\beta = 0.220$ ) and purposefulness ( $\beta = 0.165$ ).

Thus, the results show that emotional intelligence is associated with personal readiness for activity and self-determination of modern youth. The need for self-determination, which is an important criterion for personal development, depends on understanding one's own emotions and managing them (intrapersonal emotional intelligence). Traditional values and survival values do not correlate with self-determination and emotional intelligence.

*The research was conducted with the RFBR financial support, project 18-013-00781.*

## **ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТА ШАФРАНА (*Crocus sativus* L.) НА ТЕМПЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПОТОМСТВА КРЫС**

**Бабаев Х.Ф., Аббасов Р.Ю., Шукюрова П.А., Исрафилова А.С., Касумова Г.З.**  
Институт Физиологии им. А.И.Караева Национальной Академии Наук Азербайджана, Баку;  
[shukurovaparvana@gmail.com](mailto:shukurovaparvana@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m929.sudak.ns2020-16/79>

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния экстракта из рылец шафрана, произрастающего в Азербайджане, на физическое развитие количество и динамику массы тела потомства крыс-самок, получавших экстракт в период до спаривания с интактными самцами

Эксперименты проводились на 2-х группах половозрелых самок белых крыс и потомстве, родившемся от них, с применением соматометрических и статистического методов исследования. Контрольная группа животных ежедневно получали *per os* физиологический раствор. Экспериментальная группа получали ежедневно в течение 21-го дня *per os* экстракт шафрана, из расчета 120 мг/кг. для изучения влияния экстракта шафрана на физическое развитие количество и динамику массы тела потомства крыс-самок, в проводимых опытах была введена группа интактных самцов (5 животных). Состояние потомства оценивали в течение 2 мес. При этом у них отмечали количество, общее состояние, подвижность, прирост массы тела, формирование физического развития (отлипания ушной раковины, обрастания шерстным покровом, прорезывания резцов, открытие глаз), которые регистрировали визуально.

Результаты оценки состояния потомства по всем тестируемым показателям показали, что 21-дневного введения экстракта шафрана самкам в период до спаривания с интактными самцами способствовал увеличению количества потомства от них, а также приросту массы тела родившихся крысят, по сравнению с соответствующими показателями крысят контрольной группы ( $p < 0,05$ ). Также у потомства крыс в опытных группах выявлены более ранние сроки отлипания ушной раковины, прорезывания резцов, появления волосяного покрова ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, экстракт шафрана при 21-дневном пероральном введении самкам в период до спаривания с интактными самцами, в дозе 120 мг/кг не оказал негативного воздействия на показатели физического развития потомства в постнатальном периоде развития.

## **INFLUENCE OF SAFFRON (*Crocus sativus* L.) ON THE RATES OF PHYSIOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE RAT'S OFFSPRING**

**Babaev Khanaga F., Abbasov Rakif Y., Shukurova Parvana A., Israfilova Afet S., Kasimova Gulnara**  
Z. A. I. Garayev Institute of Physiology, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

## **ВЛИЯНИЕ РАЗРУШЕНИЯ ДОРСАЛЬНОГО АМИГДАЛОФУГАЛЬНОГО ПУТИ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОДКОРКОВЫХ СТРУКТУР ГОЛОВНОГО МОЗГА**

**Багирова Р.М.**

Азербайджанская Государственная Академия Физической Культуры и Sports, кафедра «Медицинские и биологические науки» Баку, Азербайджан; [rafiga\\_bagirova1@mail.ru](mailto:rafiga_bagirova1@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m930.sudak.ns2020-16/79-80>

С целью изучения участия лимбических структур мозга в формировании тета-ритма гиппокампа производилась регистрация электрической активности супраоптического (СОЯ), вентромедиального (ВМЯ) и медиально-мамиллярного ядер (ММЯ) гипоталамуса, базолатерального ядра амигдалы (АБ), а также ретикулярной формации (РФ) в условиях электростимуляции и разрушения дорсального амигдалофугального пути (ДАП).

Регистрация фоновой электрической активности СОЯ, ВМЯ и ММЯ ядер гипоталамуса, АБ ядра амигдалы и РФ выявила наличие полиморфной, нерегулярной, низкоамплитудной активности, которая включает в себя как высокочастотные бета-колебания, отдельные тета-частоты, так и медленные волны. Односторонняя электростимуляция (ДАП) (50-80 мкА, частота 10 импульсов/сек, длительность стимула 0,5 мсек) приводит к значительным изменениям в электрической активности исследуемых структур мозга. С первой минуты электростимуляции в электрограммах СОЯ, ВМЯ, ММЯ, АБ и РФ как ипси-, так и контралатеральной стороны регистрируются стойкие упорядоченные ритмы, отмечается появление пикообразных выбросов и непрерывных эпилептиформных разрядов. Дальнейшее повышение параметров стимуляции (100-200 мкА, частота 20 импульсов/сек, длительность стимула 0,5 мсек) в течение 10-15 секунд приводит к трансформации синхронизированной активности в эпилептиформную на 1-2 секундах стимуляции. Последующая регистрация активности исследуемых структур мозга выявила наличие полиморфной, деформированной, низкоамплитудной активности, которая регистрировалась в течение 1-2 минут, после чего происходило полное восстановление ЭЭГ до фонового уровня.

С первых минут после одностороннего электролитического разрушения ДАП в SO, VMH, MM, AB и RF регистрируется эпилептиформная активность, которая сохраняется в течение 2-3 часов после произведенной коагуляции. Эпилептиформная активность со временем полностью исчезает и в исследуемых структурах головного мозга регистрируется медленноволновая, низкоамплитудная активность, хорошо выраженная на ипсилатеральной стороне. Через 2-5 дней после разрушения ДАП подавление активности охватывает как ипси-, так и контралатеральную сторону. Регистрация активности подкорковых структур головного мозга в течение 6 месяцев не выявила его восстановления после коагуляции.

Полученные данные свидетельствуют о том, что функциональная целостность ДАП является необходимым условием в механизмах регуляции возбудимости нейронов различных ядер гипоталамуса, миндалины и ретикулярной формации.



## INFLUENCE OF DESTRUCTION OF THE DORSAL AMYGDALOFUGAL PATHWAY ON THE ELECTRICAL ACTIVITY OF THE SUBCORTICAL STRUCTURES OF THE BRAIN

**Baghirova Rafiga M.**

Azerbaijan State Academy of Physical Education and Sports, Department of "Medical and Biological Sciences",  
Baku, Azerbaijan Republic, rafiga\_bagirova1@mail.ru

In order to study the involvement of limbic brain structures in the formation of the hippocampal theta rhythm was produced registration of electrical activity of supraoptic (SO), ventromedial (VMH) and medial mammillary nuclei (MM) of the hypothalamus, the basolateral nucleus of the amygdala (AB), as well as the reticular formation (RF) under conditions of electrical stimulation and destruction of the dorsal amygdalofugal pathway.

The registration of the background electrical activity of SO, VMH, MM nuclei of the hypothalamus, the AB nucleus of the amygdala and the RF revealed the presence of polymorphic, irregular, low-amplitude activity, which includes both fast-frequency beta oscillations, individual theta frequencies and slow waves. Unilateral electrostimulation (DAP) (50-80  $\mu$ A, frequency 10 impulses/sec, with a stimulus duration of 0.5 msec) leads to significant changes in the electrical activity of the investigated brain structures. From the first minute of electrical stimulation in the electrograms of SO, VMH, MM, AB and the RF, both ipsi- and the contralateral side are registered persistent ordered rhythms, the appearance of peak emissions and continuous epileptiform discharges. Further increase in stimulation parameters (100-200  $\mu$ A, frequency 20 impulses/sec, stimulus duration 0.5 msec) throughout 10-15 seconds from the first minutes of exposure in the electrical activity of all registered structures simultaneously synchronized activity for 1-2 seconds of stimulation goes into epileptiform. Described changes in the EEG of the subcortical structures of the brain were observed since filing electrical irritation and persisted for 5-10 seconds after turning it off. Subsequent registration of the activity of the studied brain structures revealed the presence of polymorphic, deformed, low-amplitude activity, which was registered for 1-2 minutes, after which there was a complete recovery of the EEG to the background level.

From the first minutes after the unilateral electrolytic destruction of DAP in SO, VMH, MM, AB and the RF is registered epileptiform activity which persists throughout 2-3 hours after produced coagulation. Epileptiform activity over time completely disappears in the studied brain structures is registered slow wave, low amplitude activity, well expressed on the ipsilateral side. On the 2-5 days after the destruction of DAP, the suppression of activity covers both the ipsi and the contralateral side. Registration of activity of the subcortical structures of the brain for 6 months did not reveal its recovery after coagulation.

The data obtained testify that the functional integrity of dorsal amygdalofugal pathway is the necessary term in the mechanisms of regulation of excitability of neurons of different nuclei of hypothalamus, amygdala and reticular formation.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СПОРТСМЕНОВ НА ОСНОВЕ ВЕЛОЭРГОМЕТРИЧЕСКОГО ТЕСТА PWC<sub>170</sub>

**Багирова Р.М., Мамедова Г.Р., Гусейнова Г.Г., Гасанова М.А.**

Азербайджанская Государственная Академия Физической Культуры и Спорта, кафедра «Медицинские и биологические науки» Баку, Азербайджан; [rafiga\\_bagirova1@mail.ru](mailto:rafiga_bagirova1@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m931.sudak.ns2020-16/80-81>

С целью исследования физической подготовленности студентов-спортсменов игровых видов спорта проводилось изучение функционального состояния организма и физической работоспособности по абсолютному показателю PWC<sub>170</sub>.

Анализ индивидуальных данных, согласно относительных величин PWC<sub>170</sub> и МПК, при учете веса тела испытуемых, показал следующее. Один из всех обследуемых спортсменов (КМС, стаж около 7 лет) имел показатель на высоком уровне, соответственно 24,6 кгм/мин/кг по PWC<sub>170</sub>, 70,6 мл/мин/кг по МПК. Пять спортсменов имели показатели выше среднего, что составило 16,7%. У этих испытуемых PWC<sub>170</sub> (относ.) была в пределах 19,5-22,7 кгм/мин/кг, а МПК<sub>(относ.)</sub> – 58,8-66,8 мл/мин/кг. Большинство, обследуемых студентов (70,0%), также имели показатели физической работоспособности на среднем уровне. Так, относительный показатель был от 15,2 до 18,6 кгм/мин/кг, а МПК – 47,8-58,3 мл/мин/кг. Величины на уровне ниже среднего, выявлены у 10,0% испытуемых, соответственно с показателями 13,5-15,0 кгм/мин/кг и 40,9-45,1 мл/мин/кг. При этом оказалось, что все обследуемые спортсмены, показавшие физическую работоспособность на среднем и ниже среднего уровнях, имели как низкую квалификацию (II разряд), так и высокую - от I разряда до КМС.

Сравнительный анализ времени восстановления частоты пульса у обследуемых спортсменов, показавших различный уровень работоспособности по PWC<sub>170</sub>, не выявил тесной взаимосвязи. То есть испытуемые, показавшие высокий и выше среднего уровень работоспособности могли иметь позднее восстановление пульса - 20 мин и более. Однако все же у более квалифицированных спортсменов восстановление наступало раньше (на 10-15 мин), чем у менее подготовленных (20 мин и более). Вместе с тем следует отметить, что игрок, у которого были выявлены самые высокие показатели PWC<sub>170</sub>, имел и лучшее восстановление пульса - на 10-й минуте отдыха.

Исследование степени насыщения крови кислородом показало, что в условиях покоя оно соответствовало норме и было в пределах 97-100%. После выполнения велоэргометрической пробы этот показатель по окончании первой нагрузки уменьшался на 5-10%, а после второй - на 3-5%.

Таким образом, с помощью тестов PWC<sub>170</sub> была произведена оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы студентов АзГАФКиС. Результаты тестирования позволили оценить анаэробную работоспособность как средний. Ниже среднего была способность системы кровообращения к восстановлению.

## RESEARCH OF THE REACTION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN ATHLETES ON THE BASIS VELOERGOMETRIC TEST PWC170

**Bagirova Rafiga M., Mamedova Gulnar R., Guseynova Gulnara G., Gasanova Mehriban A.**

Azerbaijan State Academy of Physical Education and Sports, Department of "Medical and Biological Sciences",  
Baku, Azerbaijan Republic, [rafiga\\_bagirova1@mail.ru](mailto:rafiga_bagirova1@mail.ru)

In order to study the physical preparedness of student athletes of playing sports, a study was made of the functional state of the body and working capability according to the absolute indicator PWC170.

Analysis of individual data, according to the relative values of PWC170 and MOC, when accounting body weight of subjects showed the following. One of the examined athletes (CMS, experience of about 7 years) had a high level, respectively 24.6 kgm/min/kg according to PWC170, 70.6 ml/min/kg according to MOC. Five athletes were above average, which was 16.7%. In these subjects, the PWC170 (rel.) was in the range of 19.5-22.7 kgm/min/kg, and the MOC (rel.) was 58.8-66.8 ml/min/kg. Most of the students examined (70.0%) also had indicators of physical working capacity at an average level. So, the relative indicator was from 15.2 to 18.6 kgm/min/kg, and MOC - 47.8-58.3 ml/min/kg. Values at a level below the average were found in 10.0% of the subjects, respectively, with indicators of 13.5-15.0 kgm/min/kg and 40.9-45.1 ml/min/kg. It turned out that all the examined athletes who showed physical working capacity at the average and lower than average levels, they had both low qualification (II category) and high - from I category to the CMS.

Comparative analysis of heart rate recovery time in examined athletes who showed different levels working capacity by PWC170, did not reveal a close relationship. That is, subjects who showed a high and above average level of working capacity could have a late heart rate recovery of 20 minutes or more. However, for more qualified athletes, recovery occurred earlier (by 10-15 minutes) than in less trained athletes (20 minutes or more). At the same time it should be noted that the player who showed the highest PWC170 scores also had the best heart rate recovery - on the 10th minute of rest.

The study of the degree of blood oxygen saturation showed that at rest it corresponded to the norm and was in the range of 97-100%. After fulfillment veloergometry test this indicator at the end of the first load decreased by 5-10%, and after the second - by 3-5%.

Thus, using the PWC170 tests, the functional state of the cardiovascular system of AzGAFKiS students was assessed. The test results allowed us to evaluate anaerobic working capacity as average. Below average was the ability of the system blood circulation to recovery.

## ОДИНОЧЕСТВО И СТАРЕНИЕ

**Багирова Ф.М., Меджидова М.А., Гараева С.А., Касумов Ч.Ю.**

Институт физиологии им. академика Абдулла Караева Академии Наук Азербайджана, поликлиника им.  
Ш.Гасанова «Зона Здоровья», Азербайджан, г. Баку, Азербайджан, [eminbeyli1955@mail.ru](mailto:eminbeyli1955@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m932.sudak.ns2020-16/81-82>

Известно, что с возрастом человек становится более ранимым, и это особенно ярко проявляется в пожилом и старческом возрасте. Старость сама по себе воспринимается рядом авторов как возраст печали, потеря, тоски и одиночества. Более того, независимо от того в какой семье проживает пожилой человек, в полной или неполной, социальная изоляция очень сильно сказывается на психоэмоциональном состоянии человека. Согласно одним авторам, выход на пенсию, смена социальных, экономических условий проживания пожилых людей приводят к тому, что у них развиваются возрастные кризисы, и в зависимости от того, как пожилой человек сумеет преодолеть этот кризис, будет зависеть процесс его личностной самореализации и возможность активной полноценной жизни. Поэтому для этого возраста актуальным является исследование процесса самореализации, влияния возрастного кризиса на этот процесс и условий его возникновения, а также разработка программы психологического обеспечения «позитивного старения».

Наряду с этим, согласно ряду авторов, геронтопсихология рассматривает старость как возраст развития, так как именно старость очерчивает общую линию развития личности.

В связи с вышеизложенным, одной из приоритетных задач психологии развития, акмеологии, является изучение психологических особенностей развития личности, а так же проблемы самореализации в пожилом возрасте.

Главное для человека пожилого возраста – это быть нужным близким и окружающим его людям, жить в любви и понимании. Однако, с выходом на пенсию, большинство людей впадают в депрессию из-за психологического дискомфорта, социальной изоляции. Им некуда спешить, негде себя реализовать и наступает момент, когда они чувствуют себя никому ненужными. Это очень сложный период в жизни каждого человека. Именно в этот момент необходима помощь общества.

В поликлинике им. Ш.Гасанова «Зона Здоровья», где проводилась данная работа с целью оказания помощи людям пожилого и старческого возраста, их физическому и психическому здоровью, созданы все условия: это и лечебная физкультура, и постоянное наблюдение за их здоровьем, доброе и искреннее отношение всего медицинского персонала. В ходе проведения опроса испытуемых в возрасте 60-74 и 75-89 лет, выявилось следующее: 1. все эти люди - неработающие пенсионеры со своими проблемами; 2. у большинства из них мужья умерли и они одиноки; 3. у некоторых из них умер ребенок в возрасте свыше 30 лет, что привело к депрессии, дисстрессу и отсутствию желания жить; 4. у других же дети покинули страну, и они остро ощущают одиночество; 5. некоторым из них уже за 80, а дети не трудоустроены или же больны, что еще больше обостряет их психологическую беспомощность; 6. отраднo, что многие из этих людей пожилого и старческого возраста занимаются лечебной физкультурой свыше 10 лет.

Таким образом, именно активное занятие лечебной физкультурой, где у них есть возможность общения друг с другом, делиться радостью и горем, вместе проводить праздники и посещать культурные

мероприятия, а также восстанавливать свое физическое и психическое здоровье, что придает их жизни яркие краски, а также продлевает им жизнь и решает проблему одиночества.

#### **LONELINESS AND AGING**

**Baghirova Farida M., Medzhidova Mesme A., Garaeva Saida A., Kasumov Chingiz Yu.**

Institute of Physiology named after academician Abdullah Garayev of the Azerbaijan National Academy of Sciences, Clinic "Zone of Health" named after S. Gasanova, Baku, Azerbaijan, [eminbeyli1955@mail.ru](mailto:eminbeyli1955@mail.ru)

The main thing for an elderly person is to be needed by relatives and people around him, to live in love and understanding. However, upon retirement, most people become depressed due to psychological discomfort and social isolation. They have nowhere to rush, nowhere to realize themselves, and the moment comes when they feel that they are needed no longer. This is a very difficult period in the life of each person. At that very moment the help of society is necessary.

In the clinic named after Sh. Gasanova- "Health Zone" - where this work was carried out with the aim of helping people of elderly and senile age, their physical and mental health, all conditions are created: physiotherapy exercises, constant monitoring of their health, kind and sincere attitude of all medical staff. During a survey of subjects aged 60-74 and 75-89 years, the following was revealed: 1. all these people are unemployed pensioners with their own problems; 2. in most of them husbands have died and they are single; 3. in some of them, a child over 30 years old died, which led to depression, distress and a lack of desire to live; 4. as for others, the children left the country, and they acutely feel loneliness; 5. some of them are already over 80, and the children are not employed or sick, which further exacerbates their psychological helplessness; 6. It is gratifying that many of these elderly and senile people have been engaged in physical therapy for over 10 years.

Thus, physiotherapy exercises, where they have the opportunity to communicate with each other, share joy and grief, spend holidays together and attend cultural events, as well as recover their physical and mental health, which gives their lives bright colors, as well as prolongs their life and solves the problem of loneliness.

#### **ОДИНОЧЕСТВО И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЖИЛЫХ**

**Багирова Ф.М.**

Институт физиологии им. Академика Абдулла Караева Академии Наук Азербайджана, поликлиника им. Ш.Гасанова «Зона Здоровья», Азербайджан, г. Баку, Азербайджан, [eminbeyli1955@mail.ru](mailto:eminbeyli1955@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m933.sudak.ns2020-16/82>

Целью настоящей работы является оценка психоэмоционального состояния пожилых людей различного статуса.

Работа проведена на базе поликлиники им.Ш.Гасанова «Зона Здоровья». Были опрошены люди в возрасте 60-74 года, являющиеся работающими и неработающими пенсионерами. Все они условно были разделены на 3 группы: 1- проживающие в полных семьях ; 2 — проживающие в неполных семьях; 3- проживающие одни. В свою очередь, в каждой из групп разделяли пожилых на работающих и неработающих пенсионеров

Испытуемые 1-ой группы, несмотря на то, что проживали в окружении супруги или супруга, детей и внуков, в большинстве своем чувствовали себя одинокими. Аналогичная картина наблюдалась во второй и третьей группах. Различие состояло в том, что работающие пенсионеры находились в более выигрышном положении, чем неработающие пенсионеры, и этому способствует возможность «излить душу» окружающим их людям на работе, избавиться от непонимания, которое преследует в лице их домашних. Итогом же, является ослабление депрессии, невроза и уменьшение страхов, в которых они постоянно живут. Известно, что человек может быть одиноким физически и душой. И именно второй тип одиночества является наиболее распространенным и угнетающим в современном мире. Физическое одиночество пагубно влияет на психику в момент социальной изоляции, ощущения безисходности при констатации у них неизлечимых заболеваний, отсутствия мотивации жить.

Таким образом, основным и существенным мотиватором для пожилого человека является убежденность, что он любим, нужен и значим для близких и окружающих его людей, что является составляющей счастливой старости и продления у них активного долголетия.

#### **LONELINESS AND ITS INFLUENCE ON THE PSYCHOEMOTIONAL STATE OF THE ELDERLY.**

**Baghirova Baghirova Farida M.**

Institute of Physiology named after academician Abdullah Garayev of the Azerbaijan National Academy of Sciences, Clinic "Zone of Health" named after S. Gasanova, Baku, Azerbaijan

#### **АЛЬФА ВОЛНЫ МОЗГА И ПОСТУРАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ**

**Базанова О.М.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии и фундаментальной медицины РАН, Новосибирск, Россия; [bazanova\\_olgami@mail.ru](mailto:bazanova_olgami@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m934.sudak.ns2020-16/82-83>

Постуральный контроль является фундаментальным компонентом повседневной двигательной активности человека, такой как стояние или ходьба, и его нарушение связано с повышенным риском падения. Однако нейробиологические механизмы, лежащие в основе контроля поддержания равновесия у людей, до сих пор неясны. В частности, хотя в предыдущих исследованиях были выявлены некоторые нейрофизиологические функции, которые значительно активируются во время реального или



воображаемого равновесия, взаимодействия внутри и между соответствующими нейрофизиологическими функциями еще предстоит изучить. В данном обзоре представлены результаты исследований свидетельствующих о том, что увеличение амплитуды альфа-колебаний и уменьшение общего мышечного напряжения способствуют оптимизации контроля баланса и что этот вклад можно выявить одновременно с помощью индивидуализированного анализа спектральной мощности ЭЭГ и ЭМГ мышечного напряжения. В настоящее время имеются убедительные доказательства решающего вклада кортикальных механизмов в регуляцию постурального контроля (Jacobs and Horak 2007; Maki and McIlroy 2007; Papegaaij et al. .2014). Так, несколько исследований (Слобун и др. 2013; Базанова и др., 2017) показывают, что выполнение задач балансировки связано с одновременным изменением амплитуды альфа-колебаний и общего мышечного напряжения, что способствует оптимизации контроля баланса и что эта связь может быть выявлена одновременно с помощью отдельного инструмента анализа мышечного напряжения спектральной ЭЭГ и ЭМГ. Например, результаты исследования Mearu et al., 2017 показывают, что при переходе от балансировки на устойчивой поверхности к неустойчивой поверхности устанавливаются два функциональных диапазона альфа-частот; один связан с верхней альфа (2), а другой - с низкой альфа (1) полосой частот. Альфа 1 может быть описана как набор подсетей (модулей), включающих лобную, центральную и теменную кору с отдельными временными и пространственными изменениями внутри и между этими модулями. В сети альфа-2 теменная затылочная область выступает в качестве источника, и взаимодействия распространяются преимущественно в направлениях от затылочной к теменной и к центрально-теменной областям. Результаты обзора литературы показывают, что контроль баланса ассоциирует по крайней мере с двумя альфа-частотными сетями.

*Исследование частично поддержано грантом РФФИ 19-013-00317 а*

### **BRAIN ALPHA WAVES AND POSTURE CONTROL**

**Bazanova Olga M.**

State budgetary institution Research Institute of Physiology and Basic Medicine,  
Novosibirsk, Russia, bazanova\_olgamih@mail.ru

Posture control is a fundamental component of human everyday motor activities such as standing or walking, and its impairment is associated with an increased risk of falling. However, the neurobiological mechanisms underlying posture control in humans are still unclear. Specifically, although previous studies have identified some neurophysiological functions that significantly activate during real or imagined balancing, the interactions within and between the relevant neurophysiological functions remain to be investigated. Posture control is a fundamental component of human everyday motor activities such as standing or walking, and its impairment is associated with an increased risk of falling. However, the neurobiological mechanisms underlying posture control in humans are still unclear. Specifically, although previous studies have identified some neurophysiological functions that significantly activate during real or imagined balancing, the interactions within and between the relevant neurophysiological functions remain to be investigated. In humans, there is also strong evidence for a crucial contribution of the cerebral cortex in posture control (Jacobs and Horak 2007; Maki and McIlroy 2007; Papegaaij et al. .2014). The results of few studies (Slobounov et al. 2013; Bazanova et al., 2017) indicate the performance of balancing tasks is associated with simultaneous change of the alpha oscillations amplitude and general muscle tension, and this contributes to the optimization of balance control and that this association can be revealed by simultaneously individual spectral EEG and EMG muscle tension analysis tool.

Results of few studies show that in the transition from balancing on a stable surface to an unstable surface, two functional alpha frequency ranges are established; one associated with the upper alpha(2) and one with the low alpha (1) frequency band. The alpha 1 can be described as a set of subnetworks (modules) comprising the frontal, central, and parietal cortex with individual temporal and spatial developments within and between those modules. In the alpha-2 network, the parietal, occipital area act as a source, and the interactions propagate predominantly in the directions from occipital to parietal and to centro-parietal areas. These significant findings indicate that at least two alpha cortical networks support posture control.

*The study was partially supported by the RFBR grant 19-013-00317 а*

### **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИЧНОГО СОЗНАНИЯ: КВАНТОВЫЙ ПОДХОД**

**Базян Ара Саакович.**

ФГБУН Институт Высшей Нервной Деятельности и Нейрофизиологии РАН, Москва, Россия, bazyan@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m935.sudak.ns2020-16/83-84>

В окружающем нас физическом мире нет ни света, ни цвета – есть электромагнитное излучение и наша зрительная система; нет звука – есть вибрационные колебания и наша слуховая система; нет запаха – есть летучие молекулы и наша обонятельная система и так далее. Эти переходы объективных физических процессов в психические субъективные ощущения не описываются. В психологии это называется гештальт. Для описания этих процессов необходимо использовать представление о «черном ящике» и виртуальном скачке. Таким образом мы упираемся в дуализм. В окружающем нас физическом мире дуализмом обладают квантовые процессы: квантовая суперпозиция, корпускулярная – волновая природа элементарных частиц. Наша вселенная развивалась на основании квантовых процессов, а мы, млекопитающие, в том числе и люди, как элементы этой развивающейся вселенной, тоже развиваемся и функционируем на основании квантовых процессов – квантово-химических процессов. Квантовая механика изучает строение и взаимодействие элементарных частиц, а квантовая химия изучает строение и взаимодействие больших белковых молекул. Но для реализации квантовой суперпозиции нам нужен наблюдатель. Такой наблюдатель у нас есть – это наше объективное и субъективное «Я». Когда на руку попадает огонек, мы рефлекторно отдергиваем руку – объективное «Я». Через некоторое время наше субъективное «Я» ощущает боль.

У людей объективное и субъективное «Я» формируется в 2хлетнем возрасте: самосознание, самосознание или самоидентификация. Этот процесс описывается тестом зеркала, предложенным Gordon Gallup Jr. в 1970 г. Наше «Я» формируется взаимодействием Down Up и Top down сигналов. Top down сигнал из префронтальной коры запускает консолидацию памяти и воспроизведет уже консолидированную память. Кроме того, это сигнал селективного внимания. Down Up сигнал, это восходящие иерархические сети наших шести модальностей формирующих наши шесть чувств: чувство голода, жажды, ощущение запаха, вкуса, тактильных воздействий, чувство равновесия. Эти шесть модальностей через подкорковые системы поднимаются в кору и интегрируются в единую мультимодальную или мультисенсорную систему. Эта мультимодальная система становится основой нисходящих из коры иерархических сетей мозга, которые реализуют целенаправленное эмоционально мотивированное поведение, используя соматотопическую организацию мозга.

*Работа выполнена при поддержке программ РАН и РФФИ, проект № 17-29-01005-офи\_м.*

## PHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF PERSONAL CONSCIOUSNESS FORMATION: A QUANTUM APPROACH

**Bazyan Ara**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology Russian Academy of Science, Moscow, Russia,  
bazyan@mail.ru

In the physical world that surrounds us, there is neither light nor color, there is electromagnetic radiation and our visual system; no sound, there is vibrational vibrations and our auditory system; no smell, there are volatile molecules and our olfactory system and so on. These transitions of objective physical processes into mental subjective sensations are not described. In psychology, this is called gestalt. To describe these processes, it is necessary to use the concept of the "black box" and the virtual leap. Thus, we rest against dualism. In the physical world that surrounds us, quantum processes possess dualism: quantum superposition, corpuscular - the wave nature of elementary particles. Our universe developed on the basis of quantum processes, and we mammals, including humans, as elements of this developing universe, also develop and function on the basis of quantum processes - quantum chemical processes. Quantum mechanics studies the structure and interaction of elementary particles, and quantum chemistry studies the structure and interaction of large protein molecules. But to implement quantum superposition, we need an observer. We have such observer, this is our objective and subjective "I am". When a light hits the hand, we reflexively pull back the hand - the objective "I am". After some time, our subjective "I am" feels pain.

The people are aware the objective and subjective "I am" in two years of age: self-awareness, self-awareness or self-identification. This process is described by the mirror test proposed by Gordon Gallup Jr. in 1970. Our "I am" is formed by the interaction of Down Up and Top down signals. A top down signal from the prefrontal cortex triggers memory consolidation and reproduce already consolidated memory. In addition, it is a signal of selective attention. A Down Up signal is an ascending hierarchical network of our six modalities forming our six senses: hunger, thirst, a sense of smell, taste, tactile influences, a sense of balance. These six modalities through the subcortical systems rise into the cortex and integrate into a single multimodal or multisensory system. This multimodal system becomes the basis of the hierarchical networks of the brain descending from the cortex, which realize targeted emotionally motivated behavior using the somatotopic organization of the brain.

*This work was supported by the programs of the RAS and the RFBR grant № 17-29-01005-ofi\_m.*

## ВЛИЯНИЕ МЕЛАНОЦИТОСТИМУЛИРУЮЩЕГО ГОРМОНА (МСГ) НА ЛИПИДНЫЙ ОБМЕН

**Бакалов Ю. В., Кривой А. П., Кирица Е. А., Друца А. П.**

Государственный Университет Молдовы, Лаборатория Экофизиологии Человека и Животных, Кишинев,  
Республика Молдова; [iurabacalov@mail.ru](mailto:iurabacalov@mail.ru)

В литературе накопились обширные материалы, свидетельствующие о зависимости липидного обмена от функционального состояния отдельных эндокринных желез. Вместе с тем в настоящее время имеются лишь единичные работы, посвященные изучению роли гормонов гипофиза, в частности, меланотропина в липидном обмене.

Влияние МСГ на липидный обмен изучалось на 30 взрослых кроликах самцах, весом 2,3-3 кг. Первая группа животных (контрольная) получала физиологический раствор. Вторая – МСГ растворенный в физрастворе. Содержание холестерина, лецитина,  $\beta$ -липопротеидов в крови под влиянием МСГ изучали в динамике при многократном введении гормона в течение 30 дней.

Результаты исследований показывают, что в контрольной группе в отличие от опытных кроликов, наблюдался прирост веса. Концентрация холестерина, лецитина,  $\beta$ -липопротеидов на протяжении всего эксперимента находилась приблизительно на одинаковом уровне.

Вторая группа кроликов получали ежедневно МСГ в дозе 10 единиц на кг веса внутримышечно. После 5 дней введения препарата уровень холестерина достигает  $225 \pm 23,96$  мг%. Самый высокий уровень холестерина отмечался на 15-20-й день опыта. Концентрация лецитина через 5 дней введения МСГ составляло  $268 \pm 20,67$  мг%, через 15 дней -  $331 \pm 19,20$  мг%. Однако после 20-го дня опыта содержание лецитина в крови уменьшается и в конце опыта оно составляет  $214 \pm 15,29$  мг%. Исходное содержание  $\beta$ -липопротеидов в сыворотке крови подопытных животных составило  $223 \pm 18,95$  мг%, на 5-й день опыта -  $332 \pm 23,24$  мг%, на 10-й день опыта введения МСГ -  $515 \pm 45,45$  мг%, а на 20-й день наблюдается уже некоторое его снижении, к 30 дню опыта составлял  $385 \pm 37,23$  мг%. Естественно, что изменения в уровне холестерина и лецитина отражались на показатели их соотношения. Коэффициент холестерин/лецитин играет основную роль в развития атеросклероза.

**Выводы.** Внутримышечное введение МСГ способствует повышению содержания  $\beta$ -липопротеидов, холестерина и лецитина в крови. В более поздних сроках нарушается коэффициент холестерин/лецитин. Лецитин способствует удержанию холестерина в состоянии эмульсоида и препятствует его отложению в

сосудистых стенках. Изменении в содержании лецитина при введение МСГ является компенсаторной реакцией как стремление организма удерживать избыток холестерина в растворенном состоянии в крови и воспрепятствовать его отложению в различные органы и ткани.

#### **THE INFLUENCE OF MELANOCYTE-STIMULATING HORMONE (MSH) ON THE LIPIDIC METABOLISM** **Bacalov Iu., Crivoi A., Chirița E., Druța A.**

State University of Moldova, Laboratory of Human and Animals Ecophysiology, Chisinau, Republic of Moldova;  
[iurabacalov@mail.ru](mailto:iurabacalov@mail.ru)

There is a large amount of information in the literature about the dependence of the lipidic metabolism on the functional state of separated endocrine glands. However, currently there are only a few works devoted to the study of the role of pituitary hormones, in particular, MSH in the lipidic metabolism.

The influence of MSH on the lipidic metabolism was studied on 30 adult male rabbits weighting 2,3 –3 kg. The first group of animals (control) was given the saline solution. The second group got MSH dissolved in saline solution. The content of cholesterol, lecithin,  $\beta$  lipoproteins in the blood under the influence of MSH was studied in dynamics with repeated administration of the hormone within 30 days.

The results of the research show that weight gain was observed in the control group, in contradiction to the group of the experimental rabbits. The concentration of cholesterol, lecithin,  $\beta$  lipoproteins throughout the experiment was approximately the same.

The second group of rabbits was given intramuscularly a daily MSH dose of 10 units per kg of weight. After 5 days of drug administration the level of cholesterol reaches  $225 \pm 23.96$  mg%. The highest cholesterol level were observed on the 15-20th day of the experiment. The concentration of lecithin was  $268 \pm 20.67$  mg% after 5 days of administration of MSH, after 15 days -  $331 \pm 19.20$  mg%. However, the content of lecithin in the blood decreases after the 20th day of the experiment and at the end of the experiment it is  $214 \pm 15.29$  mg%. The initial content of  $\beta$ -lipoproteins in the serum of experimental animals was  $223 \pm 18.95$  mg%, on the 5th day of the experiment it was up to  $332 \pm 23.24$  mg%, on the 10th day of the experiment of MSH administration -  $515 \pm 45.45$  mg%, and some decrease was already observed on the 20th day; by the 30th day of the experiment the content of  $\beta$ -lipoproteins was  $385 \pm 37.23$  mg%. Obviously, the changes in cholesterol and lecithin levels were reflected in their ratios. The cholesterol / lecithin ratio plays a major role in the development of atherosclerosis.

#### **Conclusion:**

Intramuscular administration of MSH helps to increase the content of  $\beta$ -lipoproteins, cholesterol and lecithin in blood. In later periods, the cholesterol / lecithin ratio is violated. Lecithin contributes to the retention of cholesterol in the emulsoid state and prevents its deposition in the vascular walls. Changes in the content of lecithin within the introduction of MSH is a compensatory reaction as the body wants to keep the excess of cholesterol in the dissolved state in the blood and prevent its deposition in various organs and tissues.

#### **УЧАСТИЕ РАЗНЫХ ТИПОВ СИНАПТИЧЕСКИХ КАННАБИНОИДНЫХ РЕЦЕПТОРОВ В РЕГУЛЯЦИИ ПАРАМЕТРОВ КВАНТОВОЙ СЕКРЕЦИИ МЕДИАТОРА В МОТОРНЫХ СИНАПСАХ МЫШИ**

**Балезина О.П., Гайдуков А.Е., Хоткина Н.А., Тарасова Е.О.**

Кафедра физиологии человека и животных Московского Государственного Университета имени М.В.Ломоносова. Москва, Россия; [balezina@mail.ru](mailto:balezina@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m936.sudak.ns2020-16/85-86>

Эндоканнабиноиды (ЭК) - липофильные соединения, синтезируемые в клетках путем ферментативного расщепления мембранных липидов, и далее, высвобождаясь в среду, действующие на клетки через свои специфические рецепторы - CB1- и CB2-типа (Mechoulam et al., 2014). В скелетных мышцах описана экспрессия всех компонентов ЭК системы, включая СВ-рецепторы (Crespillo et al., 2010). Однако избирательное вовлечение CB1 и CB2-рецепторов и их роль в моторных синапсах остаются неизученными. Мы исследовали эффекты «смешанного» агониста СВ-рецепторов анандамида (АЕА) и двух инверсных агонистов (с преобладающей селективностью либо к СВ1-, либо к СВ2-типу рецепторов) при регистрации миниатюрных потенциалов концевой пластинки (МПКП). АЕА (30 мкМ) вызывал (в течение 1,5-2-х часов) снижение амплитуды МПКП на 20,5%, с параллельным увеличением частоты МПКП на 29,8%. В отличие от АЕА, обратный агонист СВ2-рецепторов AM-630 (10мкМ) вызывал, с одной стороны, сходный с АЕА прирост частоты МПКП, но при этом – инверсный эффект в отношении амплитуды МПКП, увеличивая ее на 23,6%. Это подтверждает возможность избирательного участия СВ2-рецепторов в регуляции параметров МПКП, но их вклад в эффекты АЕА оставался спорным. Избирательный инверсный агонист СВ1-рецепторов AM-251 (1 мкМ) сам не вызывал изменений параметров нервно-мышечной передачи, однако предотвращал эффекты АЕА. По-видимому, действие АЕА приводит к преимущественной активации СВ1-рецепторов, оказывающих прирост частоты и подавление амплитуды МПКП, и не сопровождается активацией СВ2-рецепторов. Таким образом, благодаря сравнительному анализу, удалось найти подтверждение потенциально возможному участию обоих типов рецепторов в регуляции параметров МПКП. Последствия от включения СВ-рецепторов (с учетом эффектов от их прямой или инверсной активации) выглядят как частично синергичные (в виде подавления амплитуды МПКП) и частично антагонистические (при влияниях на частоту МПКП), с избирательным вовлечением только СВ1-типа рецепторов в регуляцию параметров квантовой секреции при воздействии АЕА на нервно-мышечные синапсы мыши. Избирательное вовлечение СВ2-рецепторов в регуляторную активность требует, по-видимому, участия других эндогенных каннабиноидов.

*Работа поддержана грантом РФФИ №19-04-00616а*



## PARTICIPATION OF DIFFERENT TYPES OF SYNAPTIC CANNABINOID RECEPTORS IN THE REGULATION OF THE PARAMETERS OF QUANTAL TRANSMITTER SECRETION IN MOUSE MOTOR SYNAPSES.

Balezina Olga P., Gaydukov Aleksandr E., Hotkina Natalia A., Tarasova Ekaterina O.

Department of human and animal Physiology of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; [balezina@mail.ru](mailto:balezina@mail.ru)

Endocannabinoids (EC) are lipophilic compounds, which are produced by enzymatic cleavage of cell membrane lipids and then released into the synaptic cleft with following action on cells through their specific cannabinoid receptors (CB1 and CB2-type) (Mechoulam et al., 2014). Expression of all components of the EC system, including CB-receptors, has been shown in skeletal muscle (Crespillo et al., 2010). However, the role and selective involvement of CB1 and CB2-receptors in transmitter release regulation in mouse motor synapses remains unexplored. We investigated the effects of a common CB-receptor agonist anandamide (AEA) and two inverse agonists of CB-receptors with preferential selectivity either for CB1- or CB2-type on miniature end plate potentials (MEPPs). AEA (30  $\mu$ M) caused (within 1.5-2 hours) a decrease in MEPP amplitude by 20.5%, with a parallel increase in MEPP frequency by 29.8%. Inverse agonist of CB2-receptors AM-630 (10  $\mu$ M) caused an increase in MEPP frequency similar to AEA, but unlike AEA it had an inverse effect on MEPP amplitude, increasing it by 23.6%. This confirmed the involvement of CB2-type receptors in the regulation of MEPP parameters, but their contribution to AEA-mediated effects remained controversial. AM-251 (1  $\mu$ M), inverse agonist of CB1-receptors, did not change neuromuscular transmission, but prevented the effects of AEA. Apparently, AEA preferentially activates CB1-receptors in motor synapses, which leads to an increase in MEPP frequency and suppression of MEPP amplitude. This AEA action seems not to be accompanied by activation of CB2-receptors. Thus, comparative analysis of the effects of AEA and inverse agonists of CB-receptors on MEPPs showed possible participation of both types of receptors in the regulation of MEPP parameters. Different types of CB-receptors appear to have a partially synergistic (judging by MEPP amplitude) and partly antagonistic (judging by MEPP frequency) action on quantal transmitter secretion, with selective involvement of only CB1-receptors in AEA-mediated effects on neuromuscular transmission in mouse motor synapses. Selective involvement of CB2-receptors in regulatory activity needs probably participation of some other endocannabinoids. *This work is supported by RFFI grant №19-04-00616-a.*

## КОРРЕКЦИЯ НАРУШЕНИЯ ШКОЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ МЕТОДОМ БОС-ТРЕНИНГА

Бартош О. П., Бартош Т. П.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-исследовательский центр «Арктика»  
ДВО РАН, Магадан, Россия; [olga\\_bartosh@inbox.ru](mailto:olga_bartosh@inbox.ru)

<https://doi.org/10.29003/m937.sudak.ns2020-16/86-87>

Метод биологической обратной связи заслуживает особое внимание в профилактике и коррекции школьной дизадаптации, позволяющий оптимизировать функциональное состояние ЦНС, в том числе улучшить когнитивные функции и ускорить процесс обучения эффективной саморегуляции организма. Наше исследование посвящено изучению применения БОС-тренинга у школьников с высоким уровнем тревожности. Исследование проведено в общеобразовательных школах г. Магадана: в начальной школе среди учеников 2 и 3 классов ( $n=35$ ) и у старшеклассников 9-10 классов ( $n=20$ ). Все участники проходили обучение саморегуляции методом биологической обратной связи на игровом компьютерном тренажере «БОС-Пульт». На протяжении 1,5 месяца каждым учеником пройдено 8-12 сессий по 20-30 мин. 2-3 в неделю. Использовали тренинги «Вира» и «Ралли». У старшеклассников совместно с методом Биологической обратной связи применяли Прогрессивную мышечную релаксацию по Джекобсону, с использованием дыхательных техник и образов. Использовали набор стандартизированных методик: у детей начальной школы - коррекционную пробу в модификации В.Н. Аматуни и опросник многомерной оценки детской тревожности (МОДТ); у старшеклассников - шкалу самооценки Спилбергер-Ханина. Полученные данные были обработаны с использованием программы Statistica 6.0.

После завершения курса БОС-тренинга у детей начальной школы произошли значимые улучшения функции внимания: снизилось время выполнения задания ( $p<0,001$ ), в 2 раза сократилось количество ошибок ( $p<0,05$ ), увеличилась концентрация внимания ( $p<0,05$ ). Наблюдалось значимое снижение тревожности по большинству шкал МОДТ: общая тревожность; тревога во взаимоотношениях со сверстниками; тревога в связи с оценкой окружающих; тревога во взаимоотношениях с родителями; тревога, связанная с успешностью в обучении; тревога, возникающая в ситуациях самовыражения; снижение психической активности, связанное с тревогой; повышение вегетативной реактивности, связанное с тревогой. У высокотренированных старшеклассников после завершения курса биоуправления и применения психотерапевтических техник произошло значимое ( $p<0,05$ ) снижение ситуативной и личностной тревожности.

Исследование показало, что использование метода Биологической обратной связи является быстрой и эффективной помощью детям разного возраста с дизадаптационными нарушениями. Навык формирования самоконтроля у школьника приводит к улучшению когнитивных функций и, в целом, психического состояния.

## CORRECTION OF SCHOOL ADAPTATION DISORDERS WITH BFB-TRAINING METHOD

Bartosh Tatiana P., Bartosh Olga P.

Scientific Research Center "Arktika" Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia

The biological feedback method deserves special attention in the prevention and correction of school disadaptation; it allows optimizing the functional state of the central nervous system improving cognitive functions

and accelerating the learning process of effective self-regulation of the body. Our research is devoted to the study of the use of biofeedback training in pupils with a high level of anxiety. The study was conducted in secondary schools in the city of Magadan: in elementary school among 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> year pupils ( $n = 35$ ) and in high school in 9-10<sup>th</sup> year pupils ( $n = 20$ ). All participants were trained in self-regulation with the biological feedback method on the BFB-Pulse gaming computer simulator. Over the course of 1.5 months, each pupil completed 8-12 sessions of 20-30 minutes, 2-3 times per week. The "Vira" and "Rally" training methods were used. In high school students, together with the Biofeedback method, we used the Progressive muscle relaxation according to Jacobson, with breathing techniques and images. A set of standardized methods was used: in primary school the children underwent a correction test in the modification by V.N. Amatuni and filled the questionnaire for Multidimensional assessment of child anxiety (MACA); high school students were studied with the Spilberger-Hanin self-assessment scale. The data obtained were processed using the program Statistica 6.0.

After completing the BFB training course, elementary school children experienced significant improvements in the attention function: the task completion time decreased ( $p < 0.001$ ), the number of errors decreased by 2 times ( $p < 0.05$ ), and the concentration of attention increased ( $p < 0.05$ ). There was a significant reduction in anxiety on most MACA scales: general anxiety; anxiety in relationships with peers; anxiety in connection with the assessment by others; anxiety in relationships with parents; anxiety associated with success in learning; anxiety arising in situations of self-expression; decreased mental activity associated with anxiety; increased autonomic reactivity associated with anxiety. After the completion of the biocontrol course and the use of psychotherapeutic techniques, highly anxious high school students experienced a significant ( $p < 0.05$ ) decrease in situational and personal anxiety.

The study showed that the use of the Biofeedback method is a quick and effective help for children of different ages with disadaptation disorders. The skill of forming a student's self-control leads to an improvement in cognitive functions and, in general, mental state.

### **НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ТРАВМЫ В КОГНИТИВНО-ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ**

**Бауэр Е. А.**

Медицинский центр (Medizinisches Versorgungszentrum), Кельн, Германия; [rsmirr@mai.ru](mailto:rsmirr@mai.ru)

<https://doi.org/10.29003/m938.sudak.ns2020-16/87>

В настоящее время существует много психотерапевтических методов, доказавших свою эффективность при лечении психологической травмы. К таким методам относится и травма-фокусированный подход в когнитивно-поведенческой терапии. Очень важно для эффективности лечения точно поставить диагноз, учитывая при этом разнообразный характер причин и проявления травмы.

Травма-фокусированный подход в КПТ (Trauma-Focused Cognitive Behavioral Therapy (TF-CBT) был создан Коэн, Маннарино и Деблингер (Cohen, Mannarino, Deblinger). Его можно описать как краткосрочный метод психотерапии, основанный на научных исследованиях детей и подростков, которые испытывают эмоциональные и поведенческие трудности после одного или нескольких травмирующих событий (в том числе физического и сексуального насилия). Этот подход доказал свою эффективность при лечении посттравматических стрессовых симптомов, беспокойства, депрессии, страха, поведенческих проблем и широко используется в когнитивно-поведенческой психотерапии. Эффективность данного подхода связана также и с тем, что он ориентирован на работу не только с детьми и подростками, но и с их родителями, помогая им таким образом поддерживать своих детей.

Данный подход использует разнообразные средства и методы, такие как оценка, игровая терапия, воспитание, методы релаксации, аффективное модулирование, когнитивный анализ и другие.

Травма-фокусированный подход в когнитивно-поведенческой терапии зарекомендовал себя как эффективный метод при лечении психологической травмы.

### **SOME COGNITIVE BEHAVIORAL THERAPY TECHNIQUES FOR TREATING TRAUMAS**

**Bauer Elena A.**

MVZ (Medizinisches Versorgungszentrum), Cologne, Germany; [rsmirr@mail.ru](mailto:rsmirr@mail.ru)

There are a lot of psychotherapeutic methods at present, which have proved their efficiency in the psychological trauma treatment. Such methods include the trauma-focused method used in the cognitive behavioral therapy. It is very important to make an exact diagnosis for treatment's efficiency taking the various characters of the trauma's origin and manifestations into account.

The trauma-focused cognitive behavioral therapy was elaborated by Cohen, Mannarino and Deblinger. It can be described as a short-term psychotherapeutical method based on the scientific studies of children and adolescents who experience emotional and behavioral difficulties after one or several traumatic events (including those involving physical and sexual violence). Such an approach has proved its efficiency in treating the posttraumatic stress symptoms, anxiety, depression, fear, behavioral problems and is broadly applied in the cognitive behavioral psychotherapy. The efficiency of this approach is also connected with its aiming at work not only with children and adolescents, but also with their parents thus assisting them to support their children.

This approach uses different means and methods such as estimate, game therapy, upbringing, relaxation methods, efficient modulating, cognitive analysis etc.

The trauma-focused approach in the cognitive behavioral therapy has proved to be an efficient method in the psychological trauma treatment.

## ПРОЦЕССЫ СТЕРОИДОГЕНЕЗА И СПЕРМАТОГЕНЕЗА У САМЦОВ МЫШЕЙ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 1-ГО ТИПА

**Бахтюков А.А.<sup>1</sup>, Деркач К.В.<sup>1</sup>, Баюнова Л.В.<sup>1</sup>, Зорина И.И.<sup>1</sup>, Рой Викас<sup>2</sup>, Грязнов А.Ю.<sup>1</sup>, Шпаков А.О.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup> Университет Мизорама, Аиджал, Мизорам, Индия; alex\_shpakov@list.ru

<https://doi.org/10.29003/m939.sudak.ns2020-16/88>

Сахарный диабет 1-го типа (СД1) сопровождается дисфункциями мужской и женской репродуктивных систем. У мужчин это выражается в снижении уровня андрогенов, в нарушении процесса сперматогенеза и, как следствие, в снижении фертильности. В то же время молекулярные основы этих нарушений остаются малоизученными, в том числе роль в их развитии изменений метаболических и гормональных показателей. Цель предпринятого исследования состояла в изучении системы стероидогенеза и сперматогенной функции у самцов мышей с различными по степени тяжести формами стрептозотоцинового СД1 – сильно выраженного и умеренно выраженного. Показано, что уровни глюкозы и инсулина в крови мышей с сильно и умеренно выраженным СД1 составляют  $11.6 \pm 1.5$  и  $8.5 \pm 1.0$  ммоль/л и  $0.13 \pm 0.04$  и  $0.21 \pm 0.06$  нг/мл, соответственно, и в значительной степени отличаются от контрольных значений ( $5.1 \pm 0.4$  ммоль/л и  $0.43 \pm 0.08$  нг/мл,  $P < 0.05$ ). При сильно выраженном СД1 снижались уровни лептина и тестостерона в крови, а в семенниках на 30–40% снижалась экспрессия генов транспортирующего холестерин белка StAR и стероидогенных ферментов – цитохромов P450scc и P450-17 $\alpha$  и дегидрогеназ 3 $\beta$ -HSD и 17 $\beta$ -HSD. В этой группе также отмечали снижение числа сперматозоидов с поступательным движением и повышение числа дефектных их форм. У мышей с умеренным СД1 эти изменения были не столь выражены. При умеренно выраженном СД1 уровни прогестерона и тестостерона в семенниках мышей снижались, в то время как в группе с сильно выраженным СД1, несмотря на значительное снижение уровня тестостерона в крови, уровни прогестерона и тестостерона в семенниках не отличались от контрольных значений. Причина этого может быть в нарушении транспорта тестостерона из семенников в кровоток при сильно выраженной форме СД1. Таким образом, выявлены специфические изменения системы стероидогенеза и сперматогенеза у самцов мышей с СД1 различной степени тяжести, что нужно учитывать при разработке эффективных стратегий для коррекции репродуктивных дисфункций при СД1.

*Работа поддержана РФФИ и ДНТ (№ 18-515-45004 ИНД\_а).*

## THE PROCESSES OF STEROIDOGENESIS AND SPERMATOGENESIS IN MALE MICE WITH TYPE 1 DIABETES MELLITUS

**Bakhtuykov Andrej A.<sup>1</sup>, Derkach Kira V.<sup>1</sup>, Bayunova Lyubov' V.<sup>1</sup>, Zorina Inna I<sup>1</sup>., Roy Vikas<sup>2</sup>, Gryaznov Alexej Yu.<sup>1</sup>, Shpakov Alexander O.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> I.M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; <sup>2</sup> Mizoram University, Aizawl, Mizoram, India; e-mail: alex\_shpakov@list.ru

The type 1 diabetes mellitus (T1DM) is often accompanied by dysfunctions in the male and women reproductive systems. In men, this is expressed in a decrease in the level of androgens, in abnormalities in the spermatogenesis and, as a result, in a decreased fertility. At the same time, the molecular basis of these disorders remains poorly understood, including the role of changes in metabolic and hormonal parameters in their development. The aim of the work was to study the steroidogenesis system and the spermatogenic function in male mice with varying severity of streptozotocin T1DM, strongly expressed and moderately expressed. It was shown that the plasma levels of glucose and insulin in mice with strongly and moderately expressed T1DM1 are  $11.6 \pm 1.5$  and  $8.5 \pm 1.0$  mmol/L and  $0.13 \pm 0.04$  and  $0.21 \pm 0.06$  ng/mL, respectively, and significantly differ from the control values ( $5.1 \pm 0.4$  mmol/L and  $0.43 \pm 0.08$  ng/mL,  $P < 0.05$ ). In severe T1DM, the plasma levels of leptin and testosterone were decreased, and in the testes the expression of the genes encoding the cholesterol-transporting StAR protein and the steroidogenic enzymes, such as the cytochromes P450scc and P450-17 $\alpha$  and the dehydrogenases 3 $\beta$ -HSD and 17 $\beta$ -HSD was reduced by 30–40%. In this group, a decrease in the number of spermatozooids with translational motion and an increase in the number of their defective forms were also shown. In mice with moderate T1DM, these changes were not so pronounced. In moderate T1DM, the levels of progesterone and testosterone in the testes of mice were decreased, while in the group with a strong T1DM, despite a significant decrease in the plasma level of testosterone, the levels of progesterone and testosterone in the testes did not differ from the control. The reason for this may be a violation of the testosterone transport from the testes into the bloodstream in the conditions of the severe T1DM. Thus, the specific changes in the steroidogenesis system and the spermatogenesis were revealed in male mice with T1DM of varying severity, which should be taken into account when developing effective strategies for the correction of reproductive dysfunctions in T1DM.

*This work was supported by the RFBR and DNT (№ 18-515-45004 IND\_a).*

## ВЛИЯНИЕ КРАТКОВРЕМЕННОГО БЕЛКОВО-ДЕФИЦИТНОГО ПИТАНИЯ НА ОБУЧЕНИЕ И ПАМЯТЬ Бахшалиева А. Я.

Институт Физиологии им. академика Абдуллы Караева, НАН Азербайджана, г.Баку. afetfarm@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m940.sudak.ns2020-16/88-89>

В настоящее время сведения о влиянии пищевой мотивации, в частности, белково-дефицитного питания, на адаптивное поведение ограничены, что актуализирует изучение адаптивных изменений организма при частичном дефиците белка в пище. Целью данной работы являлось изучение влияния 60% белково-дефицитного питания на процессы обучения и памяти в течение 20 дней у крыс.



Эксперименты проводились на белых 3-месячных крысах-самцах. Подопытные животные были разделены на 3 подгруппы: 1-интактная группа, получавшая корм вивария, 2-контрольная группа с полноценной белковой пищей, приготовленной по рецептуре Никонорова, 3-опытная группа, получавшая корм, приготовленный по указанной рецептуре, но с дефицитом белка 60%. На 20-й день кормления в каждой группе экспериментальных животных изучали возникновение условного рефлекса пассивного избегания (УРПИ).

Согласно результатов исследований, по сравнению с интактной группой, у контрольной и опытной групп крыс время обучения УРПИ значительно ниже и мало отличается друг от друга. Но при тестировании после обучения показатели поведения изучаемых групп меняются по-разному. Т.к. низкий уровень груминга, дефекации, вертикальной поисковой активности, а также, повышение латентного периода и горизонтальной поисковой активности контрольных крыс указывает на сохранение рефлексов УРПИ и спокойствие общего состояния животных. А на фоне белководефицитного питания высокий уровень груминга, дефекации, вертикального поиска и низкий уровень горизонтального поискового активности подтверждают, что эмоциональное напряжение у животных 3-й группы несколько выше по сравнению с интактной и контрольной группой. Несмотря на слабовыраженное эмоциональное напряжение, способность к обучению УРПИ мало отличается от контроля. Но, уменьшение латентного периода указывает на ослабление запоминания в обучении.

На предыдущих этапах исследования с помощью обучения и тестирования УРПИ нами было изучено влияние белково-дефицитного питания (на 60%) в течение 30 и 40 суток на памятные следы. Установлено, что на фоне белково-дефицитного питания в течение 40 суток, у крыс наблюдалось отрицательное эмоциональное состояние, ослаблялся срок запоминания рефлекса и усиливался инстинктивный рефлекс предпочтения темноты. Также, 30 суточное малобелковое питание отрицательно влияло на сохранение и воспроизведение условно-рефлекторной деятельности животных. Но влияние белково-дефицитного питания в течение 20 суток на памятные процессы крыс незначительно и на модели УРПИ не снижает способность к обучению.

Резюмируя результатов, можно сделать заключение, что при 20 дневном белково-дефицитном питании недостаточность белка регулируется резервами компенсаторных возможностей организма, в связи с чем не отмечается четких изменений в памятных процессах и рефлекторной деятельности.

#### **EFFECT OF SHORT-TERM PROTEIN-DEFICIENT NUTRITION ON LEARNING AND MEMORY**

**Bakhshaliyeva Afet Y.**

Institute of Physiology n.a. academician Abdulla Garayev, Azerbaijan NAS, Baku. [afetfarm@mail.ru](mailto:afetfarm@mail.ru)

Currently, information about the impact of food motivation, in particular, protein-deficient nutrition, on adaptive behavior is limited, which actualizes the study of adaptive changes in the body with a partial protein deficiency in food. The aim of this study was to study the effect of 60% protein-deficient nutrition on learning and memory processes for 20 days in rats.

Experiments were conducted on white 3-month-old male rats. Experimental animals were divided into 3 groups: 1-intact group receiving food vivarium, 2-control group with complete protein food, cooked according to the recipe Nikonorova, 3-trial group, treated with food cooked on this recipe, but with the shortage of protein 60%. On the 20th day of feeding, each group of experimental animals studied the occurrence of a conditioned reflex of passive avoidance (CRPA).

According to the results of the research, compared with the intact group, the control and experimental groups of rats have significantly lower learning time AND little difference from each other. But when testing after training, the behavior indicators of the studied groups change in different ways. Since the low level of grooming, defecation, vertical search activity, as well as an increase in the latent period and horizontal search activity of control rats indicates the preservation of CRPA reflexes and calmness of the General state of the animals. And against the background of protein-deficient nutrition, high levels of grooming, defecation, vertical search and low levels of horizontal search activity confirm that the emotional stress in animals of the 3rd group is slightly higher compared to the intact and control groups. Despite the mild emotional stress, the ability to learn passive avoidance reaction is not very different from control. However, a decrease in the latency period indicates a weakening of memory in learning.

In the previous stages of the study, we studied the effect of protein-deficient nutrition (by 60%) for 30 and 40 days on memory traces in rats using CRPA training and testing. It was found that against the background of protein-deficient nutrition for 40 days, the rats had a negative emotional state, the period of memory of the reflex was weakened and the instinctive reflex of preference for darkness was strengthened. Also, a 30-day protein-rich diet negatively affected the preservation and reproduction of conditioned reflex activity of animals. But the effect of protein-deficient nutrition for 20 days on the memory processes of rats is insignificant and the ability to learn on the CRPA model does not decrease.

Summarizing the results obtained, we can conclude that with a 20-day protein-deficient diet, protein deficiency is regulated by the body's compensatory reserves, and therefore there are no clear changes in memory processes and reflex activity.

#### **ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО САМООПРЕДЕЛЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ**

**Беданоква А.К.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Психологический институт Российской академии образования", Москва, РФ; [asieta@mail.ru](mailto:asieta@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m941.sudak.ns2020-16/89-90>

Глобальное развитие процессов технологизации и цифровизации определяет востребованность ИТ-специалистов практически во всех сферах деятельности, включая гуманитарные и естественнонаучные.

Федеральная программа "Цифровая экономика Российской Федерации", утвержденная 28 июля 2017 года, направлена на рост цифровой экономики посредством развития национального ИТ-сектора. По мнению аналитиков портала hh.ru, топ-10 профессий следующего десятилетия возглавит биоинженер. Потребуется биоинформатика - специалисты по анализу биологических и фармакологических данных с использованием компьютерных программ. Востребованы будут создатели самонастраивающейся среды, специалисты по робототехнике, кибербезопасности и альтернативной энергетике; технологи автоматизированных технологических систем; нейротехнологи; инженеры, архитекторы виртуальной и дополненной реальности. Аналитики рынка и финансовые консультанты также применяют технологии искусственного интеллекта. Как видим, конкурентное преимущество на рынке труда будут иметь специалисты, имеющие профессиональные компетенции в междисциплинарных отраслях, одна из которых так или иначе касается цифровых технологий.

В этих условиях к проблеме профилизации обучения в школе добавился новый аспект: как выбрать профиль обучения, соответствующий одновременно и имеющимся способностям, и перспективной специальности, которую ученик планирует получить после обучения в ВУЗе? Не препятствуют ли имеющиеся в школах профили обучения транспрофессионализму, ведь универсальный профиль обучения имеется не во всех школах?

В нашем исследовании приняло участие 125 учащихся 7-х классов средней школы в возрасте 12-14 лет. С целью диагностики профессиональных предпочтений использовалась методика Осницкого А. К. «Субъектно-ориентированная адаптация дифференциально-диагностического опросника». На основе ответов учеников определялись склонности к определенным сферам деятельности. 58 (46,4%) учеников сделали однозначный выбор одной определенной сферы деятельности. Из них 17 (29,3%) человек выбрали либо сферу «техника», либо «знаковая система». 35 (28%) человек выбрали преимущественно две сферы деятельности, 20 из них – выбор включает сферу «знаковая система», и 9 сочетают обе выбранные сферы: и «техника», и «знаковые системы». 32 (25,6%) ученика распределили свой выбор между тремя и более сферами деятельности: по сути, они не определились с выбором сферы деятельности, и, соответственно, с профилем обучения. Выбор 13 из них включает сферу «знаковые системы». Сферу деятельности, связанную со «знаковыми системами» так или иначе указали 50 человек (40% процентов выборки). Мы полагаем, что отсутствие одного определенного выбора вида деятельности не является недостатком в их профессиональном самоопределении, как предполагали ранее, поскольку наличие множества интересов отвечает критерию транспрофессионализма, как конкурентного преимущества. Проблемой является не то, что они не смогли сделать выбор определенной деятельности, а то, что они выбрали несколько видов в соответствии со своими интересами, а вот образовательная среда не всегда может предложить такую систему обучения, которая включала бы одновременно все виды деятельности, которые им подходят.

## **DIGITALIZATION AS ONE OF THE FACTORS OF STUDENTS' PROFESSIONAL IDENTITY**

**Bedanokova Asiet K.**

Psychological Institute of Russian Academy of Education, Moscow, Russia; [asieta@mail.ru](mailto:asieta@mail.ru)

The global development of technologization and digitalization processes drives the demand for IT specialists in almost all areas of activity, including those related to humanities and sciences. The Federal Program "Digital economy in the Russian Federation", approved on July 28, 2017, is intended to promote the growth of digital economy through the development of the national IT sector. According to hh.ru's analysts, the next decade among 10 professions, bioengineer will be the top-ranking. To analyze biological and pharmacological data using electronic software, bioinformatics will be required. Designers of self-tuning systems, specialists in robotics, cybersecurity and alternative energy; process specialists for computer aided technological systems; neurotechnology specialists; engineers, architects and developers of virtual and augmented reality will be in demand. Market analysts and financial consultants also use AI technologies. Apparently, specialists who have cross-subject professional competences will hold a competitive advantage in the labor market, with some of them related to digital technologies anyway.

In this context, a new aspect was added to the school education specialization issue: how to choose the specialization that corresponds to both the existing abilities and the future profession that the student plans to have after graduating from the university? Do available school specializations of training prevent students from developing transprofessionalism as cross-subject approach to training is not presented in all schools?

Our study involved 125 students of the 7th grades of the secondary school aged 12-14. To diagnose professional preferences, A.K. Osnitsky's method - "Differential-diagnostic test, subject-oriented version" - was used. Students' inclinations to certain areas of activity were determined based on their responses. 58 (46,4%) students clearly choiced one particular field of activity. Of them, 17 (29,3%) students chose either the "technique" or "sign system" field; 35 (28%) students chose mainly two fields of activity, the choises of 20 of them included the "sign system" field, and the choises of 9 of them combined both selected fields: "technique" and "sign system"; 32 (25,6%) students chose three or more fields of activity: in fact, they did not choose the field of activity, and, accordingly, the training specialization. 13 of these students chose the "sign system" field. Some way or other, the field of activity associated with "sign systems" was chosen by 50 students (40% of the sample). We believe that lack of one clear choice of activity is not a disadvantage of their professional identity as it used to be assumed, since having multiple interests meets the requirements of transprofessionalism as a competitive advantage. The problem is not that they could not make a choice of a certain activity, but that they chose several types of activities following their interests, while the educational environment can not always offer a training system which would include all the activities that suit them.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 19-29-14177\19)*

## К ВОПРОСУ ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ВНУТРЕННЕЙ МОДЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ\*

**Безденежных Б.Н.\*\***, **Гулина Е.М.\*\***, **Пальцев А.Б.\*\*\***

\*\*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт психологии РАН, Россия, Москва,  
[bezbornik@mail.ru](mailto:bezbornik@mail.ru)

\*\*\* Государственный академический университет гуманитарных наук, Россия, Москва

<https://doi.org/10.29003/m942.sudak.ns2020-16/91>

Известно, что любое поведение представлено последовательностью действий. Вывод К.Лешли о том, что перед началом всех последовательных действий формируется их нервная репрезентация или схема последовательных действий, был подтвержден многочисленными исследованиями. В 1953 году Л. Виттгештейн задался вопросом: «Когда я поднимаю руку, что остается после вычитания факта моей поднятой руки?». Ответ дал М. Жиннеро: «Мы считаем, что остается внутренняя модель (репрезентация) того, что привело к поднятию руки» (Jeannerod, 1999, с. 3). У Жиннеро не было прямых доказательств для такого утверждения. В данной работе мы проверяли это утверждение.

В поведение категоризации, представленное дифференцированными ответами на предъявленные в случайном порядке изображения животных или предметов, в случайном порядке встраивали ранее выработанный простой ответ. Характеристики простого ответа – время ответа и связанные с ним ЭЭГ-потенциалы (связанные с событием потенциалы -ССП) в этой ситуации достоверно изменялись и становились такими же, как у действий категоризации. Следовательно, нейронные системы, обеспечивающие простой ответ, объединились с нейронными системами, обеспечивающими выполнение задачи категоризации и стали единой репрезентацией этого поведения. При выполнении простого действия после вычленения из задачи категоризации его характеристики могли сохраняться еще в течение десяти и более реализаций. Следовательно, внутренняя модель или нейронная репрезентация поведения категоризации со встроенным простым действием активна в течение всего поведения и сохраняется после его реализации, что подтверждает идею М.Жиннеро.

Jeannerod M. The 25<sup>th</sup> Bartlett lecture. To act or not to act: Perspectives on the representation of actions // The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1999. V. 52A. No. 1. P. 1 - 29.

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-013-00472 и темы НИР № 0159-2019-0001

## PROOF OF THE STABILITY OF THE INTERNAL MODEL OF BEHAVIOR \*

**Bezdenezhnykh Boris \*\*, Gulina Elena \*\*, Palcev Alexandr \*\*\***

\*\* Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Psychology RAS, Moscow, Russia,  
[bezbornik@mail.ru](mailto:bezbornik@mail.ru).

\*\*\* State Academic University of Humanities, Russia, Moscow

It is known that any behavior is represented by a sequence of actions. The conclusion of K. Lashley that, before the start of all sequential actions, their nervous representation or scheme of sequential actions is formed, has been confirmed by numerous studies. In 1953, L. Wittgeshtein asked the question: "When I raise my hand, what remains after subtracting the fact of my raised hand?". The answer was given by M. Jeannerod: "We believe that there remains an internal model (representation) of what led to the raising of the hand" (Jeannerod, 1999, p. 3). Jeannerod had no direct evidence for such a claim. In this paper, we verified this statement.

In the categorization behavior, represented by differentiated responses to randomly presented images of animals or objects, the previously generated simple response was randomly embedded. The characteristics of a simple response — the response time and the associated EEG potentials- in this situation reliably changed and became the same as categorization actions. Consequently, neural systems that provide a simple response are combined with neural systems that provide a categorization task and become a single neural representation of this behavior. When performing a simple response after isolating it from the categorization task, its characteristics could be stored for ten or more realizations. Consequently, the internal model or neural representation of categorization behavior with a built-in simple response is maintained throughout the entire behavior and after its implementation. This fact confirms the idea of M. Jeannerod.

Jeannerod M. The 25<sup>th</sup> Bartlett lecture. To act or not to act: Perspectives on the representation of actions // The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1999. V. 52A. No. 1. P. 1 - 29.

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-013-00472 и темы НИР № 0159-2019-0001

## О МОЛЕКУЛЯРНЫХ И КЛЕТОЧНЫХ МЕХАНИЗМАХ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННОГО НАРУШЕНИЯ ФУНКЦИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ: СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ЗАЩИТНЫХ КОНТРМЕР

**Белов О.В.<sup>1,2</sup>**, **Белокопытова К.В.<sup>1,3</sup>**, **Базян А.С.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Московская обл., Россия;

<sup>2</sup>Государственный университет «Дубна», Дубна, Московская обл., Россия;

<sup>3</sup>Молдавский государственный университет, Кишинев, Молдова;

<sup>4</sup>Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m943.sudak.ns2020-16/91-92>

Работа посвящена комплексному анализу текущего состояния исследований по изучению молекулярных и клеточных механизмов радиационно-индуцированного повреждения центральной нервной системы (ЦНС), их связи с различиями в характере воздействия ионизирующих излучений разного качества и основанных на последних сведениях подходах к разработке перспективных контрмер для защиты ЦНС от



негативного влияния радиационного воздействия. Описываются связи физиологических изменений на уровне ЦНС с первичными актами передачи энергии в чувствительных структурах нейронов. Приводятся общие характеристики влияния ионизирующих излучений на морфофункциональное состояние нейронов и некоторых их молекулярных компонентов, в частности, ионотропных рецепторов глутамата NMDA. Обсуждается роль функциональных изменений глутаматергической системы и иерархических сетей мозга в формировании радиационно-индуцированных нарушений когнитивных процессов, роль восходящих и нисходящих иерархических сетей мозга в реализации целенаправленного эмоционально мотивированного поведения и эмоционально насыщенной когнитивной карты мозга, процессы синаптической пластичности и консолидации памяти. Особое внимание уделяется молекулярным механизмам, потенциально имеющим значение для разработки перспективных медикаментозных контрмер, способных снизить эффект от воздействия радиации. В частности, всестороннему анализу участия nSMase в механизме протекции и предотвращения радиационного повреждения мозга, обусловленных введением марганец-содержащей супероксиддисмутазы (rMnSOD).

Характеризуя текущее состояние исследований в области радиационно-индуцированного повреждения ЦНС, следует отметить большое число новых выявленных в последнее годы молекулярных и клеточных механизмов, реагирующих на ионизирующее воздействие и потенциально связанных с изменениями на физиологическом уровне. Очевидно, что имеющийся объем сведений о реализации всего многообразия таких процессов на данный момент недостаточен для построения однозначной концепции влияния радиации на ЦНС. В связи с этим, одной из главных задач последующих исследований в этом направлении, по-видимому, будет определение удельного вклада обнаруженных механизмов в конечные изменения, наблюдаемые на уровне поведения, обучения, памяти и других функций. Вместе с тем, известные к настоящему времени данные о различных молекулярных и клеточных проявлениях радиационного повреждения ЦНС уже сейчас создают предпосылки для разработки перспективных контрмер, призванных нивелировать негативные последствия облучения. Первыми шагами на этом пути, вероятно, станут попытки управления лучевыми реакциями элементов ЦНС при помощи радиомодифицирующих средств с целью недопущения индукции патологических состояний, а также параллельная разработка стратегий медикаментозного лечения уже возникших нарушений.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-29-01005-офи-м.*

#### **ON MOLECULAR AND CELLULAR MECHANISMS OF RADIATION-INDUCED DISORDERS IN THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM: STATUS OF RESEARCH AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF COUNTERMEASURES**

**Belov Oleg V.<sup>1,2</sup>, Belokopytova Ksenia V.<sup>1,3</sup>, Bazyan Ara S.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Moscow Region, Russia;

<sup>2</sup>Dubna State University, Dubna, Moscow Region, Russia;

<sup>3</sup>Moldova State University, Chisinau, Moldova;

<sup>4</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology RAS, Moscow, Russia

The study is focused on a comprehensive analysis of the current state of research on molecular and cellular mechanisms of radiation-induced damage to the central nervous system (CNS), their relationship with the variability of the effects of different ionizing radiations as well as on recent approaches for developing the promising countermeasures to protect CNS from negative effects of radiation exposure. The relationships of physiological changes at the level of CNS with the primary energy transfer events in the sensitive structures of neurons are described. General characteristics of the ionizing radiation effect on the morphofunctional state of neurons and some of their molecular components, in particular, ionotropic glutamate NMDA receptors, are given. The roles are discussed of functional changes in the glutamatergic system and the role of the brain hierarchical networks in the formation of radiation-induced cognitive impairment, as well as the ascending and descending brain hierarchical networks in the implementation of targeted emotionally motivated behavior and an emotionally saturated cognitive brain map, synaptic plasticity and memory consolidation are considered. Particular attention is paid to molecular mechanisms that are potentially relevant for the development of promising pharmaceutical countermeasures that can reduce the effect of radiation exposure. In this regards, recent studies are reviewed on comprehensive analysis of the nSMase in protection and prevention of radiation damage to the brain caused by the introduction of manganese-containing superoxide dismutase (rMnSOD).

#### **ДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ И СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПОСТУРАЛЬНЫХ И ЛОКОМОТОРНЫХ МЫШЦАХ**

**Белова С.П., Тыганов С.А., Мочалова Е.П., Шенкман Б.С.**

Институт медико-биологических проблем РАН, г.Москва, Россия; [Swetbell@mail.ru](mailto:Swetbell@mail.ru)

Скелетные мышцы по составу входящих в них волокон принято делить на 2 типа: быстрые и медленные. В работе Козловской И.Б. и соавторов было показано, что макаки в условиях космического полета при нахождении в капсуле демонстрируют значительное снижение размеров волокон локомоторной мышцы m.vastus lateralis, которое также наблюдалось и при нахождении животных в этой капсуле на земле, в то время как размеры волокон медленной m.soleus снижались только при полете (Belozerova I.N., 2003; Shenkman B.S., 2003). Из чего следует, что этот эффект связан не только с невесомостью, но и с ограничением двигательной активности в космической капсуле.

При ограничении двигательной активности сохраняется необходимость в поддержании позы, следовательно, медленные мышцы не инактивируются полностью, в то время как работа быстрых мышц минимальна. Цель нашей работы – исследование и сопоставление молекулярных механизмов развития атрофических процессов в быстрых локомоторных мышцах и медленных постуральных мышцах. Нами был проведен эксперимент с ограничением двигательной активности продолжительностью 21 день на крысах

линии Вистар. Для выполнения эксперимента нам потребовалось 16 крыс возрастом 10 недель и весом 180-200 грамм. Контрольная группа (С) содержалась поодиночке в клетках (30.0 X 40.0 см, 34 см высотой); группа крыс, у которой двигательная активность была ограничена (R), содержалась в маленьких клетках (17.0 X 9.6 см и 13.0 см в высоту) также 21 сутки.

Было получено, что ограничение двигательной активности влияет на активные механические свойства m.soleus и m.EDL (m. extensor digitorum longus), снижая удельную максимальную силу тетанического сокращения как в постуральной m.soleus так и локомоторной m.EDL. Ограничение двигательной активности имеет разнонаправленный эффект на пассивные механические свойства m.soleus и m. extensor digitorum longus, увеличивая пассивную жесткость m.soleus и снижая m.EDL. При ограничении двигательной активности в течение 21 суток происходит снижение содержания десмина и его экспрессии только в локомоторной m.EDL. В постуральной m.soleus при ограничении двигательной активности происходит увеличение экспрессии «быстрой» изоформы ТЦМ IIb и «гибридной» изоформы ТЦМ IIb/x. При ограничении двигательной активности происходит достоверное снижение синтеза белка в m.EDL, вероятно, связанное с увеличением фосфорилирования eEF2. В постуральной m.soleus происходит снижение фосфорилирования других анаболических маркеров – IRS-1 и GSK3b. Экспрессия E3-убиквитинлигазы MuRF1 снижается и в m.EDL и в m.soleus, а MAFbx – только m.EDL. Снижение как синтеза белка, так и протеолитических процессов указывает на снижение скорости белкового обмена при ограничении двигательной активности.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 19-015-00074А.*

#### **MOTOR ACTIVITY AND SIGNAL PROCESSES IN POSTURAL AND LOCOMOTIVE MUSCLES.**

**Belova Svetlana P., Tyganov Sergey A., Mochalova Ekaterina P., Shenkman Boris S.**

*Institute of Biomedical Problems of the RAS, Moscow, Russia; Swetbell@mail.ru*

Skeletal muscle in the composition of their constituent fibers is usually divided into 2 types: fast and slow. In the work of Kozlovskaya IB et al., it was shown that macaques in space flight when in a capsule show a significant reduction in the size of the fibers of the locomotor muscle of m.vastus lateralis, which was also observed when animals were in this capsule on the ground, while the sizes of the fibers of slow m.soleus decreased only during flight (Belozeroва IN, 2003; Shenkman BS, 2003). From which it follows that this effect is associated not only with weightlessness, but also with the restriction of motor activity in the space capsule.

With the limitation of motor activity, the need to maintain a posture remains, therefore, the slow muscles are not completely inactivated, while the work of fast muscles is minimal. The aim of our work is to study and compare the molecular mechanisms of the development of atrophic processes in fast locomotor muscles and slow postural muscles. We conducted an experiment with the restriction of motor activity lasting 21 days in Wistar rats. To complete the experiment, we needed 16 rats, 10 weeks old and weighing 180-200 grams. The control group (C) was kept alone in the cells (30.0 X 40.0 cm, 34 cm high); the group of rats in which motor activity was limited (R) was kept in small cells (17.0 X 9.6 cm and 13.0 cm in height) also 21 days.

It was found that the restriction of motor activity affects the active mechanical properties of m.soleus and m.EDL (m. Extensor digitorum longus), reducing the specific maximum tetanic contraction force in both postural m.soleus and locomotor m.EDL. The restriction of motor activity has a multidirectional effect on the passive mechanical properties of m.soleus and m. extensor digitorum longus, increasing the passive stiffness of m.soleus and reducing m.EDL. With a limitation of motor activity within 21 days, there is a decrease in the content of desmin and its expression only in locomotor m.EDL. In postural m.soleus, with limited motor activity, the expression of the "fast" isoform of TCM IIb and the "hybrid" isoform of TCM IIb/x occurs. When motor activity is limited, there is a significant decrease in protein synthesis in m.EDL, probably due to increased phosphorylation of eEF2. In postural m.soleus, phosphorylation of other anabolic markers — IRS-1 and GSK3b — decreases. The expression of E3-ubiquitin ligase MuRF1 decreases in both m.EDL and m.soleus, while MAFbx decreases only in m.EDL. A decrease in both protein synthesis and proteolytic processes indicates a decrease in the rate of protein metabolism with limited motor activity.

*This work was supported by RFBR grant No. 19-015-00074A.*

#### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПУЧКОВ НЕЙТРОНОВ И УСКОРЕННЫХ ИОНОВ УГЛЕРОДА НА МЕТАБОЛИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МОНОАМИНЭРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОЗГА**

**Белокопытова К.В.<sup>1,2</sup>, Белов О.В.<sup>1,3</sup>, Базян А.С.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Московская обл., Россия;

<sup>2</sup>Молдавский государственный университет, Кишинев, Молдова;

<sup>3</sup>Государственный университет «Дубна», Дубна, Московская обл., Россия;

<sup>4</sup>Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m944.sudak.ns2020-16/93-94>

В работе исследуются механизмы радиационно-индуцированного повреждения центральной нервной системы и их связи с физическими характеристиками воздействующих ионизирующих излучений в чувствительных структурах мозга. Рассматривается морфофункциональное состояние ионотропных рецепторов глутамата NMDA, а также роль функциональных изменений со стороны рецепторов глутамата, роль нейроглиальных взаимодействий в мозге при ответе на ионизирующее воздействие в 5-ти структурах мозга крыс: гиппокамп, стриатум, прилежащее ядро, префронтальная кора и гипоталамус. Показана взаимосвязь различных молекулярных механизмов во взаимосвязи с функциональными изменениями на уровне поведения, учитывая общие закономерности ответа ЦНС на воздействие ионизирующих излучений разного качества. В этой связи, изучение функционирования систем нейромодуляторов мозга в широком диапазоне ЛПЭ представляет интерес для выявления молекулярных механизмов, ответственных за

функциональные нарушения после облучения. ДА, 5-НТ и НА являются ключевыми нейромодуляторами, важными для нормальной активности головного мозга. Например, в гиппокампе, рецепторы NMDA (N-метил-D-аспартат) наряду с AMPA ( $\alpha$ -амино-3-гидрокси-5-метил-4-изоксазолпропионовая кислота) опосредуют возбуждающие сигнальные каскады, которые опосредуют главным образом возбуждающую синаптическую передачу в мозге млекопитающих. Избирательная чувствительность может возникать вследствие индуцированного воздействием тяжелых заряженных частиц истощению пула супероксиддисмутазы, которое более выражено проявляется в гиппокампе по сравнению, например, с ассоциативной корой, что, в свою очередь, может привести к более выраженному обусловленному супероксидом повреждению в нейронах гиппокампа, чем в ассоциативной коре.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-29-01005-офи-м.*

#### **COMPARATIVE ANALYSIS OF THE IMPACT OF NEUTRON BEAMS AND ACCELERATED CARBON IONS ON THE METABOLIC ACTIVITY OF THE MONOAMINEERGIC BRAIN SYSTEM**

**Belokopytova Ksenia V.<sup>1,2</sup>, Belov Oleg V.<sup>1,3</sup>, Bazyan Ara S.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Moscow Region, Russia;

<sup>2</sup>Moldova State University, Chisinau, Moldova; <sup>3</sup>Dubna State University, Dubna, Moscow Region, Russia;

<sup>4</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology RAS, Moscow, Russia

The work investigates the mechanisms of radiation-induced damage to the central nervous system and their relationship with the physical characteristics of the acting ionizing radiation in the sensitive structures of the brain. The morphological and functional state of ionotropic glutamate receptors NMDA, as well as the role of functional changes on the part of glutamate receptors, the role of neuroglial interactions in the brain in response to the ionizing effect in 5 rat brain structures: the hippocampus, striatum, nucleus accumbens, prefrontal cortex and hypothalamus, are considered. The interconnection of various molecular mechanisms in relation to functional changes at the level of behavior is shown, taking into account the general properties of the central nervous system response to the ionizing radiation of different quality. In this regard, the study of the functioning of brain neuromodulator systems in a wide range of LET is of interest for revealing the molecular mechanisms responsible for functional disorders after irradiation. DA, 5-HT and NA are key neuromodulators that are important for normal brain activity. For example, in the hippocampus, NMDA receptors (N-methyl-D-aspartate) along with AMPA ( $\alpha$ -amino-3-hydroxy-5-methyl-4-isoxazole propionic acid) mediate excitatory signaling cascades that stipulate mainly excitatory synaptic transmission to mammalian brain. Selective sensitivity can arise due to the depletion of the superoxide dismutase pool induced by the action of heavy charged particles, which is more pronounced in the hippocampus compared, for example, with the associative cortex, which, in turn, can lead to more pronounced superoxide-induced damage in the hippocampal neurons than in the associative bark.

*This study was supported by the RFBR grant # 17-29-01005-ofi-m.*

#### **ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТРЕВОЖНОСТИ У СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ГУМАНИТАРНЫХ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ**

**Белоплотова К.Е., Есипенко Е.А., Будакова А.В.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский государственный университет», Томск, Россия,  
acidelf77@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m945.sudak.ns2020-16/94-95>

Математическая тревожность – это негативный эмоциональный отклик на ситуации, связанные с математикой (Suárez-Pellicioni, Núñez-Peña, Colomé, 2016). Целью нашего исследования был анализ индивидуальных различий в математической тревожности у студентов, обучающихся на гуманитарных и естественнонаучных направлениях. Вторая цель была проверить внешнюю валидность методики измерения МТ с помощью одного вопроса на российской выборке, чтобы использовать короткую версию в дальнейших исследованиях.

В исследовании приняли участие студенты первого и второго курса, 79 студентов естественнонаучных направлений и 82 – гуманитарных. Для исследования МТ всем участникам были предложены 2 опросника: AMAS, включающий 9 вопросов (Hopko et al., 2003), а также опросник SIMA (Núñez-Peña, Guilera, Suárez-Pellicioni, 2014), состоящий только из 1 вопроса, который звучит так: оцените, насколько сильную тревогу у вас вызывает математика по шкале от 1 (не вызывает) до 10 (вызывает очень сильную). Исследование было одобрено этическим комитетом, все участники дали информированное согласие. С помощью статистической программы SPSS Statistics 23.0 был проведен анализ различий между группами с применением однофакторного дисперсионного анализа.

В результате сравнения данной выборки оказалось, что студенты гуманитарных и естественнонаучных направлений не различались между собой по показателям МТ, что подтвердилось двумя опросниками. Дополнительно с помощью корреляционного анализа была изучена связь между показателями МТ в двух опросниках AMAS и SIMA, которая составила  $r = 0,57$ ,  $p < 0,05$ , ввиду достаточно высокого уровня взаимосвязи, вероятно, можно использовать один вопрос для последующих измерений математической тревожности.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-013-00742.*

Hopko R., Mahadevan D.R., Bare R.L., Hunt M. (2003) The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): construction, validity, and reliability. *Assessment*, 10(2), 82-178.

Núñez-Peña M.I., Guilera G., Suárez-Pellicioni M. (2014) The Single-Item Math Anxiety scale (SIMA): An alternative way of measuring mathematical anxiety. *Personality and Individual Differences*, 60, 75-76.



Suárez-Pellicioni M., Núñez-Peña M.I., Colomé A. (2016) Math anxiety: A review of its cognitive consequences, psychophysiological correlates, and brain bases. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 16, 3-22.

#### INDIVIDUAL DIFFERENCES IN MATHEMATICAL ANXIETY IN STUDENTS STUDYING HUMANITIES AND NATURAL SCIENCE

Beloplotova Kristina E., Esipenko Elena A., Budakova Anna V.

Mathematical anxiety is a negative emotional response to situations related to mathematics (Suárez-Pellicioni, Núñez-Peña, Colomé, 2016). The aim of our study was to identify are there differences in mathematical anxiety among students studying in the humanities and natural science. The second aim was to see the external validity of the single - item math anxiety scale on Russian sample in order to use the short version for further studies.

The study involved first and second year students, 79 students of natural sciences and 82 - humanitarian. For the MA study, 2 questionnaires were offered to all participants: AMAS, which included 9 questions (Hopko et al., 2003), as well as a Single – Item MA scale (Núñez-Peña, Guilera, Suárez-Pellicioni, 2014) which was: evaluate how much anxiety math you have on a scale of 1 (doesn't cause) to 10 (causes very strong). The study was approved by the ethics committee, all participants gave informed consent. Using the statistical program SPSS Statistics 23.0, an analysis of differences between the groups was carried out using univariate ANOVA.

Results showed that students of humanitarian and natural sciences do not have significant differences in MA, which was confirmed by two questionnaires. In addition, using the correlation analysis, found the relationship between AMAS and SIMA questionnaires  $r = 0.57$ ,  $p < 0.05$ . Due to the fairly high level of interconnection, probably use one question for further measurements of mathematical anxiety.

*The reported study was funded by RFBR, project number 20-013-00742.*

Hopko, R. Mahadevan D.R., Bare R.L., Hunt M. (2003) The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): construction, validity, and reliability. *Assessment*, 10(2), 82-178.

Núñez-Peña M.I., Guilera G., Suárez-Pellicioni M. (2014) The Single-Item Math Anxiety scale (SIMA): An alternative way of measuring mathematical anxiety. *Personality and Individual Differences*, 60, 75-76.

Suárez-Pellicioni M., Núñez-Peña M.I., Colomé A. (2016) Math anxiety: A review of its cognitive consequences, psychophysiological correlates, and brain bases. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 16, 3-22.

#### ВЛИЯНИЕ ХОЛОДА НА ПАРАМЕТРЫ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ЖЕНЩИН, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ЮГОРСКОГО СЕВЕРА

Белощенко Д.В.

Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», Сургут, Россия; d.beloshhenko@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m946.sudak.ns2020-16/95-96>

В экологии человека на Севере в исследованиях *нервно-мышечной системы* (НМС) сейчас активно применяют методы электромиографии, которая широко распространена в самых различных областях медицины и биологии. С помощью электромиографии изучается структурная и функциональная организация нервно-мышечного аппарата человека в различных экологических условиях. Как правило, при этом основное внимание уделяется рассмотрению биоэлектрической активности мышечных групп или отдельных мышц.

В работе производилась оценка динамики параметров *электромиограмм* (ЭМГ) у группы молодых женщин в возрасте 23 лет (суперпозиция 30 человек), которые проживают в г. Сургуте более 20 лет. Изучались особенности реакции мышцы отводящей мизинец (*musculus adductor digiti mini* (MADM)) кисти правой верхней конечности до и после локального гипотермического воздействия (кисть испытуемой помещалась в емкость с талой водой при  $t \approx +5^{\circ}\text{C}$  на 1 минуту, после чего снимались показатели).

В результате статистической обработки временной развертки сигнала ЭМГ (анализ спектра периодических биомеханических показателей человека) с помощью программы «Mio Ecg 2» у каждой испытуемой были получены 4 000 дискретных значений  $x(t)$  ЭМГ мышцы (MADM) при каждой серии экспериментов до и после низкотемпературного воздействия.

Выявлены существенные различия в поведении значений амплитуд параметров биоэлектрической активности мышцы (MADM) во времени до и после охлаждения. Реакция у каждой девушки проявляется сугубо индивидуально и имеет свои особенности.

В 60% случаев все выборки ЭМГ статистически различаются, что свидетельствует о существенном изменении в параметрах НМС человека при локальной гипотермии. Однако у 13 испытуемых (40%) с использованием критерия Вилкоксона статистически значимых различий в оценке ответной реакции НМС на внешнее воздействие обнаружено не было (при критическом уровне значимости  $p < 0,10$ ). Это может являться важной характеристикой адаптационных процессов поведения хаотической динамики ЭМГ у женского населения Югры, проживающих с рождения в особых климатических условиях Севера.

Результаты исследования позволяют выдвинуть предположение о том, что даже при незначительном отрицательном температурном воздействии на испытуемых наблюдается интенсивная динамика изменений параметров НМС женщин, нуждающихся в дополнительной теплоизоляции верхних конечностей, подверженных влиянию холода.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ мол\_а 18-37-00113.*

## COLD INFLUENCE ON THE NERVOUS-MUSCULAR SYSTEM PARAMETERS OF WOMEN RESIDING UNDER THE YUGORSK NORTH

Beloshchenko Daria V.

Budget institution of higher professional education of the Khanty-Mansi Autonomous district – Yugra "Surgut state University", Surgut, Russia; [d.beloshchenko@mail.ru](mailto:d.beloshchenko@mail.ru)

In human ecology in the North, in studies of the *neuro-muscular system* (NMS) electromyography methods, which are widespread in various fields of medicine and biology, are now actively used. Using electromyography, the structural and functional organization of the neuromuscular apparatus of a person is studied in various environmental conditions. As a rule, the main attention is paid to considering the bioelectric activity of muscle groups or individual muscles.

In this research, the dynamics were evaluated of the parameters of *electromyograms* (EMG) in a group of young women 23 years old (superposition 30 people) who live in Surgut more than 20 years. The features of the reaction were studied of the muscle of the diverting little finger (*musculus adductor digiti mini* (MADM)) of the right upper extremity hand before and after local hypothermic exposure (hand of test person was placed in a container with melt water at  $t \approx 5^\circ\text{C}$  for 1 minute, after which the indicators were taken).

As a result of statistical processing of the time sweep of the EMG signal (analysis of the spectrum of periodic biomechanical indicators of a person) using the Mio Ecg 2 program 4,000 discrete values  $x(t)$  EMG of muscle (MADM) were obtained for each test subject of every series of experiments before and after low-temperature exposure.

Significant differences were revealed in the behavior of the amplitudes of the parameters of muscle bioelectric activity (MADM) in time before and after cooling. The reaction of each young woman is manifested purely individually and has its own characteristics.

In 60% of cases, all EMG samples are statistically different, which indicates a significant change in the parameters of human NMS with local hypothermia. However, at 13 test persons (40%) with using the Wilcoxon test was not detected no statistically significant differences in the assessment of the response of the NMS to external exposure (at a critical significance level of  $p < 0.10$ ). This may be an important characteristic of the adaptation processes of the behavior of the chaotic dynamics of EMG in the female population of Ugra, living since birth in the special climatic conditions of the North.

The results of the study suggest that even with a slight negative temperature effect at test persons, there is an intense dynamics of changes in the parameters of the NMS of women who need additional thermal insulation of the upper limbs, exposed to the influence of cold.

*The work was carried out in accordance with RFBR grants № 18-37-00113*

## ЗАВИСИМОСТЬ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА ОТ ВЕДУЩИХ ЛИЧНОСТНЫХ ФАКТОРОВ У СТУДЕНТОВ ГУМАНИТАРНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Беляев А.А.<sup>1</sup>, Богомаз С.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, Россия;

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Томск, Россия;  
[bogomazsa@mail.ru](mailto:bogomazsa@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m947.sudak.ns2020-16/96-97>

Уровень эмоционального интеллекта (ЭИ) в значительной степени определяет качество личностно-профессионального развития и готовность к интеллектуальной деятельности (Gorchakova, Matsuta, Bogomaz, 2016). В то же время ЭИ может коррелировать с ценностными ориентациями, отличающимися у представителей разных профессиональных групп. В этой связи проведена оценка ЭИ российских студентов гуманитарных и технических специальностей.

В работе использованы опросник эмоционального интеллекта (ЭИ, Д.В. Люсин), модифицированный опросник ценностей (Р. Инглхарт), опросник самоорганизации деятельности (Е.Ю. Мандрикова), шкала системной рефлексии дифференциального теста рефлексивности (Д.А. Леонтьев и Е.Н. Осин), шкала удовлетворенности жизнью (Э. Динер), вычислен «индекс личностной готовности к деятельности», шкала самооценки инновативных качеств личности (СИКЛ, Н.М. Лебедева, А.Н. Татарко). В исследовании участвовали студенты в возрасте от 17 до 25 лет ( $n = 193$ , из них 53,1% – девушки и 46,9% – юноши). Суммарный показатель ЭИ у студентов гуманитарного ( $n = 78$ ) и технического ( $n = 115$ ) профиля не отличался ( $86,6 \pm 16,2$  и  $85,9 \pm 15,0$  баллов, соответственно).

Был проведен регрессионный анализ, где в качестве зависимой переменной использовался «суммарный ЭИ», а независимыми переменными выступили 11 показателей ценностных ориентаций, деятельности и инновативности. В обеих выборках регрессионные модели оказались значимыми:  $F(5,72) = 12,3$  и  $F(4,11) = 15,7$ . При этом у гуманитариев суммарный ЭИ зависит от целеустремленности ( $\beta = 0,299$ ) и удовлетворенности жизнью ( $\beta = 0,256$ ), а у студентов технических специальностей – от инновативности ( $\beta = 0,318$ ) и личностной готовности к деятельности ( $\beta = 0,214$ ).

Таким образом, студенты технических и гуманитарных специальностей при близких значениях ЭИ имеют совершенно разные паттерны зависимости ЭИ от личностных факторов. Это можно объяснить особенностями мышления. Предполагается, что у гуманитариев преобладает мышление, направленное на познание законов и правил, в процессе которого эти законы и правила воспринимаются отдельно. При данном типе мышления целеустремленность и удовлетворенность жизнью, очевидно, способствуют развитию ЭИ. Технические специальности требуют более практического и концептуального мышления, вследствие чего, по нашему мнению, ЭИ оказывается связанным с личностной готовностью к деятельности и инновативностью.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект 18-013-00781.*

## A DEPENDENCE OF EMOTIONAL INTELLIGENCE ON LEADING PERSONAL FACTORS IN STUDENTS MAJORING IN HUMANITIES AND ENGINEERING

Belyaev Aleksandr A.<sup>1</sup>, Bogomaz Sergey A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia; <sup>2</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia; bogomazsa@mail.ru

The level of emotional intelligence (EI) largely determines the quality of personal and professional development and readiness for intellectual activity (Gorchakova, Matsuta, Bogomaz, 2016). At the same time, EI may correlate with value orientations that differ among representatives of different professional groups. In this regard, EI has been evaluated in Russian students majoring in humanities and engineering fields.

The research tools involved the Emotional Intelligence Questionnaire (EmIn, D.V. Lyusin); the World Values Survey (R. Inglehart); the Self-Organization of Activity Questionnaire (E.Yu. Mandrikova), the Reflexivity Type Assessment Test by D.A. Leontiev and E.N. Osin (systemic reflection), the Satisfaction with Life Scale (E. Diener) for calculating an index of personal readiness for activity; Self-Assessment of Personality's Innovative Qualities (N.M. Lebedeva, A.N. Tatarko). The study sample was made up of students aged from 17 to 25 years ( $n = 193$ , of which 53.1% were female and 46.9% were male). The general EI mean values for students majoring in humanities ( $n = 78$ ) and engineering fields ( $n = 115$ ) did not differ significantly ( $86.6 \pm 16.2$  and  $85.9 \pm 15.0$ , respectively).

A regression analysis was conducted where general EI was used as a dependent variable, and 11 indicators of value orientations, activity and innovativeness were independent variables. In both samples, the regression models were statistically significant:  $F(5.72) = 12.3$  and  $F(4.11) = 15.7$ . Meanwhile, for students majoring in humanities general EI depends on purposefulness ( $\beta = 0.299$ ) and life satisfaction ( $\beta = 0.256$ ), while for those majoring in engineering it does on innovativeness ( $\beta = 0.318$ ) and personal readiness for activity ( $\beta = 0.214$ ).

To sum up, students majoring in engineering and humanitarian specialties with similar mean values of EI have completely different patterns of the EI dependence on personal factors. This can be explained by peculiarities of thinking. It is assumed that students majoring in humanities may have a predominant mindset aimed at understanding laws and rules, in the process of which these laws and rules are perceived separately. With this type of thinking, purposefulness and life satisfaction obviously contribute to the EI development. Engineering majors require more practical and conceptual thinking, thus resulting, in our opinion, in the dependence between EI and personal readiness for activity and innovativeness.

*The study was carried out with the RFBR financial support, project 18-013-00781.*

## ДЕЙСТВИЕ МИЕЛОПЕПТИДОВ МП1 И МП2 НА СИНАПТИЧЕСКУЮ ПЛАСТИЧНОСТЬ ГИППОКАМПА МЫШИ

Береговой Н.А., Сорокина Н.С., Старостина М.В.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины», Новосибирск, Россия; [ber@niimbb.ru](mailto:ber@niimbb.ru)

<https://doi.org/10.29003/m948.sudak.ns2020-16/97-98>

Взаимодействие иммунной и нервной систем, играющее важную роль в поддержании гомеостаза организма, осуществляется преимущественно за счет гуморальных факторов, таких как цитокины, хемокины, пептиды тимуса. Предполагается, что в качестве молекул-коннекторов могут выступать и регуляторные пептиды костного мозга – миелопептиды. Ранее мы показали, что миелопептиды могут взаимодействовать с клетками нейронального генеза, стимулируя дифференцировку клеток нейробластомы и проявляя протекторные свойства при морфиновой токсичности и депривации кислорода и глюкозы *in vitro* [1].

Влияние миелопептидов МП1 и МП2 на синаптическую пластичность гиппокампа мышей линии C57BL/6J изучали на модели длительной посттетанической потенциации (ДПТП) в системе синаптических связей «коллатерали Шаффера – пирамидные нейроны области CA1» [2]. Миелопептиды вносили в инкубационную среду за 20 минут до начала высокочастотной стимуляции в конечной концентрации 0,01 мкг/мл. Миелопептиды не изменяли достоверно базовые характеристики суммарных ВПСП. Инкубация с МП1 приводила к снижению относительной амплитуды ВПСП после тетанизации по сравнению с регистрируемой в срезах контрольных животных, а через 30 мин после тетанизации она возвращалась к исходному уровню. При использовании МП2 тетанизация коллатералей Шаффера не вызывала даже кратковременного увеличения относительной амплитуды ВПСП.

Таким образом, хотя динамика изменений относительной амплитуды ВПСП при инкубации с МП1 и МП2 различна, оба миелопептида препятствовали развитию ДПТП в срезах гиппокампа мышей.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-415-54003 р. а.*

1. Панкова Т.М., Сапожников А.М., Старостина М.В. Протекторные эффекты миелопептидов в культуре нейробластомы C-1300. Биоорганическая химия. 2015. Т. 41. № 3. С. 375-379.

2. Lipina T., Beregovoy N., Tkachenko A., Petrova E., Starostina Mv., Zhou Q., Li S.

Uncoupling DISC1 × D2R protein-protein interactions facilitates latent inhibition in DISC1-L100P animal model of schizophrenia and enhances synaptic plasticity via D2 receptors. *Frontiers in Synaptic Neuroscience*. 2018; 10: 31. doi: 10.3389/fnsyn.2018.00031

## EFFECTS OF MYELOPEPTIDES MP1 AND MP2 ON HYPOCAMPAL SYNAPTIC PLASTICITY

Beregovoy Nikolay A., Sorokina Nina S., Starostina Marina V.

Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine, Novosibirsk, Russian Federation;  
[ber@niimbb.ru](mailto:ber@niimbb.ru)



The interaction of the immune and nervous systems, which plays an important role in maintaining the homeostasis, is carried out mainly due to humoral factors such as cytokines, chemokines, and thymus peptides. It seems possible that regulatory bone marrow peptides, myelo peptides, can also act as connector molecules. Earlier, we showed that myelo peptides can interact with cells of neuronal origin, stimulating the differentiation of neuroblastoma cells and showing protective properties in morphine toxicity and in deprivation of oxygen and glucose in neuroblastoma cell culture [1].

The effects of the myelo peptides MP1 and MP2 on the synaptic plasticity in hippocampal slices from C57BL / 6J mice was studied using a model of long-term post-tetanic potentiation (LTP) in the Schaffer collateral-pyramidal neurons of the CA1 region synaptic connections system [2]. Myelo peptides were introduced into the incubation medium 20 minutes before the onset of high-frequency stimulation at a final concentration of 0.01 µg / ml. Myelo peptides did not significantly change the basic characteristics of field EPSPs. Incubation with MP1 led to a decrease in the relative amplitudes of fEPSPs after tetanization compared to that recorded in slices from control animals, and 30 minutes after tetanization, they returned to their initial level. When using MP2, the tetanization of Schaffer collaterals did not even cause a short-term increase in the relative amplitudes of fEPSPs.

Thus, although the dynamics of changes in the relative amplitude of fEPSP during incubation with MP1 and MP2 is different, both myelo peptides prevented the development of LTP in mouse hippocampal slices.

*The reported study was funded by RFBR according to the research project № 19-415-540003 p\_a.*

1. Pankova T.M., Starostina M.V., Sapozhnikov A.M. Protective effects of myelo peptides in C-1300 neuroblastoma cell line. Russian Journal of Bioorganic Chemistry. 2015. T. 41. № 3. C. 333-337.

2. Lipina T., Beregovoy N., Tkachenko A., Petrova E., Starostina Mv., Zhou Q., Li S.

Uncoupling DISC1 × D2R protein-protein interactions facilitates latent inhibition in DISC1-L100P animal model of schizophrenia and enhances synaptic plasticity via D2 receptors. Frontiers in Synaptic Neuroscience. 2018; 10: 31. doi: 10.3389/fnsyn.2018.00031

УДК: 616.36-036.12:616.89

#### **НАРУШЕНИЯ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ У БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКИМИ ГЕПАТОПАТИЯМИ**

**Березовская Е.С.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Государственный Университет Медицины и Фармации им. Николае Тестемицану, лаборатория Гастроэнтерологии, Кишинэу, Республика Молдова;

<sup>2</sup>Институт физиологии и санокреатологии, Кишинэу, Республика Молдова;

[elenaberezovskaia69@gmail.com](mailto:elenaberezovskaia69@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m949.sudak.ns2020-16/98-99>

Нарушения психического здоровья пациентов с хроническими гепатопатиями являются одной из острых проблем национальных систем здравоохранения многих стран мира, их распространенность непрерывно растет. Являясь краевой патологией Республики Молдова, хронические гепатопатии занимают одно из ведущих мест в рейтингах заболеваемости, тяжести течения и хронизации болезни; эволюционируя в циррозы печени, они ведут к повышению инвалидности и смертности. Вместе с тем вопрос о влиянии хронической патологии печени на психическое здоровья остается недостаточно изученным.

Анализ литературы позволил объединить описанные нарушения психического здоровья в две группы: *психологически и социально обусловленные расстройства*.

В группе психологически обусловленных преобладают *астенические и эмоциональные* расстройства. Они могут быть единственными проявлениями в начале заболевания печени и, сохраняясь на всем его протяжении, обуславливают нарушение качества жизни пациентов.

Социально обусловленные расстройства представлены различными видами неадекватного отношения пациентов к своему заболеванию; стигматизацией со стороны родных и близких, которая способствует социальной изоляции пациентов; возможным употреблением алкоголя и психоактивных веществ и расстройством социальных ролей.

Таким образом, можно заключить, что у пациентов с хроническими гепатопатиями наблюдается широкий спектр расстройств психического здоровья. У многих пациентов первоначально появляются симптомы из группы психологически обусловленных расстройств, чаще астенического и эмоционального спектра, которые сохраняются на всем протяжении заболевания. Осознание пациентами факта своего заболевания способствуют нарушению различных аспектов жизни с изменением социальных стереотипов.

Однако патогенез и причинно-следственные связи коморбидности хронических гепатопатий и расстройств психического здоровья недостаточно изучены и нуждаются в дальнейшем изучении.

*Работа выполнена в рамках следующего проекта: 20.80009.8007.37 «Хронические заболевания печени и поджелудочной железы: нутритивные и хирургические аспекты».*

UDC: 616.36-036.12:616.89

#### **MENTAL HEALTH DISORDERS IN PATIENTS WITH CHRONIC HEPATOPATHIES**

**Berezovskaia Elena.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>State University of Medicine and Pharmacy „Nicolae Testemitanu”, Laboratory of Gastroenterology, Chisinau, the Republic of Moldova;

<sup>2</sup> Institute of Physiology and Sanocreatology, Chisinau, the Republic of Moldova; [elenaberezovskaia69@gmail.com](mailto:elenaberezovskaia69@gmail.com)

Mental health disorders in patients with chronic hepatopathies present one of the most acute problems of national health systems in many countries of the world, their prevalence is constantly growing. Being the regional pathology of Republic of Moldova, chronic hepatopathies occupy one of the leading places in the ratings of morbidity, severity, and chronicity. Evolving into cirrhosis of the liver, they lead to increased disability and mortality. However, the question of the effect of chronic liver disease on mental health remains poorly understood.

A specified analysis of the literature allowed us to divide the described mental health disorders into two groups: psychologically and socially conditioned disorders.

Asthenic and emotional disorders prevail in the group of psychologically conditioned mental health disorders. They can be the only manifestations at the beginning of liver disease and, remaining throughout its entire course, causing a quality of life violation in such patients.

Socially caused disorders are represented by various types of inadequate attitude of patients to their disease; stigmatization by relatives and friends, which contributes to the social isolation of patients; the possible use of alcohol and psychoactive substances; disorder of their social roles.

Thus, it can be concluded that patients with chronic hepatopathies have a wide range of mental health disorders. Many patients initially develop symptoms starting from a psychologically determined disorders group, most often of the asthenic and emotional spectrum, which persist throughout the course of the disease. Patients' awareness of the fact of their disease contribute to the violation of various aspects of their life with a change in social stereotypes.

However, the pathogenesis and causal relationships of chronic hepatopathies comorbidities and mental health disorders are not well understood and need further study.

*The study was carried out within the framework of project 20.80009.8007.37 „Chronic liver and pancreatic diseases: nutritional and surgical aspects”.*

### **КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОБЪЕКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ЧЕЛОВЕКА**

**Берловская Е. Е.<sup>1</sup>, Черкасова О. П.<sup>2,3</sup>, Ожередов И. А.<sup>1,4</sup>, Адамович Т. В.<sup>5</sup>, Исайчев Е. С.<sup>5</sup>,  
Исайчев С. А.<sup>5</sup>, Макуренков А. М.<sup>1</sup>, Вараксин А. Н.<sup>6</sup>, Гатилов С. Б.<sup>6</sup>, Куренков Н. И.<sup>6</sup>,  
Черноризов А. М.<sup>5</sup>, Шкуринов А. П.<sup>1,4</sup>**

<sup>1</sup>Физический факультет и Международный лазерный центр, МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия, berlovskaya.elena@mail.ru; <sup>2</sup>Институт лазерной физики СО РАН, Новосибирск, Россия, <sup>3</sup>Новосибирский технический университет, Новосибирск, Россия, o.p.cherkasova@gmail.com; <sup>4</sup>Институт проблем лазерных информационных технологий РАН (ИПЛИТ РАН) – Филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Шатура, Московская область, Россия; <sup>5</sup>Факультет психологии, МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия; <sup>6</sup>Научно-исследовательский центр распознавания образов (ЗАО), Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m950.sudak.ns2020-16/99-100>

В работе обсуждается междисциплинарный подход к дистанционной диагностике психоэмоционального состояния (ПЭС) человека, который состоит в объединении психологических и психофизиологических данных с дистанционной регистрацией излучения человека в инфракрасном (ИК) и терагерцовом диапазонах (ТГц) (Черноризов и др., 2016; Берловская, 2019). В серии психофизиологических экспериментов изучена корреляция между ИК-ТГц изображениями лба испытуемого, физиологическими показателями ПЭС (электрокардиограмма (ЭКГ), кожно-гальваническая реакция (КГР), фотоплетизмограмма (ФПГ), дыхание) и данными психологического тестирования человека в различных стрессовых ситуациях (когнитивная, физическая или физиологическая нагрузка). Показано, что индивидуальные ПЭС характеризуются специфическим паттерном физиологических показателей, причем вклад каждого из показателей в суммарный диагностический комплекс зависит, как минимум, от комбинации двух факторов - значимости стрессора для испытуемого и особенностей его психофизиологического статуса (стрессоустойчивости). Выявлены статистически значимые корреляции между интенсивностью ИК-ТГц изображений лба испытуемого и КГР, одним из наиболее значимых показателей ПЭС.

*Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ (проект № 17-29-02487) с использованием оборудования, приобретенного за счет средств «Программы развития Московского университета имени М.В. Ломоносова до 2020 года».*

### **INTEGRATED APPROACH TO OBJECTIVE DIAGNOSTICS OF PSYCHOEMOTIONAL HUMAN STATES**

**Berlovskaya Elena E.<sup>1</sup>, Cherkasova Olga P.<sup>2,3</sup>, Ozheredov Ilya A.<sup>1,4</sup>, Adamovich Timofey V.<sup>5</sup>,  
Isaychev Eugene S.<sup>5</sup>, Isaychev Sergei A.<sup>5</sup>, Makurenkov Alexander M.<sup>1</sup>, Varaksin Alexander N.<sup>6</sup>,  
Gatilov Sergei B.<sup>6</sup>, Kurenkov Nikolai I.<sup>6</sup>, Chernorizov Alexander M.<sup>5</sup>, Shkurinov Alexander P.<sup>1,4</sup>**

<sup>1</sup>Faculty of Physics and International Laser Centre, M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, berlovskaya.elena@mail.ru; <sup>2</sup>Institute of Laser Physics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, <sup>3</sup>Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia, o.p.cherkasova@gmail.com; <sup>4</sup>Institute on Laser and Information Technologies, Federal Scientific Research Centre "Crystallography and Photonics", Russian Academy of Sciences, Shatura, Moscow Region, Russia; <sup>5</sup>Faculty of Psychology, M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; <sup>6</sup>CJSC Pattern Recognition Research Company, Moscow, Russia

The work discusses an interdisciplinary approach to remote diagnosis of human psychoemotional state (PES), which consists in combining psychological and psychophysiological data with remote registration of human radiation in infrared (IR) and terahertz bands (THz) (Chernorizov et al., 2016; Berlovskaya, 2019). In a series of psychophysiological experiments, the correlation between IR-THz images of the forehead of the subject, physiological indicators of PES (electrocardiogram (ECG), galvanic skin response (GSR), photoplethysmogram (PPG), breathing) and psychological testing data of a person in various stress situations (cognitive, physical or physiological load) has been studied. It is shown that individual PES are characterized by a specific pattern of physiological indices, wherein the contribution of each of the indices to the total diagnostic complex depends at least on a combination of two factors - the importance of stress for the subject and features of his psychophysiological status (stress resistance). Statistically significant correlations between intensity of IR-THz images of the forehead of the subject and GSR, one of the most significant indicators of PES, were revealed.

*The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (Grant No. 17-29-02487) and performed using the equipment purchased at the expense of the Development Programme of the M.V. Lomonosov Moscow State University until 2020.*

### **ИЗМЕНЕНИЕ ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКОГО БАРЬЕРА КРЫСЫ ПРИ ХРОНИЧЕСКИХ ИНЪЕКЦИЯХ УБАИНА**

**Бикмурзина А.Е., Федорова А.А., Кривой И.И., Марков А.Г.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; [markov\\_51@mail.ru](mailto:markov_51@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m951.sudak.ns2020-16/100>

Гематоэнцефалический барьер обеспечивает оптимальные условия для функционирования нейронов головного мозга. В поддержании ионного гомеостаза важную роль играет синергизм транспортных и барьерных свойств эндотелия сосудов головного мозга, нарушение которого может приводить к ионному дисбалансу и развитию ряда патологических процессов, в частности, к появлению отека мозга. Na,K-АТФаза является базовым компонентом трансцеллюлярного транспорта, формируя условия для векторного переноса ионов в эндотелии сосудов. К специфическим лигандам Na,K-АТФазы относится убаин, присутствующий в плазме крови в суб-наномолярных концентрациях и регулирующий функции многих органов. Барьерные свойства эндотелия определяются в первую очередь белками семейства клаудина, которые являются ключевыми молекулярными детерминантами избирательного парацеллюлярного транспорта ионов. Мы предполагаем, что изменение функций Na,K-АТФазы при связывании убаина может регулировать барьерные свойства эндотелия сосудов. Целью исследования являлось изучение уровня клаудинов в эндотелии сосудов лобных долей головного мозга крысы при хронических инъекциях убаина (4 дня, 1 мкг на кг массы тела). Методом Вестерн-блота были обнаружены белки плотных контактов, лежащие в основе гематоэнцефалического барьера и значимые для межклеточной проницаемости эндотелия, а именно клаудины-1, -3, -5 и окклюдин. Порообразующий клаудин-2, данные об экспрессии которого в области кровеносных сосудов лобных долей мозга. Эти специфические сигналы были выявлены во всех протестированных образцах ткани. На всех срезах и в контроле, и после применения убаина были обнаружены окклюдин и клаудины-1, -3, -5, снижающие проницаемость эпителия. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в эндотелии кровеносных сосудов мозга крысы существует функциональная связь между Na,K-АТФазой и клаудинами, то есть между транспортными и барьерными свойствами эндотелия.

*Работа поддержана грантом РФФ № 18-15-00043.*

### **CHANGES IN THE BLOOD-BRAIN BARRIER OF RATS WITH CHRONIC INJECTIONS OF OUABAIN**

**Bikmurzina Anastasia E., Fedorova Arina A., Krivoi Igor I., Markov Alexander G.**

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, [markov\\_51@mail.ru](mailto:markov_51@mail.ru)

The blood-brain barrier provides optimal conditions for the functioning of brain neurons. In the ionic homeostasis maintaining an important role is played by the synergism of transport and barrier properties of the cerebral vascular endothelium, which damages can lead to ionic imbalance and the development of a pathological processes number, in particular, the appearance of cerebral edema. Na, K-ATPase is a basic component of transcellular transport, forming the conditions for the vector transfer of ions in the vascular endothelium. The specific ligands of Na, K-ATPase include ouabain, which is present in blood plasma in sub-nanomolar concentrations and regulates the functions of many organs. The barrier properties of the endothelium are determined primarily by the claudine family proteins, which are key molecular determinants of selective paracellular ion transport. We suggest that a change in the functions of Na, K-ATPase during ouabain binding can regulate the barrier properties of vascular endothelium. The aim of this study was to determine the level of claudins in the endothelium of the vessels of the frontal lobes of the rat brain during chronic injections of ouabain (4 days, 1 µg per kg body weight). Tight junction proteins, namely claudin-1, -3, -5, that are underlie the blood-brain barrier and are significant for the endothelium intercellular permeability were determined using western blot analysis. The pore-forming claudin-2, which expression in the brain is inconsistent, was not identified in these experiments. After chronic administration of ouabain (1 µg / kg), there was a significant increase in claudin-1 and a decrease in claudin-3 compared with the control. Claudin-5 and occludin levels did not alter. The immunofluorescence method was used to determine the localization of these proteins in brain tissue. The extended nature of the signal distribution and the oval shape of the endothelial cells' nuclei indicates that the signal is located in the region of the blood vessels of the brain frontal lobes. These specific signals were detected in all tested tissue samples. In all sections both in the control and after ouabain treatment, occludin and claudins-1, -3, -5 were determined which reduce the permeability of the epithelium. The results obtained indicate that in the endothelium of the blood vessels of the rat brain there is a functional relationship between the Na, K-ATPase and claudins, that is, between the transport and barrier properties of the endothelium.

*This work was supported by the Russian Science Foundation Grant No. 18-15-00043.*



### МЕТОД ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ АНФЕНА НАТРИЯ И ФЕНОЗАНА КАЛИЯ НА СПЛЕНОЦИТЫ МЫШЕЙ.

Бинюков В.И.<sup>1</sup>, Миль Е.М.<sup>1</sup>, Албантова А.А.<sup>1</sup>, Володькин А.А.<sup>1</sup>, Голощапов А.Н.<sup>1</sup>, Обыденный С.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия, bin707@mail.ru.

<sup>2</sup> Центр теоретических проблем физико-химической фармакологии РАН, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m952.sudak.ns2020-16/101>

Ранее было показано, что пространственно затрудненных фенолы анфен и фенозан разнонаправленно воздействуют на клетки селезенки: фенозан калия вызывал процессы репарации ДНК, и повышал уровень антиапоптозного белка Bcl-2, а анфен натрия снижал их содержание. Фенозан нашел применение в медицинской практике как противосудорожное средство, и эффективен при лечении гипоксии новорожденных, а возможности анфена находится в стадии исследования. В работе исследовано действие этих соединений на процесс апоптоза в спленоцитах мышей. При апоптозе происходит перестройка мембраны и выход фосфатидилсерина на поверхность клеток, который регистрировали с помощью аннексина V-FITC. Спленоциты инкубировали с препаратами в течении 2х часов при 37° С, затем вводили флуорофоры и наблюдали флуоресценцию на конфокальном микроскопе. В контрольных образцах спленоцитов через 2 часа наблюдалось определенное количество как ранних так и поздних апоптотических и мертвых клеток, в эксперименте было обнаружено, что фенозан снижает их количество, а анфен усиливает апоптоз клеток селезенки. Причем предварительное введение H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (3мкМ) усиливало апоптотическое действие фенозана и анфена. При этом анфен вызывал апоптоз в опухолевых клетках карциномы Льюис (100%) и оказывал меньшее воздействие на клетки селезенки (15- 25%) в течении указанного времени. В ряде работ указывается на положительное воздействие анфена и фенозана на нормальные клетки при различных стрессовых воздействиях и при гипоксии. Различие действия фенозана и анфена на опухолевые клетки может быть связано с разными мишенями их воздействия. Фенозан, как обнаружено ранее воздействует на протеинкиназу C, а анфен – возможно воздействует на антиапоптозные белки семейства Bcl-2, снижая их содержание.

### THE METHOD OF FLUORESCENCE MICROSCOPY FOR THE STUDY OF THE EFFECTS SODIUM ANPHEN AND POTASSIUM PHENOSAN ON THE SPLENOCYTES OF MICE.

Binyukov Vladimir I.<sup>1</sup>, Mil Elena M.<sup>1</sup>, Albantova Anastasia A.<sup>1</sup>, Volodkin Aleksander A.<sup>1</sup>, Goloshchapov Aleksander N.<sup>1</sup>, Obydennyi Sergey I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Biochemical Physics. N.M. Emanuel RAS, Moscow, Russia, bin707@mail.ru.

<sup>2</sup> Center for theoretical problems of physical and chemical pharmacology RAS, Moscow, Russia.

Previously, it was shown that the spatially obstructed phenols anphen and phenosan have a multidirectional effect on spleen cells: potassium phenosan caused DNA repair processes, and increased the level of the antiapoptotic protein Bcl-2, and sodium anphen reduced their content. Phenosan has been used in medical practice as an anticonvulsant, and is effective in the treatment of neonatal hypoxia, and the possibility of anphen is under investigation. The effect of these compounds on the process of apoptosis in mouse splenocytes was studied. In apoptosis, the membrane is rearranged and phosphatidylserine is released to the cell surface, which is registered using annexin V-FITC. Splenocytes were incubated with drugs for 2 hours at 37° C, then fluorophores were introduced and fluorescence was observed on a confocal microscope. In control samples of splenocytes, a certain number of both early and late apoptotic and dead cells were observed after 2 hours. In the experiment, it was found that phenosan reduces their number, and anphen increases the apoptosis of spleen cells. Moreover, the preliminary introduction of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (3mcm) increased the apoptotic effect of phenosan and anphen. At the same time, anphen caused apoptosis in tumor cells of Lewis carcinoma (100%) and had less effect on spleen cells (15 - 25%) during the specified time. A number of studies indicate the positive effects of anphen and phenosan on normal cells under various stress conditions and hypoxia. The difference in the action of phenosan and anphen on tumor cells may be due to different targets of their action. Phenosan, as previously discovered, affects protein kinase C, and anphen-possibly affects antiapoptotic proteins of the Bcl-2 family, reducing their content.

### СКОРОСТНО-СИЛОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ ОРИЕНТИРОВЩИКОВ В ПРОЦЕССЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНО-КОГНИТИВНОЙ ЗАДАЧИ С БОС-УПРАВЛЕНИЕМ

Бирюкова Е.А., Желдубаева Э.Р., Ярмолюк Н.С., Нагаева Е.И., Юкало Е.В., Касьянова Е.О.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Россия, biotema@rambler.ru

<https://doi.org/10.29003/m953.sudak.ns2020-16/101-102>

Целью исследования явилась оценка изменений показателей поверхностной интерференционной электромиограммы (ЭМГ) нижних конечностей у юных спортсменов-ориентировщиков в процессе выполнения двигательной задачи в режиме биоуправления по опорной реакции на стабилметрической платформе ST-150

Исследование проведено на базе Центра коллективного пользования «Экспериментальная физиология и биофизика» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» на 20 юных спортсменах-ориентировщиках в возрасте 10-12 лет. Все испытуемые занимались спортивным ориентированием около двух лет. В ходе эксперимента юные спортсмены в течение пяти суток подвергались 5-минутному тренингу по управлению траекторией метки на экране монитора, связанной с траекторией центра давления масс на силовую платформу, с одновременной регистрацией ЭМГ нижних

конечностей (*m. rectus femoris* и *m. biceps femoris*). Оценка статистической значимости полученных результатов проводилась с использованием критерия Вилкоксона.

Результаты настоящего исследования свидетельствуют снижении значений максимальной амплитуды ЭМГ исследуемых мышц под влиянием курсового БОС-управления. Так, значимое уменьшение данного показателя зарегистрировано на 4-5-м сеансах БОС по опорной реакции (на 5 –е сутки для *m. rectus femoris* на 24,55 % ( $p = 0,009$ ) и 29,77 % ( $p = 0,006$ ) и *m. biceps femoris* на 44,75% ( $p = 0,001$ ) и 28,53 % ( $p = 0,011$ ) на правой и левой ноге соответственно, по сравнению со значениями, полученными на 1-е сутки исследования). Статистически значимые изменения отмечались и в динамике суммарной амплитуды (мВ/с) исследуемых мышц: на 5-е сутки исследования у юных спортсменов значения данного показателя увеличились для *m. rectus femoris* на 43,90 % ( $p = 0,015$ ) и 168,77 % ( $p = 0,001$ ) и *m. biceps femoris* на 70,64 % ( $p = 0,016$ ) и 89,91 % ( $p = 0,009$ ) на правой и левой ноге соответственно по сравнению со значениями, полученными на 1-е сутки исследования. При оценке средней частоты (1/с) мышечной активности исследуемых мышц в ходе разных сеансов БОС-управления не было зарегистрировано достоверных изменений данного показателя.

Таким образом, полученные паттерны биоэлектрической активности ЭМГ нижних конечностей у юных спортсменов в ходе биоуправления по опорной реакции свидетельствуют о преимущественной активизации низкочастотных двигательных единиц, что указывает на развитие адаптационных перестроек в нервно-мышечной системе в процессе выполнения сложной двигательной задачи на стабилметрической платформе.

Исследование выполнено в рамках поддержанного федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» гранта № AAAA-A20-120012090164-8.

#### **YOUNG ORIENTEERING ATHLETES SPEED AND POWER LOWER LIMBS MUSCLES INDICATORS OF IN THE BIOFEEDBACK CONTROLLING MOTOR-COGNITIVE TASK**

**Birukova Elena A., Dzheldubaeva Elviza R., Yarmoluk Natalia S., Nagaeva Elena I., Yukalo Evgeniy V., Kasyanova Ekaterina O.**

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia, [biotema@rambler.ru](mailto:biotema@rambler.ru)

The goal of the study was to evaluate changes in the parameters of the surface interference electromyogram (EMG) of the lower limb of young athletes in orienteering in the process of performing a motor task in the biofeedback mode based on a reference reaction on the stabilometric platform ST-150.

The study was conducted on the 20 young athletes in orienteering aged 10-12 years old at the base «Experimental physiology and biophysics» center (Taurida academy V.I. Vernadsky Crimean Federal University). During the experiment, young athletes were subjected to a 5-minute training session on controlling the trajectory of the mark on the screen for five days, which was associated with the trajectory of the center of mass pressure on the power platform, with simultaneous registration of EMG of the lower limb (*m. rectus femoris* and *m. biceps femoris*). The statistical significance of the obtained results was evaluated using the Wilcoxon test.

The results of this study indicate a decrease in the values of the maximum EMG amplitude of the studied muscles under the influence of the course of biofeedback controlling. Significant decrease in this indicator was registered in 4-5 session of the biofeedback for the reference reaction (at day 5 for *m. rectus femoris* for 24,55 % ( $p = 0,009$ ) and 29,77 % ( $p = 0,006$ ) and for 44,75% ( $p = 0,001$ ) and 28,53 % ( $p = 0,011$ ) for *m. biceps femoris* on the left and right leg accordingly, compared to the values obtained on the 1st day of the study). Statistically significant changes were observed in the dynamics of the total amplitude (mW/s) of the studied muscles: the values of this indicator increased on the 5th day of the study for young athletes for *m. rectus femoris* for 43,90 % ( $p = 0,015$ ) and 168,77 % ( $p = 0,001$ ) and for *m. biceps femoris* for 70,64 % ( $p = 0,016$ ) and 89,91 % ( $p = 0,009$ ) on the right and left leg accordingly compared with the values obtained on the 1st day of the study. There were no significant changes in this indicator in assessing the average frequency of muscle activity of the studied muscles during different sessions of biofeedback controlling.

Thus, the obtained patterns of bioelectric activity of EMG of the lower limbs for young athletes during biofeedback controlling of the reference reaction indicate the predominant activation of low-threshold motor units, indicates the development of adaptability in the neuromuscular system, building and improvement of complex motor skills.

Supported by the V.I. Vernadsky Crimean Federal University grant for young scientists № AAAA-A20-120012090164-8. Head Birukova E.A.

#### **НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СХЕМЫ ТЕЛА У СЛАБОСЛЫШАЩИХ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА**

**Блинова К.В., Молчанова Л.Н.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Курский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Курск, Россия; [sam.meteorit@yandex.ru](mailto:sam.meteorit@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m954.sudak.ns2020-16/102-103>

Схема тела играет важную роль в формировании учебных навыков, таких, как чтение и письмо, пространственного гнозиса, наглядно-образного мышления и стратегии оптико-пространственной деятельности. У детей младшего школьного возраста с нарушением слуха отмечается левополушарная и правополушарная недостаточность, трудности в межполушарном взаимодействии и в восприятии на уровне формирования частей в целостный образ, что снижает их адаптационные способности. В этой связи целью исследования выступило изучение схемы тела у слабослышащих детей младшего школьного возраста на уровне выраженности ее нейropsихологических параметров, их взаимосвязей и структурной организации.

Полученные результаты исследования свидетельствуют о сформированности чувствительного восприятия. Его качественные показатели в сравнении с показателями условно здоровых детей являются более высокими. Уровень представлений о собственном теле характеризуется формированием таких нейропсихологических параметров, как вербализация частей тела, право-левая ориентировка и представления о собственном теле. Наблюдается снижение темпа выполнения нейропсихологических проб, что обуславливает особенности восприятия слабослышащих детей. Особенности организации движения относительно схемы тела представлены низкими показателями темпа и точности ориентировки положения частей тела по отношению к лицу и телу и воспроизведения позы по зрительному образцу. Особенности уровня пространственных представлений характеризуются различиями в метрических и координатных показателях. Стратегия оптико-пространственной деятельности неясна. Отсутствует четкая последовательность выполнения действий и целостное восприятие. Осознанное восприятие перцептивного поля неполное. В представлении пространственных взаимоотношений наблюдаются сложности. Межуровневые взаимосвязи схемы тела характеризуются большим количеством прямых и обратных взаимозависимостей. Процедура кластеризации ее нейропсихологических параметров свидетельствует об особенностях структурной организации в виде последовательности формирования уровней и роль чувствительного анализатора как компенсаторного. Практическая значимость исследования заключается в получении новых данных, характеризующих особенности схемы тела слабослышащих детей младшего школьного возраста, и определяющих стратегию и тактику коррекционно-развивающей работы клинического психолога.

### **NEUROPSYCHOLOGICAL FEATURES OF A BODY IMAGE HEARING-IMPAIRED CHILDREN OF PRIMARY SCHOOL AGE**

**Blinova Kristina V., Molchanova Ludmila N.**

Federal state budgetary educational institution of higher education "Kursk state medical University" of the Ministry of health of the Russian Federation, Kursk, Russia, [sam.meteorit@yandex.ru](mailto:sam.meteorit@yandex.ru)

Body image plays an important role in the formation of learning skills, such as reading and writing, spatial gnosis, spatial visualization ability and strategy opto-spatial activities. Left hemisphere and right hemisphere insufficiency, difficulties in interhemispheric interaction and in perception at the level of forming parts into a holistic image are noted in children of primary school age with hearing impairment, which reduces their adaptive abilities. In this context, the purpose of the research is the study of body pattern in hearing impaired children of primary school age at the level of severity of its neuropsychological parameters, its relationships and structural organization.

The obtained results of the study suggest formation of a sensitive perception. Its qualitative indicators in comparison with indicators of conditionally healthy children are higher. The level of ideas about one's own body is characterized by the formation of such neuropsychological parameters as verbalization of body parts, right-left orientation and ideas about one's own body. There is a decrease in the pace of neuropsychological tests, which determines the perception of hearing-impaired children. Features of the organization of movement relative to the body diagram are represented by low rates of pace and accuracy of orientation of the parts of the body relative to the face and body and reproduction of the pose according to the visual pattern. Features of the level of spatial representations are characterized by differences in metric and coordinate indicators. The strategy of optical spatial activity is unclear. There is no clear sequence of actions and a holistic perception. Conscious perception of the perceptual field is incomplete. There are difficulties in representing spatial relationships. Inter-level interconnections of a body scheme are characterized by a large number of direct and inverse interdependencies. Clustering procedure its neuropsychological parameters indicative of characteristics of the structural organization of the sequence of forming levels and the role of the sensitive analyzer as a compensatory one.

The practical significance of the study is to obtain new data characterizing the features of the body diagram of hearing-impaired children of primary school age and determining the strategy and tactics of the correctional development work of a clinical psychologist.

### **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕАБИЛИТАЦИИ МОЗГ-КОМПЬЮТЕРНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ, ОСНОВАННЫХ НА ВОООБРАЖЕНИИ ДВИЖЕНИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ**

**Боброва Е.В.<sup>1</sup>, Решетникова В.В.<sup>1</sup>, Бобров П.Д.<sup>2,3</sup>, Фролов А.А.<sup>2,3</sup>, Керечанин Я.А.<sup>2,3</sup>, Гришин А.А.<sup>1</sup>, Герасименко Ю.П.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГБУН Институт физиологии РАН им. И.П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия);

<sup>2</sup> ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН (Москва, Россия);

<sup>3</sup> Институт трансляционной медицины ГБОУ ВПО Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова (Москва, Россия)

[eabobrov@gmail.com](mailto:eabobrov@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m955.sudak.ns2020-16/103-104>

Исследований, посвященных изучению мозг-компьютерных интерфейсов (ИМК), основанных на воображении движений нижних конечностей, существенно меньше, чем таковых при воображении движений рук. Это связано с большими методическими сложностями, в частности, с особенностями представительства нижних конечностей сенсо-моторной коре. Анализ литературы по проблеме (Боброва и др., 2019) выявляет существование различных модификаций ИМК, большинство из которых направлено на восстановление локомоции, ряд – на восстановление движений в голеностопном суставе. Цель данной работы – выявить возможности использования ИМК, основанных на воображении движений нижних конечностей, для запуска аппарата механотерапии (БиоКин), осуществляющего воображаемое целевое движение в случае правильного его представления. Аналогичные аппараты для кисти (Экзокисть, Frolov e.a., 2017) успешно используются в клиниках для реабилитации. Нами проведено сопоставление точности



классификации сигналов мозга при воображении движений правой и левой кисти, правой и левой стопы, правой и левой нижней конечности в целом, а также при локомоции. Анализ данных показал, что точность классификации при воображении движений нижних конечностей, в том числе и при локомоции, не ниже, чем при воображении движений кисти. Были протестированы разные классификаторы для определения on-line точности классификации сигналов, что существенно для on-line запуска механотерапии. Средняя on-line точность классификации колеблется в диапазоне 35% - 60%, off-line – 48%-63%. Таким образом, выявлены принципиальные возможности использования ИМК, основанных на воображении движений нижних конечностей, для механотерапии при реабилитации нарушений движений ног. *Исследование выполнено при финансовой поддержке программы «Фундаментальные научные исследования для долгосрочного развития и обеспечения конкурентоспособности общества и государства» (тема 63.4 (0113-2019-0006)) и программы фундаментальных исследований Президиума РАН №1.42. Участие П.Д. Боброва, А.А. Фролова и Я.В. Керечанина поддержано финансированием Минобрнауки России, проект RFMEFI60519X0184.*

#### **POSSIBILITIES OF USING BRAIN-COMPUTER INTERFACES BASED ON THE IMAGINATION OF LOWER LIMB MOVEMENTS IN REHABILITATION**

**Bobrova Elena V.<sup>1</sup>, Reshetnikova Varvara V.<sup>1</sup>, Bobrov Pavel D.<sup>2,3</sup>, Frolov Alexander A.<sup>2,3</sup>, Kerechanin Yaroslav A.<sup>2,3</sup>, Grishin Aleksandr A.<sup>1</sup>, Gerasimenko Yuriy P.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Pavlov Institute of physiology of the Russian Academy of Sciences (Saint Petersburg, Russia);

<sup>2</sup> Institute of higher nervous activity and neurophysiology of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia);

<sup>3</sup> Institute of translational medicine of the Pirogov Russian national research medical University (Moscow, Russia)

[eabobrov@gmail.com](mailto:eabobrov@gmail.com)

Researches devoted to the study of brain-computer interfaces (BCI), based on the imagination of movements of the lower limbs, is substantially less than those based on the imagination of hand movements. This is due to great methodological difficulties, in particular, with the peculiarities of the representation of the lower extremities in the sensorimotor cortex. Analysis of the literature on the problem (Bobrova et al., 2019) reveals the existence of various modifications of the BCI, most of which are aimed to rehabilitate locomotion, some of them are aimed to restore the movements in the ankle joint. The purpose of this work is to identify the possibilities of using IMC based on the imagination of lower limb movements, which control a device for mechanotherapy (Biokin). The device Biokin provides the real movement of the limb in a case of its correct imagination. Similar devices for the brush (Exokist, Frolov et al., 2017) are successfully used in clinics for rehabilitation. We compared the accuracy of classification of brain signals when imagining the movements of the right and left hand, right and left foot, right and left leg in knee and hip joints, and the movements during locomotion. Analysis of the data showed that the accuracy of classification when imagining the movements of the lower limbs, including locomotion, is not lower than when imagining the movements of the hand. Different classifiers were tested to determine the on-line accuracy of signal classification, which is essential for on-line control of mechanotherapy. The average on-line classification accuracy ranges from 35% to 60%, and off-line accuracy ranges from 48% to 63%. Thus, the principal possibilities of using IMC based on the imagination of lower limb movements for mechanotherapy in the rehabilitation of leg movement disorders have been identified. *The research was carried out with the financial support of the program "Fundamental scientific research for long-term development and ensuring the competitiveness of society and the state" (theme 63.4 (0113-2019-0006)) and the program of fundamental research of the RAS Presidium No. 1.42. Participation of P. D. Bobrov, A. A. Frolov and Y. V. Kerechanin is supported by funding of the Ministry of education and science of Russia, RFMEFI60519X0184 project.*

#### **РЕТРОГРАДНОЕ ПОТЕНЦИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ BDNF НА КВАНТОВУЮ СЕКРЕЦИЮ АЦЕТИЛХОЛИНА В НЕЗРЕЛЫХ НОВООБРАЗУЕМЫХ МОТОРНЫХ СИНАПСАХ МЫШИ**

**Богачева П.О., Правдивцева Е.С., Балежина О.П.**

Кафедра физиологии человека и животных Московского Государственного Университета имени М.В.

Ломоносова. Москва, Россия; [untergang@inbox.ru](mailto:untergang@inbox.ru)

<https://doi.org/10.29003/m956.sudak.ns2020-16/104-105>

Недавно в зрелых моторных синапсах мыши был обнаружен выброс миогенного нейротрофина BDNF в ответ на действие на мышцу сериновой протеиназы тромбина. Миогенно высвобождаемый BDNF, аналогично экзогенному, активировал пресинаптические TrkB-рецепторы нервных терминалей, стимулировал накачку ацетилхолина (АХ) в везикулы и увеличение размеров квантов медиатора (Gaydukov et al., 2019). Известно, что BDNF экспрессируется в мышечных волокнах с первых постнатальных дней жизни мыши, где он играет важную роль в синаптогенезе, но способен оказывать и острые эффекты, связанные с его ретроградным действием на пресинаптические TrkB-рецепторы (Lohof et al., 1993). Способен ли миогенно высвобождаемый и/или экзогенный BDNF приводить к быстрому усилению накачки АХ в формирующиеся везикулы и оказывать острое потенцирующее действие на размеры квантов АХ у незрелых новообразуемых синапсов, облегчая в них передачу, оставалось не изученным. В данной работе проводили исследования на новообразуемых моторных синапсах мышечных волокон голени (на ранних стадиях реиннервации мышцы), регистрируя миниатюрные потенциалы концевой пластинки (МПКП). Установлено, что под действием тромбина (1 нМ) или агониста его рецепторов TRAP6 (1 мкМ) на реиннервируемую мышцу голени, наблюдается быстрый и значительный – на 25% - прирост амплитуды МПКП, который предотвращался не только блокаторами рецепторов тромбина, но и везамиколом (1мкМ) (блокатором накачки АХ в везикулы), а также - блокатором рецепторов BDNF циклотраксином (100нМ). Эффект был стойким и сохранялся на протяжении 60 минут после отмывки от тромбина/TRAP6. Аппликация экзогенного BDNF (1 нМ) оказывала сходное с тромбином воздействие, а именно - увеличивала амплитуду МПКП на 48%, оставляя временные характеристики МПКП неизменными. Этот эффект

полностью предотвращался блокатором TrkB-рецепторов циклотраксином (100 нМ), что доказывает избирательную природу пресинаптического эффекта экзогенного BDNF через активацию TrkB-рецепторов. В целом, полученные данные позволяют предположить, что уже на стадии новообразования синапсов возможен индуцированный выброс миогенного BDNF из мышцы и дальнейшее острое ретроградное действие BDNF на пресинаптические TrkB-рецепторы, инициирующее запуск внутриклеточных каскадов терминалей, приводящих к приросту размера квантов АХ и облегчению передачи.

*Работа поддержана грантом РФФИ №19-04-00616а.*

#### **RETROGRADE POTENTIATING EFFECT OF BDNF ON ACETYLCHOLINE QUANTAL RELEASE IN IMMATURE NEW-FORMED MOUSE MOTOR SYNAPSES**

**Bogacheva Polina O., Pravdivceva Ekaterina S., Balezina Olga P.**

Department of Human and Animal Physiology, Moscow State University. Moscow, Russia [untergang@inbox.ru](mailto:untergang@inbox.ru)

Recently, the release of myogenic neurotrophin BDNF in mature motor synapses has been revealed (induced by thrombin action on the muscle). Myogenically released BDNF, similarly to exogenous one, activated the presynaptic TrkB-receptors of nerve terminals and led to an increase of acetylcholine (ACh) loading into the vesicles and an increase in the size of ACh quanta (Gaydukov et al., 2019). It is known that BDNF is also expressed in mouse muscle fibers in the first postnatal days, where it plays an important role in synaptogenesis, but is also capable of exerting acute effects associated with its retrograde action on presynaptic TrkB receptors (Lohof et al., 1993). Whether the myogenically released and/or exogenous BDNF is capable to cause a rapid increase of ACh loading into cholinergic vesicles and to potentiate ACh quantal size in immature newly formed synapses, remained unknown. In this work, studies were performed on newly formed motor synapses of hindlimb muscle fibers (during early stages of reinnervation), recording the miniature endplate potentials (MEPPs). It was found that after application of thrombin (1 nM) or an agonist of its receptors TRAP6 (1  $\mu$ M), a rapid and significant (by 25%) increase in the amplitude of MEPPs was observed, which was prevented not only by thrombin receptor blockers, but also by vesamicol (1  $\mu$ M) (a blocker of vesicular ACh transporter), and BDNF receptor blocker cyclotraxin (100 nM). The effect was stable and persisted for 60 minutes of washout from thrombin/TRAP6. Application of exogenous BDNF (1 nM) had a similar effect to thrombin: BDNF increased the amplitude of MEPPs by 48%, leaving the time course of MEPPs unchanged. This effect was completely prevented by the blocker of TrkB-receptors cyclotraxin (100 nM). This confirms the specific nature of BDNF effects realized via TrkB-receptors in new-formed synapses. The obtained data suggest that already at the stage of synapse formation, a release of myogenic BDNF is possible as well as its acute retrograde action on presynaptic TrkB receptors, initiating the intracellular cascades in nerve terminals, leading to an increase in the size of ACh quanta and facilitation of transmission. *The work was supported by RFBR grant №19-04-00616a.*

#### **ТОКСИЧНОСТЬ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ, СОДЕРЖАЩИХ ФУЛЛЕРЕНЫ**

**Большакова О.И., Рябоконь И.С., Борисенкова А.А., Саранцева С.В.**

Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт" – ПИЯФ, Гатчина, Ленинградская обл., Россия, [bolshakova\\_oi@pnpi.nrcki.ru](mailto:bolshakova_oi@pnpi.nrcki.ru)

<https://doi.org/10.29003/m957.sudak.ns2020-16/105-106>

Уникальные свойства фуллеренов, такие как способность генерировать синглетный кислород после облучения ультрафиолетом или видимым светом, высокое сродство к электронам и высокая липофильность вызывают большой интерес в отношении их применения в медицине. Однако, этому препятствует нерастворимость фуллеренов в воде и полярных растворителях. В связи с этим возникает необходимость функционализации фуллеренов, то есть получения их водорастворимых производных. Например, представляет интерес создание водных растворов ассоциатов наночастиц с биополимерами и фолиевой кислотой для адресной доставки лекарственных препаратов в клетку. Известно, что мембраны опухолевых клеток часто имеют большее число рецепторов фолиевой кислоты и активность последних на большинстве опухолевых клеток выше соответствующих значений для нормальных клеток. Конъюгаты фолиевой кислоты с противоопухолевыми препаратами способны направить последние непосредственно на опухолевые клетки - мишени. В то же время в литературе есть данные о том, что накопление производного фуллерена в опухолях превышает накопление в нормальной ткани в 1.21 – 6.26 раз, в зависимости от типа опухоли и показано, что производные фуллерена в комбинации с облучением видимым светом оказывают значительный терапевтический эффект. Однако при создании любых производных наночастиц, а также комплексов с ними на передний план выходит вопрос токсичности синтезированных препаратов, а также изменение показанных ранее нативными фуллеренами биологических свойств.

Целью нашей работы явилось создание многофункциональных водорастворимых комплексов, содержащих фуллерен C<sub>60</sub>, биосовместимый полимер поливинилпирролидон и фолиевую кислоту, а также анализ их токсичности на различных типах перевиваемых клеток. Контролем служил комплекс поливинилпирролидона и фолиевой кислоты, не содержащий фуллерена C<sub>60</sub>. В исследовании использованы клетки ECV, а также опухолевые клетки с различной экспрессией фолатных рецепторов: Hela, CT26, A549. С помощью МТТ – теста и анализа апоптоза методом проточной цитометрии мы показали, что в диапазоне концентраций от 1 мкг/мл до 10 мг/мл синтезированные комплексы не токсичны для всех использованных линий клеток. Мы проанализировали также накопление комплекса, содержащего фуллерен, в различных типах клеток, скорость его элиминации, а также его распределение внутри клетки.

### TOXICITY AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF FULLERENE-CONTAINING COMPLEXES

**Bolshakova Olga I., Ryabokon Irina S., Borisenkova Alina A., Sarantseva Svetlana V.**

Petersburg Nuclear Physics Institute named by B.P. Konstantinov of National Research Centre «Kurchatov Institute», Gatchina, Russia, [bolshakova\\_oi@pnpi.nrcki.ru](mailto:bolshakova_oi@pnpi.nrcki.ru)

The unique properties of fullerenes, such as the ability to generate singlet oxygen after irradiation by ultraviolet or visible light, high electron affinity and high lipophilicity are of great interest in relation to their use in medicine. However, this is prevented by the insolubility of fullerenes in water and polar solvents. In this regard, it becomes necessary to functionalize fullerenes, that is, to obtain their water-soluble derivatives. For example, it is of interest to create aqueous solutions of associates of nanoparticles with biopolymers and folic acid for targeted drugs delivery to the cell. It is known that the membranes of tumor cells often have a greater number of folic acid receptors and the activity of the latter on most tumor cells is higher than the corresponding values for normal cells. Conjugates of folic acid with antitumor drugs are able to direct the latter directly to the target tumor cells. At the same time, there is evidence in the literature that the accumulation of the fullerene derivative in tumors exceeds the accumulation in normal tissue by 1.21 - 6.26 times, depending on the type of tumor, and it has been shown that fullerene derivatives in combination with visible light irradiation have a significant therapeutic effect. However, when creating any derivatives of nanoparticles, as well as complexes with them, the toxicity of synthesized preparations, as well as the change in biological properties previously shown by native fullerenes, comes to the fore.

The aim of our work was to create multifunctional water-soluble complexes containing fullerene C<sub>60</sub>, a biocompatible polymer polyvinylpyrrolidone (PVP) and folic acid, as well as the analysis of their toxicity on various types of transplanted cells. A complex of PVP and folic acid not containing fullerene C<sub>60</sub> was used as a control. ECV cells as well as tumor cells with different expression of folate receptors (Hela, CT26, and A549) were used in the study. Using the MTT test and analysis of apoptosis by flow cytometry, we showed that in the concentration range from 1 µg/ml to 10 mg/ml, the synthesized complexes are not toxic to all used cell lines. We also analyzed the accumulation of a complex containing fullerene in various types of cells, the rate of its elimination, as well as its distribution within the cell.

### ЦИФРОВАЯ СРЕДА КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЦЕННОСТНО-СМЫСЛОВОЙ И ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ СФЕРЫ ШКОЛЬНИКОВ

**Большунова Н.Я.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
"Новосибирский государственный педагогический университет", Новосибирск, Россия,  
[nat\\_bolshunova@mail.ru](mailto:nat_bolshunova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m958.sudak.ns2020-16/106-107>

Цифровая среда все более заполняет пространство человеческой жизни: сферу его общения, деятельности, социальных отношений. Цифровизация образования создает еще одну «среду» жизни человека, наряду с социальной, культурной и предметной. Для успешного развития человека необходимо определить место «цифровой» среды среди других сред, ее взаимодействие с ними и ее роль в развитии, начиная с раннего детства.

Освоение предметной среды определяет возможности ориентировки человека в предметном мире и овладения им, развитие ребенка как субъекта взаимодействия с предметным миром (преобразование предметной среды в соответствии с потребностями, индивидуальными, возрастными и психофизиологическими возможностями человека, развитие практическое мышление и пр.).

Освоение социальной среды предполагает ориентировку человека в требованиях и нормах социума, активные действия по поиску отвечающих индивидуальности способов встраивания в среду и преобразование социальной среды в соответствии с изменением ценностно-смысловой сферы.

Освоение культурной среды предполагает восхождение в мир культуры, освоение базовых человеческих ценностей, развитую нравственность, сформированность культурных эмоций и чувств, духовно-нравственной мотивации, созидание культуры и т.д.

Каковы задачи и функции цифровой среды, является ли она еще одной новой средой обитания человека или она преобразует все имеющиеся среды и встраивается в них? Как она меняет жизнь человека и каковы взаимоотношения человека с ней (искусственным интеллектом, виртуальной реальностью), насколько она меняет самого человека? Что осваивает человек через освоение цифровой среды? Что он преобразует в этой среде, являясь субъектом отношений с ней? По-видимому, цифровая среда представляет собой новый тип среды обитания человека в силу возможности создания с ее помощью виртуальных множественных миров. Последнее обуславливает возможность как позитивных, так и негативных последствий ее активного внедрения в образование: утрата образа Я и способности различать Я и не-Я, переживание себя как придатка цифрового мира (количество «кликов» в виртуальной реальности как основание самооценки), анонимность и «бестелесность», опасность разорванного, «расщепленного» сознания, обусловленного недиалогичностью множественных Я; формирование клиппового и NET—мышления - прагматического, неинтуитивного, поверхностного; поглощение ребенка цифровой средой, их созависимость, изменение ценностно-смысловой сферы и системы переживания ребенком себя и своих отношений с миром.

Позитивный вклад цифровой среды в развитие ценностно-смысловой и эмоциональной сферы связан с развитием ребенка как субъекта в отношении цифровой среды, освоение ее как одного из средств саморазвития, что требует грамотного и аккуратного осуществления школьной цифровизации.



## THE DIGITAL ENVIRONMENT AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF THE VALUE-SEMANTIC AND EMOTIONAL SPHERE OF SCHOOLCHILDREN

Bolshunova Natalya Ya.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Pedagogical University",  
Novosibirsk, Russia, [nat\\_bolshunova@mail.ru](mailto:nat_bolshunova@mail.ru)

The digital environment more and more fills the space of human life: the sphere of its communication, activity, social relations. The digitalization of education creates another "environment" of human life, along with social, cultural and objective. For successful human development, it is necessary to determine the place of the "digital" environment among other environments, its interaction with them and its role in development, starting from early childhood.

The development of the objective environment determines the possibilities of orienting a person in the objective world and mastering it, the development of the child as a subject of interaction with the objective world (the transformation of the objective environment in accordance with the needs, individual, age and psychophysiological capabilities of a person, the development of practical thinking, etc.). The development of the social environment involves orienting a person in the requirements and norms of society, active actions to find ways of embedding into the environment that meet individuality and transforming the social environment in accordance with a change in the value-semantic sphere. The development of the cultural environment involves the ascent into the world of culture, the development of basic human values, developed morality, the formation of cultural emotions and feelings, spiritual and moral motivation, the creation of culture, etc.

What are the goals and functions of the digital environment, is it another new human environment, or is it transforming all existing environments and integrating into them? How does it change a person's life and what is the relationship of a person with it (artificial intelligence, virtual reality), how much does it change the person himself? What does a person learn through mastering the digital environment? What does it transform in this environment, being the subject of relations with it? It seems that the digital environment is a new type of human environment due to the possibility of creating multiple virtual worlds using it. The latter makes the possibility of both positive and negative effects of its active implementation in education: the loss of self-image and the ability to distinguish between I and not-I, trialing myself as an appendage of the digital world (the number of "clicks" in virtual reality as the basis of self-assessment), anonymity and "incorporeality", the danger of a torn, "split" consciousness caused by the non-dialogic nature of multiple Selves; the formation of clipping and NET — thinking — pragmatic, non-intuitive, superficial; swallowing a child by the digital environment, their codependency, changing the value-semantic sphere and the system of the child experiencing himself and his relations with the world.

The positive contribution of the digital environment to the development of the value-semantic and emotional sphere is associated with the development of the child as a subject in relation to the digital environment, its development as one of the means of self-development, which requires competent and accurate implementation of school digitalization.

## ДИНАМИКА НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПОСТУРАЛЬНЫХ НАГРУЗКАХ

Бондарева В.С.<sup>1</sup>, Лещенко Д.Б.<sup>1</sup>, Ярмош И.В.<sup>1</sup>, Суворов Н.Б.<sup>2</sup>, Сергеев Т.В.<sup>2</sup>

1 – ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия; 2 – ФГБНУ «Институт  
экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия; [leshchenkodaria@mail.ru](mailto:leshchenkodaria@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m959.sudak.ns2020-16/107-108>

Цель исследования: изучить изменение показателей гемодинамики и вариабельности сердечного ритма (ВСР) до и после периодических динамических постуральных воздействий (ПВ) в зависимости от исходного типа гемодинамики.

Материалы и методы. В исследовании приняло участие 24 человека без органических заболеваний сердечно-сосудистой системы обоего пола, возраста от 18 до 25 лет. Все испытуемые были предварительно распределены на 3 группы по типу гемодинамики с помощью пробы Маслова—Шалкова: 1 группа (11 человек) – нормодинамический, 2 (7 человек) – гиподинамический, 3 (6 человек) – гипердинамический. Проводилась электрокардиография с оценкой ВСР, а также измерение частоты сердечных сокращений (ЧСС), систолического (САД) и диастолического артериального давления (ДАД) до и после ПВ с перемещением испытуемого на 10 градусов в орто- или антиортостатическом направлении. Статистическая обработка материалов выполнена с использованием программы Microsoft Excel и «StatSoft Statistica v.10.0».

Результаты. В 1 группе наблюдалось уменьшение ЧСС, САД, ДАД ( $p < 0,05$ ), которые после ПВ составили  $75 \pm 6,1$ ,  $110 \pm 8,1$  и  $68 \pm 5,0$  соответственно. Во 2 группе наблюдалось уменьшение САД и ДАД ( $p < 0,05$ ), которые после ПВ составили  $112 \pm 4,8$  и  $72 \pm 5,6$  соответственно. В 3 группе после ПВ не было выявлено достоверных изменений ЧСС, САД, ДАД. После ПВ достоверное повышение показателя общей ВСР наблюдалось во 2 группе: SDNN до ПВ составил  $59 \pm 13,2$  а после ПВ  $67 \pm 7,2$ . В 1 и 3 группах после ПВ SDNN не менялся. В 1 группе после ПВ SDNN составил  $60 \pm 28,5$  во 3 группе –  $45,5 \pm 21,9$  ( $p < 0,05$ ). После ПВ во всех группах наблюдалось увеличение медианы общей мощности ВСР: в 1 группе показатель TF после ПВ составил  $2761 \pm 3001,1$ , во 2 группе –  $2132 \pm 1287,5$ , в 3 группе –  $1457 \pm 2730,2$  ( $p > 0,05$ ).

Выводы. Применение периодических динамических ПВ нормализует некоторые показатели сердечно-сосудистой системы у испытуемых с нормодинамическим (ЧСС, САД, ДАД) и гиподинамическим (САД, ДАД) типом гемодинамики, а у испытуемых с гипердинамическим – не ухудшает. После ПВ общая вариабельность сердечного ритма увеличилась у испытуемых с гиподинамическим типом гемодинамики, а у испытуемых с нормодинамическим и гиподинамическим – не снизилась.

**THE DYNAMICS OF SOME INDICATORS OF CARDIO-VASCULAR SYSTEM AFTER POSTURAL LOADS**  
**Bondareva Valeria S.<sup>1</sup>, Leshchenko Daria B.<sup>1</sup>, Yarmosh Irina V.<sup>1</sup>, Suvorov Nikolai B.<sup>2</sup>, Sergeev Timofey V.<sup>2</sup>**  
<sup>1</sup>State Medical University named after Mechnikov I.I., Saint-Petersburg, Russia; <sup>2</sup>Institute of Experimental Medicine of the North-West Branch of the Russian Academy of Medical Sciences, St.Petersburg, Russia;  
[leshchenkodaria@masil.ru](mailto:leshchenkodaria@masil.ru)

The purpose of this study: to evaluate the changing of the dynamic postural effects (PE) to the hemodynamic parameters and heart rate variability (HRV) depending on the initial type of hemodynamics.

Materials and methods: the 24 tests persons of both sexes, ages of 18-25, without the static disorders of cardio-vascular system were taken part in the study. All tests persons were divided into 3 groups on the type of hemodynamics with the help of Maslov-Shalkov Index before: group 1 (11 people) – normodynamic type, 2 (7 people) – hypodynamic type, 3 (6 people) – hyperdynamic type. The recordings of ECG were carried out: before and after PE with the deviation from horizontal level at 10 degrees in the ortho- or antiorthostatic direction. Statistical processing of materials was performed with the Microsoft Excel program, the StatSoft Statistica v.10.0 application package.

Results: there was a decrease in heart rate in group 1, SBP, DBP ( $p < 0.05$ ), which after PE was  $75 \pm 6.1$ ,  $110 \pm 8.1$  and  $68 \pm 5.0$ , respectively. There was a decrease in group 2 in SBP and DBP ( $p < 0.05$ ), which after PE was  $112 \pm 4.8$  and  $72 \pm 5.6$ , respectively. There were no significant changes in heart rate, SBP, DBP in group 3 after PE. The significant increase was observed in group 2 after PE in total HRV: SDNN before PE was  $59 \pm 13.2$  and after PE  $67 \pm 7.2$ . In groups 1 and 3 after PE, SDNN has not changed. In group 1, after PE, SDNN was  $60 \pm 28.5$ ; in group 3,  $45.5 \pm 21.9$  ( $p < 0.05$ ). The increase in the median of the total HRV was observed after PE in all groups: in group 1, the TF after PE was  $2761 \pm 3001.1$ , in group 2 -  $2132 \pm 1287.5$ , in group 3 -  $1457 \pm 2730.2$  ( $p > 0, 05$ ).

Findings: The using of periodic dynamic PE normalizes some indicators of the cardiovascular system after persons with normodynamic (heart rate, SBP, DBP) and hypodynamic (SBP, DBP) type of hemodynamics, and after persons with hyperdynamic - does not worsen. After PE, the total heart rate variability has increased after persons with hypodynamic types of hemodynamics, and after persons with normodynamic and hypodynamic, it has not decreased.

**НЕВРОЛОГИЯ, РЕФЛЕКСОЛОГИЯ И МАНУАЛЬНАЯ ТЕРАПИЯ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ**  
**Бондарчук В.И.**

Кафедра неврологии с курсом рефлексологии и мануальной терапии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Российская Федерация; [V.I.Bondarchuk@Mail.Ru](mailto:V.I.Bondarchuk@Mail.Ru)

<https://doi.org/10.29003/m960.sudak.ns2020-16/108-109>

Цель исследования. Совершенствование и разработка более физиологичных и эффективных методов неврологии, рефлексологии и мануальной терапии и внедрения их в широкую клиническую практику представляется весьма актуальной.

Материалы и методы. Проведен ряд исследований диагностического и реабилитационного характера у группы пациентов на кафедре неврологии с курсом рефлексологии и мануальной терапии Федерального Государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, расположенной на базе Московской городской клинической больницы им. С.П. Боткина. Всем пациентам проводили клинические, параклинические исследования, рефлексодиагностику и мануальную диагностику. Соответствующую неврологическую, рефлексологическую и мануальную коррекцию проводили в соответствии с нозологической формой заболевания. Сеансы проводили ежедневно. На курс реабилитации проводили от 5 до 10 сеансов. У некоторых пациентов проводили повторные 1-2 курса реабилитации с перерывом в 1-4 недели.

Результаты. При анализе данными клинического, параклинического исследования, показателей рефлексорной диагностики и мануальной диагностики отмечено, что улучшение общего состояния у большинства пациентов отмечалось на 1-2 процедуре сочетанной терапии. Значительное улучшение к концу курса реабилитации отмечено у 81 % пациентов, улучшение - у 18 % пациентов. У 1 % пациентов была необходимость в проведении повторных 1-2 курсов реабилитации. При этом регресс патологической симптоматики в контрольной группе пациентов и улучшение их клинического состояния происходило в более поздние сроки реабилитации. Проведение сеансов сочетанной диагностики и терапии является высокоэффективным, осуществляется асептично, атравматично, безболезненно, переносится всеми пациентами хорошо, без побочных отрицательных реакций.

Заключение. Использование метода неврологии, рефлексологии и мануальной терапии является высокоэффективным в реабилитации пациентов. Высокая эффективность, конкурентоспособность, простота в исполнении позволяет широко использовать его в амбулаторных и стационарных клинических условиях. Нам представляется целесообразным проведение дальнейших разработок метода неврологии, рефлексологии, мануальной терапии и внедрения его в широкую клиническую практику.

**NEUROLOGY, REFLEXOLOGY AND MANUAL THERAPY IN CLINICAL PRACTICE**  
**Bondarchuk Vladimir Ivanovich**

Department of Neurology with the Course of Reflexology and Manual Therapy of FSEI APE "Russian Medical Academy of Continuous Professional Education" of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russian Federation; [V.I.Bondarchuk@Mail.Ru](mailto:V.I.Bondarchuk@Mail.Ru)



Research objective. The improvement and development of more physiological and effective methods of neurology, reflexology and manual therapy and their introduction into the wide clinical practice seems to be very relevant.

Materials and methods. A number of diagnostic and rehabilitation studies were conducted in a group of patients at the Department of Neurology with the course of reflexology and manual therapy of the Federal State Budget Educational Institution of Additional Vocational Education "Russian Medical Academy of Continuous Vocational Education" of the Ministry of Health of the Russian Federation, located on the basis of the Moscow City Clinical Hospital named after S.P. Botkina. All patients were given clinical, paraclinical, reflexodiagnostics and manual diagnostics. The corresponding neurological, reflexological and manual correction was carried out according to the nosological form of the disease. Sessions carried out daily. The rehabilitation course was carried out from 5 to 10 sessions. In some patients repeated 1-2 rehabilitation courses were carried out with a break of 1-4 weeks.

Results. In the analysis of clinical, paraclinical study, reflex diagnosis and manual diagnosis data, it was noted that the improvement of the general condition in most patients was noted in the 1-2 procedure of combined therapy. Significant improvement by the end of the rehabilitation course was observed in 81% of patients, improvement - in 18% of patients. 1% of patients had a need for repeated 1-2 rehabilitation courses. At the same time regression of pathological symptoms in the control group of patients and improvement of their clinical condition took place in later terms of rehabilitation. Combined diagnosis and therapy sessions are highly effective, aseptical, atraumatic, painless, tolerated by all patients well, without adverse side reactions.

Conclusion. The use of neurology, reflexology and manual therapy is highly effective in the rehabilitation of patients. High efficiency, competitiveness, ease of execution allows it to be widely used in outpatient and inpatient clinical conditions. We consider it advisable to carry out further developments of the method of neurology, reflexology, manual therapy and its introduction into the wide clinical practice.

### **ЭЛЕКТРОПУНКТУРНАЯ ДИАГНОСТИКА И ЭЛЕКТРОПУНКТУРНАЯ ТЕРАПИЯ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С МИГРЕНЬЮ** **Бондарчук В.И.**

Кафедра неврологии с курсом рефлексологии и мануальной терапии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Российская Федерация; V.I.Bondarchuk@Mail.Ru

<https://doi.org/10.29003/m961.sudak.ns2020-16/109-110>

Цель исследования. Совершенствование и разработка новых, более эффективных методов электропунктурной диагностики и электропунктурной терапии в реабилитации пациентов с мигренью и внедрения их в широкую амбулаторную и стационарную клиническую практику представляется весьма актуальной.

Материалы и методы. Проведены исследования диагностического и реабилитационного характера у 43 амбулаторных и стационарных больных (23 женщин и 20 мужчин) в возрасте от 16 до 78 лет. Нами совершенствован, успешно апробирован и внедрён в широкую амбулаторную и стационарную клиническую практику более физиологичный, высокоэффективный и экономичный метод электропунктурной диагностики и электропунктурной терапии аппаратным компьютерным комплексом "POINTS". Чаще использовали корпоральные акупунктурные точки: P 7, MC 6, TR 5, GI 4, GI 11, VB 20, VB 21, VB 38, VB 39, VB 41, VG 14, V 10, V 60, RP 6, RP 9, F 2, F 3, F 5, E 36 и др., аурикулярные акупунктурные точки: AP 35, AP 55, AP 51, AP 25, AP 28, AP 29, AP 33, AP 34, AP 95 и др. Во время одной процедуры использовали от 5 до 10 акупунктурных точек. На курс реабилитации проводили от 5 до 10 сеансов. У некоторых пациентов с мигренью, при необходимости, проводили повторные 1-2 курса реабилитации с перерывом в 1-2 недели.

Результаты. При анализе клинических, параклинических данных и данных электропунктурной диагностики отмечено, что купирование приступа головной боли у большинства пациентов отмечалось на 1-2 процедуре электропунктурной терапии. Полностью исчезновение патологической симптоматики к концу курса реабилитации отмечено у 79 % пациентов, улучшение - у 19 % пациентов. У 2 % пациентов была необходимость в проведении 1-2 курсов реабилитации. При этом регресс патологической симптоматики в контрольной группе пациентов и улучшение их клинического состояния происходило в более поздние сроки реабилитации. Проведение сеансов электропунктурной диагностики и электропунктурной терапии осуществляется асептично, атравматично, безболезненно, является высокоэффективным, переносится всеми пациентами хорошо.

Заключение. Использование метода электропунктурной диагностики и электропунктурной терапии является высокоэффективным в реабилитации пациентов с мигренью. Сам метод электропунктурной терапии соответствует своему медицинскому назначению. Простота, высокая эффективность и конкурентоспособность позволяет широко использовать его в амбулаторных и стационарных условиях в реабилитации пациентов с мигренью.

### **ELECTROPUNCTURE DIAGNOSIS AND ELECTROPUNCTURE THERAPY IN REHABILITATION OF MIGRAINE PATIENTS** **Bondarchuk Vladimir I.**

Department of Neurology with the Course of Reflexology and Manual Therapy of FSEI APE "Russian Medical Academy of Continuous Professional Education" of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russian Federation; V.I.Bondarchuk@Mail.Ru

Research objective. The improvement and development of new, more effective methods of electropuncture diagnosis and electropuncture therapy in the rehabilitation of migraine patients and their introduction into the wide outpatient and inpatient clinical practice seems very relevant.

**Materials and methods.** Diagnostic and rehabilitation studies were conducted in 43 outpatient and inpatient patients (23 women and 20 men) aged 16 to 78. We have improved, successfully tested and implemented in a wide outpatient and inpatient clinical practice a more physiological, highly efficient and economical method of electropuncture diagnostics and electropuncture therapy with hardware computer complex "POINTS." Used corporalny acupuncture points more often: P 7, MS 6, TR 5, GI 4, GI 11, VB 20, VB 21, VB 38, VB 39, VB 41, VG 14, V 10, V 60, RP 6, RP 9, F 2, F 3, F 5, E 36, etc., aurikulyarny acupuncture points: AP 35, AP 55, AP 51, AP 25, AP 28, AP 29, AP 33, AP 34, AP 95, etc. 5 to 10 acupuncture points were used during one procedure. The rehabilitation course was carried out from 5 to 10 sessions. In some migraine patients, if necessary, repeated 1-2 rehabilitation courses were carried out with a break of 1-2 weeks.

**Results.** In the analysis of clinical, paraclinical and electropuncture diagnosis data, it was noted that the prevention of headache attack in most patients was noted in 1-2 electropuncture therapy procedures. The complete disappearance of pathological symptoms by the end of the rehabilitation course was noted in 79% of patients, the improvement - in 19% of patients. 2% of patients needed 1-2 rehabilitation courses. At the same time regression of pathological symptoms in the control group of patients and improvement of their clinical condition took place in later terms of rehabilitation. Electropuncture diagnosis and electropuncture therapy sessions are aseptic, atraumatic, painless, highly effective, tolerated by all patients well.

**Conclusion.** The use of electropuncture diagnosis and electropuncture therapy is highly effective in the rehabilitation of migraine patients. The method of electropuncture therapy itself corresponds to its medical purpose. Simplicity, high efficiency and competitiveness allow it to be widely used in outpatient and inpatient settings in the rehabilitation of migraine patients.

### **КРИОРЕФЛЕКСОТЕРАПИЯ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПОЯСНИЧНОЙ ДОРСОПАТИЕЙ** **Бондарчук В.И.**

Кафедра неврологии с курсом рефлексологии и мануальной терапии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Российская Федерация; V.I.Bondarchuk@Mail.Ru

<https://doi.org/10.29003/m962.sudak.ns2020-16/110-111>

**Цель исследования.** Разработка новых, более эффективных и удобных в эксплуатации методов криорефлексотерапии, технических средств их обеспечения и внедрения в амбулаторную и стационарную клиническую практику представляется актуальной.

**Материалы и методы.** Проведены исследования диагностического и реабилитационного характера у 42 амбулаторных и стационарных пациентов с поясничной дорсопатией. Для криорефлексотерапии нами предложен, успешно апробирован и внедрён в клиническую практику портативный, многофункциональный, высокоэффективный и конкурентоспособный аппарат для криорефлексотерапии «НОРД-1». При курсовой реабилитации использовали соответствующие корпоральные, аурикулярные акупунктурные точки и зоны скальпа. Во время одной процедуры использовали от 4 до 10 акупунктурных точек. Время одной процедуры составляла от 2 мин до 5 мин. На один курс реабилитации проводили от 5 до 10 сеансов. У некоторых пациентов проводили повторные 1-2 курса реабилитации.

**Результаты.** При анализе клинических, параклинических данных и рефлексорной диагностики отмечено, что купирование болевого корешкового синдрома у большинства пациентов отмечалось на 1-3 процедуре аппаратной криорефлексотерапии. В режиме криорефлексотерапии аппарат «НОРД-1» позволяет осуществлять как прерывистое (ключевое), стабильное (контактное), утюжащее (штриховое), так и дистантное (не контактное) воздействие на корпоральные, аурикулярные акупунктурные точки и зоны скальпа. Полностью исчезновение патологической симптоматики к концу курса лечения отмечено у 79% пациентов, улучшение – у 20% пациентов. У 1% пациентов была необходимость в проведении повторных 1-2 курсов реабилитации. При этом регресс патологической симптоматики в контрольной группе больных и улучшение их клинического состояния происходило в более поздние сроки лечения. Проведение сеансов аппаратной криорефлексотерапии осуществляется асептично, атравматично, безболезненно, является эффективным, переносится пациентами хорошо. Побочных реакций у пациентов не было.

**Заключение.** Использование криорефлексотерапии аппаратом «НОРД-1» является высокоэффективным у пациентов с поясничной дорсопатией. Аппарат для криорефлексотерапии «НОРД-1» соответствует своему медицинскому назначению. Простота, высокая эффективность, портативность, многофункциональность, удобство в эксплуатации и конкурентоспособность позволяет широко использовать его в амбулаторных и стационарных условиях в реабилитации пациентов с поясничной дорсопатией.

### **CRYOREFLEXOTHERAPY IN REHABILITATION OF PATIENTS WITH LUMBAR DORSOPATHY** **Bondarchuk Vladimir I.**

Department of Neurology with the Course of Reflexology and Manual Therapy of FSEI APE "Russian Medical Academy of Continuous Professional Education" of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russian Federation; V.I.Bondarchuk@Mail.Ru

**Research objective.** The development of new, more effective and user-friendly methods of cryoreflexotherapy, technical means of their provision and introduction into outpatient and inpatient clinical practice seems relevant.

**Materials and methods.** Diagnostic and rehabilitation studies were conducted in 42 outpatient and inpatient patients with lumbar dorsopathy. For cryoreflexotherapy we have proposed, successfully tested and introduced into clinical practice portable, multifunctional, highly efficient and competitive apparatus for cryoreflexotherapy "NORD-1." In course rehabilitation, the appropriate monocular, auricular acupuncture points and scalp zones were used. 4 to 10 acupuncture points were used during one procedure. The time of one procedure ranged from 2 min to 5 min.

5 to 10 sessions were performed per one rehabilitation course. In some patients repeated 1-2 rehabilitation courses were carried out.

Results. In the analysis of clinical, paraclinical data and reflex diagnostics, it was noted that the reduction of pain root syndrome in most patients was noted in the 1-3 procedure of hardware cryoreflexotherapy. In cryoreflexotherapy mode, the "НОРД-1" apparatus allows to carry out both discontinuous (key), stable (contact), iron (bar), and distant (non-contact) effects on microbial, auricular acupuncture points and scalp zones. Complete disappearance of pathological symptoms by the end of the course of treatment was observed in 79% of patients, improvement - in 20% of patients. 1% of patients had a need for repeated 1-2 rehabilitation courses. At the same time regression of pathological symptoms in the control group of patients and improvement of their clinical condition took place in later treatment terms. Carrying out sessions of hardware cryoreflexotherapy is performed aseptically, atraumatically, painlessly, is effective, tolerated by patients well. There were no side reactions in the patients.

Conclusion. The use of cryoreflexotherapy by the "НОРД-1" apparatus is highly effective in patients with lumbar dorsopathy. Cryoreflexotherapy apparatus "НОРД-1" corresponds to its medical purpose. Simplicity, high efficiency, portability, multifunctional functionality, ease of operation and competitiveness allow it to be widely used in outpatient and inpatient conditions in rehabilitation of patients with lumbar dorsopathy.

### **ПИЩЕВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ У ПОДРОСТКОВ: СВЯЗЬ С ДЕПРЕССИЕЙ, ВЕСОМ, ПОЛОМ, ВОЗРАСТОМ И МЕСЯЦЕМ РОЖДЕНИЯ**

**Борисенков М.Ф., Цэрнэ Т.А., Бакутова Л.А.**

Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук,  
Сыктывкар, Россия, [cerne\\_tatyana@mail.ru](mailto:cerne_tatyana@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m963.sudak.ns2020-16/111-112>

Расстройства пищевого поведения являются одной из причин ожирения, которое в последнее время приобрело характер эпидемии. Пищевая зависимость (ПЗ) и факторы, связанные с этим расстройством, недостаточно изучены у подростков. В период с сентября по апрель 2017 года мы провели анонимное, добровольное и бесплатное поперечное исследование. Данное исследование проводилось в соответствии с этическими и методическими нормами, установленными Хельсинкской декларацией, программа исследований была одобрена Этическим Комитетом Института физиологии Коми НЦ УрО РАН. Участники исследования заполняли анкеты, используя бумагу и ручки в классной комнате в присутствии психолога. В итоговую выборку вошли 1144 ученика (девушки: 53,6%, средний возраст: 14,9±1,6 лет, диапазон: 12-18 лет) из 14 общеобразовательных школ г. Сыктывкара. Участникам исследования было предложено указать свой возраст, пол, месяц рождения (эту информацию предоставили 1073 учащихся), а также заполнить Йельскую шкалу пищевой зависимости для детей, шкалу самооценки депрессии Цунга. Их также попросили указать продукты, с которыми у них есть проблемы (671 школьник предоставил эту информацию). Для расчета индекса массы тела использовали вес и рост, сообщенные учениками (948 человек). Для оценки связи между изучаемыми показателями использовали тест  $\chi^2$  и логистический регрессионный анализ. 4,5% (52) подростков имели ПЗ, среднее число симптомов ПЗ: 1,6±1,5, диапазон: 0-7, у 9,4% (89) был выявлен избыточный вес и ожирение, а 12,6% (144) имели умеренную / тяжелую депрессию. Повышенная частота выявления ПЗ была отмечена у подростков с умеренной / тяжелой депрессией (OR 4,46;  $P<0,0001$ ), с избыточным весом / ожирением (OR 2,37;  $P<0,002$ ), у девочек (OR 0,45;  $P<0,038$ ), в возрастной группе 17-18 лет (OR 1,33;  $P<0,007$ ), и у лиц, родившихся в октябре (OR 1,12;  $P<0,028$ ). Влияние месяца рождения на частоту выявления ПЗ было отмечено только у девочек ( $\chi^2=9,55$ ;  $P<0,005$ ). Подростки с ПЗ чаще всего называли проблемными такие продукты, как шоколад, конфеты, торт, пончики, крекеры и крендели. Полученные данные свидетельствуют о том, что ПЗ положительно связана с депрессией, ожирением, полом, возрастом и месяцем рождения. Подростки с ПЗ сообщили, что у них есть проблемы с продуктами с высокой степенью переработки, большим содержанием жира и сахара.

### **FOOD ADDICTION IN ADOLESCENTS: ASSOCIATION WITH DEPRESSION, WEIGHT, SEX, AGE, AND MONTH OF BIRTH**

**Borisenkov Mikhail F., Tserne Tatyana A., Bakutova Larisa A.**

Institute of physiology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Syktvykar, Russia, [cerne\\_tatyana@mail.ru](mailto:cerne_tatyana@mail.ru)

Eating disorders are one of the causes of obesity, which has recently become an epidemic. Food addiction (FA) and the factors associated with this syndrome are not well understood in adolescents. Between September and April 2017, we conducted an anonymous, voluntary, and free of charge cross-sectional study. This study was conducted in accordance with ethical and methodological standards established by the Declaration of Helsinki, the research program was approved by the Ethics Committee of the Institute of physiology Komi SC UB RAS. Study participants filled out questionnaires using paper and pencil in the classroom in the presence of a psychologist. The final sample included 1,144 students (girls: 53.6%, average age: 14.9±1.6 years, range: 12-18 years) from 14 secondary schools in Syktvykar. The study participants were asked to indicate their age, sex, and month of birth (this information was provided by 1,073 students), as well as fill out the Yale food addiction scale for children, Zung self-rating depression scale. They were also asked to identify products that they have problems with (671 students provided this information). To calculate the body mass index, we used the weight and height reported by the students (948 people).  $\chi^2$ -test and binary logistic regression analysis were used to identify associations among parameters studied. 4.5% (52) of adolescents had FA the average number of FA symptoms: 1.6±1.5, range: 0-7, 9.4% (89) were overweight and obese, and 12.6% (144) had moderate / severe depression. An increased incidence of FA was observed in adolescents with moderate / severe depression (OR 4.46;  $P<0.0001$ ), overweight / obese (OR 2.37;  $P<0.002$ ), in girls (OR 0.45;  $P<0.038$ ), in the age group of 17-18 years (OR 1.33;  $P<0.007$ ), and



in those born in October (OR 1.12;  $P < 0.028$ ). The influence of the month of birth on the frequency of detection of FA was observed only in girls ( $\chi^2 = 9.55$ ;  $P < 0.005$ ). Adolescents with FA most often called problematic foods such as chocolate, candy, cake, doughnuts, crackers and pretzels. Teenagers with FA and depression called problematic foods such as chocolate, cookies, and potatoes. The findings suggest that FA is positively associated with depression, obesity, sex, age, and month of birth. Adolescents with FA reported that they have problems with products with a high degree of processing, high fat and sugar content.

### **АКТИВАЦИЯ ЦИРКАДИАНОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ АКАДЕМИЧЕСКОГО СТРЕССА МОДУЛИРУЕТ ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СТУДЕНТОВ**

**Борисова О.В., Сергеева М.С., Алексеева А.С., Кандаев Н.А., Беляев А.А., Коняев Д.А., Кирасирова Л.А.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара, Россия; [oxasamara@mail.ru](mailto:oxasamara@mail.ru)

Целью работы было исследование роли циркадианной системы в контроле гомеостаза психофизиологических параметров у студентов с разным уровнем тревожности.

В исследовании участие девушки 18-22 лет – студенты СамГМУ, давшие информированное согласие. По результатам тестирования тревожности (личностной и ситуативной, шкала Спилберга-Ханина) и стрессоустойчивости были сформированы две группы испытуемых: экспериментальная (ЭГ, N=20) и контрольная группы (КГ, N=20) с высокой и низкой стрессочувствительностью, соответственно. У испытуемых ЭГ до (фон) и после активации фоторецепторов циркадианной системы световым стимулом в диапазоне 480+5 нм были зарегистрированы: вариабельность сердечного ритма (BCP), время сложной сенсомоторной реакции CCMP (тест Go/Nogo) и была выполнена корректурная буквенная проба. В КГ перечисленные параметры регистрировались однократно (фон). Запись кардиоинтервалограммы производилась с помощью пульсоксиметра «ЭЛОКС-01С3» в программе «ELOGRAPH 3.0» во время выполнения корректурной пробы. Статистическая обработка полученных данных проводилась программами Microsoft Excel и IBM SPSS Statistics 12. Достоверность измерений параметров оценивалась непараметрическими методами (t-тест Вилкоксона и критерий Манна–Уитни). Изменения величин считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Активация циркадианной фоторецепторов сетчатки в течение 20 мин вызвала уменьшение частоты сердечных сокращений (ЧСС) и уровня симпатического регуляторного влияния на сердечный ритм, увеличение уровня парасимпатического регуляторного влияния на BCP, а также увеличение времени CCMP у испытуемых ЭГ ( $p < 0.05$ ). В работе также установлены исходные межгрупповые различия ЭГ и КГ по таким параметрам BCP, как продолжительность кардиоинтервалов, ЧСС, низкочастотный диапазон спектра BCP, а также по времени CCMP ( $p < 0,05$ ). После активации циркадианной фоторецепторов межгрупповые различия ЭГ и КГ нивелировались. Кроме этого у испытуемых ЭГ по сравнению с КГ после световой экспозиции увеличились показатели точности работы, концентрации внимания, коэффициенты умственной продуктивности и работоспособности ( $p < 0,05$ ).

Полученные результаты указывают на важную физиологическую роль циркадианной системы человека в модуляции вегетативного и психоэмоционального фона, а также когнитивных функций в условиях академического стресса.

### **ACTIVATION OF THE CIRCADIAN SYSTEM MODULATES THE FUNCTIONAL STATE OF STUDENTS UNDER CONDITIONS OF ACADEMIC STRESS**

**Borisova Oksana V., Sergeeva Mariya S., Alekseeva Aleksandra S., Kandaev Nikolay A., Belyaev Aleksey A., Konyaev Daniel A., Kirosova Luiza A.**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation  
Samara, Russia; [marsergr@yandex.ru](mailto:marsergr@yandex.ru)

The aim of the work was to study the role of the circadian system in controlling homeostasis of psychophysiological parameters in students with different levels of anxiety.

The study involved girls 18-22 years old - students of Samara State Medical University, who gave informed consent. Based on the results of anxiety testing (personal and situational, Spielberger-Khanin scale) and stress resistance, two groups of subjects were formed: experimental (EG, N = 20) and control groups (CG, N = 20) with high and low stress sensitivity, respectively. In EG subjects before (fon) and after activation of the photoreceptors of the circadian system with a light stimulus in the range of 480 + 5 nm, the following were recorded: heart rate variability (HRV), the time of the complex sensorimotor reaction of the SSMP (Go / Nogo test) and a corrective letter test was performed. In the CG, the listed parameters were recorded once (fon). The recording of a cardiointervalogram was carried out using an ELOKS-01C3 pulseoximeter in the ELOGRAPH program during a corrective letter test. Statistical processing of the obtained data was carried out using Microsoft Excel and IBM SPSS Statistics 12. The reliability of parameter measurements was evaluated by nonparametric methods (Wilcoxon t-test and Mann – Whitney test). Changes in values were considered statistically significant at  $p < 0.05$ .

Activation of circadian retinal photoreceptors for 20 min caused a decrease in heart rate (HR) and the level of sympathetic regulatory effect on heart rhythm, an increase in the level of parasympathetic regulatory effect on HRV, as well as an increase in the time of SSMP in subjects EG ( $p < 0.05$ ). The paper also established the initial intergroup differences in EG and CG in such HRV parameters as the duration of cardio intervals, heart rate, the low-frequency range of the HRV spectrum, and also in the time of SSMR ( $p < 0.05$ ). After activation of the circadian photoreceptors, the intergroup differences in EG and CG were leveled. In addition, in the EG subjects, compared with the CG, after exposure to light, the indicators of accuracy of work, concentration of attention, coefficients of mental productivity and performance increased ( $p < 0.05$ ).

The results indicate an important physiological role of the human circadian system in modulating the autonomic and psychoemotional background, as well as cognitive functions under conditions of academic stress.

### **ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА У СТУДЕНТОВ ПРИ УЧЕБНОМ СТРЕССЕ**

**Ботязова О.А., Саматова Н.П.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова»,  
г. Ярославль, Россия, [botyazh@bio.uniyar.ac.ru](mailto:botyazh@bio.uniyar.ac.ru)

<https://doi.org/10.29003/m964.sudak.ns2020-16/113>

Ритм сокращений сердца, регулируемый симпатическим и парасимпатическим отделами автономной нервной системы, реагирует на любые стрессорные воздействия. Студенты – одна из групп, наиболее часто подверженных стрессу из-за высоких учебных психоэмоциональных нагрузок, особенно в период зачётов и экзаменов.

В работе проведена регистрация ЭКГ у студентов, последующий анализ спектральной мощности волн по кардиоритмограммам, определение типов вегетативной регуляции ритма сердца и показателей вагосимпатического баланса.

У всех обследованных студентов ритм сердца – синусовый, представлен тремя видами колебаний различной частотной характеристики: быстрыми (HF), медленными (LF) и очень медленными (VLF) волнами. Активность отделов автономной нервной системы в регуляторных механизмах индивидуальна и отличается у разных испытуемых. Доминируют студенты с симпатотоническим типом регуляции кардиоритма (46% испытуемых). В спектральной структуре у них преобладают низкочастотные колебания, значения коэффициента вагосимпатического баланса (LF/HF) составляют от 1,14 до 4,9. У ваготоников (36% испытуемых) в спектрограмме наибольшую долю занимает HF-компонент, показатель LF/HF находится в пределах 0,21- 0,68. Наименьшую группу представляют эйтоники (18%), студенты, у которых показатель вегетативного тонуса варьируется от 0,74 до 1,1.

Соотношение колебаний разной частоты в волновом спектре сердечного ритма отличается у студентов по учебным периодам, что отражает уровень психоэмоционального напряжения. В межсессионный период средние значения спектральных показателей, т.е. HF-, LF- и VLF- компонентов составляют соответственно 33,3%, 32,5% и 30,9%. В период сдачи зачётов и экзаменов происходит уменьшение доли высокочастотных волн (HF- волны – 28,1%) и увеличение низкочастотных колебаний (LF- волны – 35,4% и VLF- волны – 33,7%). Изменения высокочастотного и низкочастотного компонентов имеют статистически значимые различия. Эти изменения указывают на усиление роли симпатико-адреналовой системы в регуляторных механизмах деятельности сердца у студентов в период экзаменационных мероприятий, что проявляется в симпатизации ритма. В связи с тем, что активация одного из отделов автономной нервной системы приводит к нарушению вегетативного гомеостаза и указывает на повышенное функциональное напряжение механизмов адаптации, исследование ВСР имеет важное прогностическое и диагностическое значение.

### **HEART RATE VARIABILITY IN STUDENTS WITH ACADEMICAL STRESS**

**Botyazhova Olga A., Samatova Nadezhda P.**

"P.G. Demidov Yaroslavl State University", Yaroslavl, Russia, [botyazh@bio.uniyar.ac.ru](mailto:botyazh@bio.uniyar.ac.ru)

The heart rate is regulated by the sympathetic and parasympathetic parts of the autonomic nervous system and responds to any stress effects. Students are one of the groups most often exposed to stress caused by high educational psycho-emotional strain, especially during credit-tests and exams.

ECG registration was conducted among students with further analysis of spectral wave power, types of autonomic regulation of the heart rhythm and indicators of the autonomic nervous balance were determined.

All students had the sinus heart rhythm, which is represented by three types of oscillations of different frequency characteristics: high (HF), low (LF) and very low (VLF) waves. The activity of the parts of the autonomic nervous system was individual and varied in different students. Students with a sympathotonic type of cardiac rhythm regulation (46% of subjects) dominated: low-frequency oscillations prevailed in their spectral structure, values of the coefficient of the vagosympathetic balance (LF/HF) range from 1.14 to 4.9. The HF component occupies the largest spectrogram share among vagotonic students (36% of subjects), the LF/HF indicator was in the range of 0.21-0.68. Normotonic students (18% of subjects), whose index varied from 0.74 to 1.1, represented the smallest group.

The ratio of various frequencies in the wave spectrum of the heart rhythm was different among students during the study periods reflecting the level of psycho-emotional stress. In the intersessional period the average values of the spectral power indices, i.e. HF, LF, and VLF components, comprised 33.3%, 32.5%, and 30.9% respectively. In the period of taking credit-tests and exams there was a decrease in high-frequency waves (HF – 28.1%) and an increase in low-frequency waves (LF – 35.4% and VLF – 33.7%). Changes in the high-frequency and low-frequency components had statistically significant differences. They indicated an increasing role of the sympathetic system in the regulatory mechanisms of heart activity in students during examinations and it was manifested as the sympathetic rhythm. As the activation of one of the parts of the autonomic nervous system leads to the violation of autonomic homeostasis and indicates an increased functional strain of adaptation mechanisms, the research of heart rate variability is of significant prognostic and diagnostic value.



## ОЦЕНКА УРОВНЯ САМООТНОШЕНИЯ СТУДЕНТОВ И ИХ ПРИТЯЗАНИЙ К СЛОЖНОСТИ КОГНИТИВНОЙ ЗАДАЧИ

Брежнева Д.С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный медицинский университет», Курск, Россия, [dasha\\_brezhneva@bk.ru](mailto:dasha_brezhneva@bk.ru)

<https://doi.org/10.29003/m965.sudak.ns2020-16/114>

Цифровые технологии стали неотъемлемой частью практически во всех сферах жизнедеятельности современного человека. Современные дети с раннего возраста становятся уверенными пользователями различных гаджетов, а подростки отдают предпочтение общению в социальных сетях, чатах и форумах. Нельзя отрицать вклад цифровых технологий в обучении и облегчении коммуникации. Но необходимо изучить влияние цифровой революции на когнитивные функции, а также на уровень самооотношения и притязаний личности.

В исследовании приняли участие студенты Курского государственного медицинского университета (среднее значение возраста = 19,77; 16,7% юношей), обучающихся на факультете «Лечебное дело» и «Клиническая психология». Для оценки характерологических особенностей личности использовались методики: «тест-опросник самооотношения В.В. Столина – С.Р. Пантеева»; оценка уровня притязаний: опросник В.Гербачевского; диагностика уровня развития рефлексивности (опросник А.В. Карпова). Диагностика когнитивных функций осуществлялась при помощи Монреальской шкалы оценки когнитивных функций (MoCA).

Согласно полученным данным, 94,4% имеют завышенный уровень самооценки, из них больше половины (72%) имеют по шкале «глобальное самооотношение» результат выше 74,33%, что указывает на недифференцированное чувство «за» и «против» самого себя. Показатели оценки уровня притязаний и развития рефлексивности являются средними, что соответствует возрастному периоду. При исследовании когнитивных функций методикой MoCA было обнаружено, 66,7% исследуемых имеют нижний порог нормы (26), при этом половина всех испытуемых не справились с заданием, направленным на исследование зрительно-конструктивного навыка. Студенты не смогли выполнить пробу «Часы» и указать время 10 минут 12-го.

Таким образом, мы можем подтвердить гипотезу, что от уровня самооотношения зависит успешность выполнения когнитивных задач. Студенты, имеющие адекватный уровень самооотношения, значительно чаще справлялись со всеми заданиями, по сравнению с теми, кто имел завышенный уровень самооценки. Так же необходимо уделить особое внимание проблеме, связанной со зрительно-конструктивными навыками, и понять, имеет ли эта проблема социокультурную основу из-за повсеместного использования электронных часов или же можно говорить о недостаточной сформированности на данном возрастном этапе некоторых пространственных представлений. Дальнейшие исследования позволят ответить на эти вопросы, а также объяснить каким образом меняется нейропсихологический статус подрастающего поколения под влиянием цифровых технологий.

## ASSESSMENT OF THE LEVEL OF SELF-RELATIONSHIP OF STUDENTS AND THEIR CLAIMS TO THE COMPLEXITY OF THE COGNITIVE PROBLEM

Brezhneva Darya

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kursk State Medical University", Kursk,  
Russia, [dasha\\_brezhneva@bk.ru](mailto:dasha_brezhneva@bk.ru)

Digital technologies have become an integral part in almost all areas of the life of a modern person. Modern children from an early age become confident users of various gadgets, and adolescents prefer communication in social networks, chat rooms and forums. The contribution of digital technology to learning and facilitating communication cannot be denied. But it is necessary to study the influence of the digital revolution on cognitive functions, as well as on the level of self-attitude and claims of the individual.

The study was attended by students of Kursk State Medical University (average age = 19.77; 16.7% of young men), students at the faculty of "General Medicine" and "Clinical Psychology". To assess the characterological characteristics of the personality, the following methods were used: "V.V. Stolin - S.R. Pantileeva"; assessment of the level of claims: questionnaire V. Gerbachevsky; diagnosis of the level of development of reflexivity (questionnaire A.V. Karpova). Diagnosis of cognitive functions was carried out using the Montreal Cognitive Assessment (MoCA).

According to the data obtained, 94.4% have an overestimated level of self-esteem. Indicators for assessing the level of claims and the development of reflexivity are average, which corresponds to the age period. In the study of cognitive functions by the MoCA method, it was found that 66.7% of the subjects had a lower threshold of norm (26), while half of the subjects failed to complete the task aimed at studying the visual-constructive skill. Students could not complete the "Clock" test and indicate the time 10 minutes on the 12th.

We can confirm the hypothesis that the success of cognitive tasks depends on the level of self-attitude. Students with an adequate level of self-attitude were much more likely to cope with all tasks, compared with those who had an overestimated level of self-esteem. It is also necessary to pay special attention to the problem associated with visual-constructive skills and to understand whether this problem has a sociocultural basis due to the widespread use of electronic clocks, or whether one can speak of the insufficient formation of some spatial representations at this age stage. Further research will answer these questions, and also explain how the neuropsychological status of the younger generation is changing under the influence of digital technologies.

## ВЛИЯНИЕ РАННЕГО ПРОВОСПАЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА НА ОБОРОНИТЕЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ВЗРОСЛЫХ КРЫС

**Брошевицкая Н.Д., Павлова И.В., Зайченко М.И., Онуфриев М.В., Моисеева Ю.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия, [multibroshka@mail.ru](mailto:multibroshka@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m966.sudak.ns2020-16/115>

Известно, что вмешательства в нормальное развитие в раннем онтогенезе создают предрасположенность к появлению целого ряда соматических и психоневрологических заболеваний, которые могут проявиться в дальнейшей жизни при новом вмешательстве. При этом выявлены существенные половые различия в частоте проявления этих заболеваний. Показано, что провоспалительный стресс, перенесенный в раннем постнатальном периоде, приводит к повышению уровня тревожности и появлению депрессивно-подобного поведения. Целью нашей работы было изучить влияние раннего провоспалительного стресса на выработку активных и пассивных форм оборонительных рефлексов у взрослых крыс разного пола. В работе участвовало 120 крыс Вистар (61 самец и 59 самок). 1-ой группе крыс на 3-й и 5-й постнатальные дни подкожно вводили бактериальный липополисахарид в дозе 50 мкг/кг (ЛПС), 2-ой - физиологический раствор, 3-я группа оставалась интактной. Группы крыс делили на подгруппы в зависимости от пола крыс. В задачи работы входил анализ влияния раннего провоспалительного стресса на выработку и угашение классического условного оборонительного рефлекса на звук (УОР, fear conditioning), на выработку и угашение условного рефлекса пассивного избегания (УРПИ), выработку условного рефлекса активного избегания (УРАИ), а также на пороги болевой чувствительности и биохимические показатели сыворотки крови. Эксперименты проводили на взрослых крысах в возрасте 3-4.5 мес.

Ранний провоспалительный стресс вызывал изменения в оборонительном поведении взрослых крыс, которые зависели от пола животного. У самцов группы ЛПС условнорефлекторный страх на контекст после выработки УОР и УРПИ проявлялся в большей степени, а его угашение было затруднено по сравнению с контрольными животными. У самок группы ЛПС не наблюдалось значительных изменений в проявлении страха, однако угашение УОР облегчалось. УРАИ вырабатывался с большим трудом и имел большую латентность у самок и особенно у самцов группы ЛПС по сравнению с контрольными группами. Пороги болевых реакций крыс не менялись под влиянием раннего провоспалительного стресса. У взрослых самцов ЛПС группы после теста вынужденного плавания наблюдались повышенный уровень IL-1 $\beta$  в сыворотке крови, а у самок – уровень кортикостерона по сравнению с контрольными животными. Таким образом, ранний провоспалительный стресс у самцов способствовал приобретению и препятствовал угашению пассивных оборонительных навыков, но затруднял приобретение активных оборонительных рефлексов. В целом, по характеристикам оборонительного поведения взрослых животных, самки были более устойчивы к раннему провоспалительному стрессу, чем самцы.

*Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 19-015-00129А и № 19-34-90022).*

## THE INFLUENCE OF EARLY NEUROINFLAMMATORY STRESS ON DEFENSIVE BEHAVIOR OF ADULT RATS

**Nadezda D. Broshevitskaya, Irina V. Pavlova, Maria I. Zaichenko, Mihail V. Onufriev,  
Yulia V. Moiseeva, Grigoriy A. Grigoryan**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, RAS, Moscow, Russia, [multibroshka@mail.ru](mailto:multibroshka@mail.ru)

It is known that interventions in normal development in early ontogenesis create a predisposition to the appearance of a number of somatic and neuropsychiatric diseases that can manifest in later life with a new intervention. At the same time, significant gender differences in the frequency of these diseases were revealed. It is shown that early-life proinflammatory stress leads to an increase of anxiety and depressive-like behavior. The main goal of your study was to investigate the effect of early-life proinflammatory stress on acquisition of active and passive forms of defensive behavior in adult rats with different sex. The study involved 120 Wistar rats (61 males and 59 females). I group of rats on the 3rd and 5th postnatal days was subcutaneously injected with bacterial lipopolysaccharide at a dose of 50 mcg/kg (LPS), II - saline solution, and the III group remained intact. The defensive behavior included pain level measuring, fear conditioning, passive avoidance and active avoidance. The levels of corticosterone and IL-1 $\beta$  in serum were measured. Experiments were performed on adult rats at the age of 3-4. 5 months.

The early proinflammatory stress produced the changes in defensive behavior of adult rats which depended on the animal's sex. In males of the LPS group the contextual fear was more expressed after acquisition of fear conditioning and passive avoidance response while its extinction was more difficult compared with the control groups. In females of the LPS group there were no substantial changes in expression of fear; however the extinction of the classical reflex was accelerated. The two-ways active avoidance reaction in response to the proinflammatory stress was elaborated more difficult and had more prolong latencies in females, and especially in males compared to the control animals. After LPS administration and repeated stresses the adult males demonstrated an increased level of IL-1 $\beta$  in the blood serum, meanwhile the females showed the high corticosterone level relative to controls. Thus, in males the early proinflammatory stress promoted the acquisition and inhibited the extinction of the passive defensive habits but made difficult acquisition of the active defensive reflexes. In total, according to the characteristics of the defensive behavior of adult animals the females were more resilient to the early proinflammatory stress than males.

*This work was supported by the RFBR (projects № 19-015-00129А and №19-34-90022).*

## ВЫЯВЛЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ТМС-ИНДУЦИРОВАННЫМ ПОЛЕМ В ТКАНЯХ ГОЛОВНОГО МОЗГА И АМПЛИТУДОЙ ВЫЗВАННОГО МОТОРНОГО ПОТЕНЦИАЛА

Бузмаков Алексей В., Куликова Софья П.

НИУ Высшая школа экономики, Пермь, Россия, [AVBuzmakov@hse.ru](mailto:AVBuzmakov@hse.ru)

<https://doi.org/10.29003/m967.sudak.ns2020-16/116>

Несмотря на широкое применение транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС) в качестве диагностического и терапевтического подхода в различных неврологических и психиатрических состояниях [1], нейрональные механизмы ТМС остаются мало изученными [2]. Теоретические модели ТМС [3] указывают на то, что стимуляция носит локальный характер и в значительной степени зависят от взаимной ориентации индуцированного электрического поля и локального направления стимулированных аксонов. Тем не менее, до сих пор не проводилось экспериментальных исследований, подтверждающих данные гипотезы и позволяющих выявить взаимосвязь между ТМС эффектами, рассчитанными на основе теоретических моделей, и наблюдаемыми ТМС эффектами. В данной работе мы провели совместный анализ экспериментально-полученных ТМС эффектов (амплитуды вызванных моторных потенциалов при ТМС моторной коры) и теоретических ТМС-эффектов, рассчитанных в соответствии с моделями Silva et al [3]. Для проведения теоретических расчетов электрическое поле индуцированное в тканях головного мозга рассчитывалось с использованием программного пакета SIMNIBS, а информация о локальном направлении стимулированных аксонов получалась на основе данных диффузионно-взвешенной МРТ. Для идентификации взаимосвязи между расчётным уровнем ТМС-эффектов использовалась методология обнаружения подгрупп (Subgroup Discovery) [4], позволяющая, как локализовать волокна в пространстве, так и связать степень их активации с амплитудой вызванного моторного потенциала. *Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-31-70047.*

### Библиография:

1. Iglesias, A.H.: Transcranial Magnetic Stimulation as Treatment in Multiple Neurologic Conditions. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2020; 20(1). doi: 10.1007/s11910-020-1021-0.
2. Klomjai, W., Katz, R., Lackmy-Vallée, A.: Basic principles of transcranial magnetic stimulation (TMS) and repetitive TMS (rTMS). *Ann Phys Rehabil. Med.* 2015, 58 (4): 208-213.
3. Silva, S., Basser, P.J., Miranda, P.C.: Elucidating the mechanisms and loci of neuronal excitation by transcranial magnetic stimulation using a finite element model of a cortical sulcus. *Clinical Neurophysiology* 119(10), 2405–2413. doi: 10.1016/j.clinph.2008.07.248
4. Atzmueller M. Subgroup discovery // *Wiley Interdisciplinary Review: Data Mining and Knowledge Discovery.* 2015. Vol. 5, № 1. P. 35–49.

## REVEALING RELATIONSHIPS BETWEEN TMS-INDUCED ELECTRIC FIELD IN THE BRAIN TISSUES AND THE AMPLITUDE OF THE MOTOR EVOKED POTENTIAL.

Buzmakov Aleksey V., Kulikova Sofya P.

National Research University Higher School of Economics, Perm, Russia, [AVBuzmakov@hse.ru](mailto:AVBuzmakov@hse.ru)

Despite the widespread use of transcranial magnetic stimulation (TMS) as a diagnostic and therapeutic approach in various neurological and psychiatric conditions [1], the neuronal mechanisms of TMS remain poorly understood [2]. Theoretical models of TMS [3] indicate that stimulation is quite local and largely depends on the mutual orientation of the induced electric field and the local direction of stimulated axons. Nevertheless, no experimental studies have been carried so far to confirm these hypotheses and to reveal the relationship between TMS effects calculated on the basis of theoretical models and the observed TMS effects. In this work, we conducted a joint analysis of the experimentally obtained TMS effects (amplitudes of evoked motor potentials with TMS of the motor cortex) and theoretical TMS effects calculated in accordance with the models of Silva et al [3]. To carry out theoretical calculations, the electric field induced in brain tissue was calculated using the SIMNIBS software package, and information on the local direction of stimulated axons was obtained on the basis of diffusion-weighted MRI data. The relationship between the theoretical and experimental TMS effects is found by means of Subgroup Discovery methodology [4], that is able both: to find the spatial localization of activated fibers and to connect the experimental effect with the amplitude of the motor evoked potential.

*Funding: The reported study was funded by RFBR, project number 20-31-70047.*

### References:

1. Iglesias, A.H.: Transcranial Magnetic Stimulation as Treatment in Multiple Neurologic Conditions. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2020; 20(1). doi: 10.1007/s11910-020-1021-0.
2. Klomjai, W., Katz, R., Lackmy-Vallée, A.: Basic principles of transcranial magnetic stimulation (TMS) and repetitive TMS (rTMS). *Ann Phys Rehabil. Med.* 2015, 58 (4): 208-213.
3. Silva, S., Basser, P.J., Miranda, P.C.: Elucidating the mechanisms and loci of neuronal excitation by transcranial magnetic stimulation using a finite element model of a cortical sulcus. *Clinical Neurophysiology* 119(10), 2405–2413. doi: 10.1016/j.clinph.2008.07.248
4. Atzmueller M. Subgroup discovery // *Wiley Interdisciplinary Review: Data Mining and Knowledge Discovery.* 2015. Vol. 5, № 1. P. 35–49.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У СПОРТСМЕНОВ**

**Буланов Д.В., Гурская О.Е.**

Кафедра Патологической физиологии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова,  
Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m968.sudak.ns2020-16/117>

Современный профессиональный спорт представляет собой совокупность различных наук, техник и методик, применяемых для достижения максимальных результатов спортсменами. Отдельное место отводится психофизиологическому состоянию спортсменов, а также оценки их возможностей на ранних этапах подготовки, что существенно облегчает тренировочный процесс. Известен (Дроздовский А.К., 2015) метод кодирования типологических характеристик ЦНС. Он основан на создании «нейродинамического кода», который отражает комплекс типологических характеристик всех пяти свойств ВНС. Первая цифра в «коде» отражает силу нервной системы (1 - высокая, 2 - средняя, 3 - слабая); второе и третье числа - подвижность возбуждения (1 - подвижный, 2 - частично подвижный, 3 - инертный) и торможения (1 - подвижный, 2 - частично подвижный, 3 - инертный); четвертое и пятое числа определяют «внешний» (1 - преобладает возбуждение, 2 - сбалансированное состояние, 3 - преобладает торможение) и «внутренний» (1 - преобладает возбуждение, 2 - сбалансированное состояние, 3 - преобладает торможение баланс нервных процессов). С целью компенсации неблагоприятных поведенческих проявлений во время тренировочного процесса и выступлений рекомендуется мониторинг индивидуальных психологических свойств личности, таких как внимание, характер, эмоции. Наиболее показательным является внимание, так как эти процессы весьма чувствительны к функциональному утомлению и перенапряжению. Исследование устойчивости внимания проводится на подготовительном, предсоревновательном и соревновательном этапах подготовки с использованием специальных компьютерных систем, имеющих программное обеспечение для оценки показателей концентрации и устойчивости внимания (Чарыкова И.А., 2009). Также известны электрофизиологические методы оценки внимания с использованием вызванных потенциалов. Мониторинг соматосенсорных вызванных потенциалов используется в оценке произвольной и непроизвольной систем формирования моторной реакции на стимул (Гурова М.Б., 2010). Таким образом можно сделать вывод электрофизиологический и психофизиологический мониторинг индивидуальных параметров нервной системы является основой для достижения наилучших результатов спортсменами.

## **MODERN PSYCHOPHYSIOLOGICAL AND ELECTROPHYSIOLOGICAL METHODS OF EVALUATING THE NERVOUS SYSTEM IN ATHLETES**

**Bulanov Daniil V., Gurskaya Olesya E.**

Department of Pathological Physiology of the Military Medical Academy named after S.M. Kirova,  
St. Petersburg, Russia

Modern professional sport is a combination of various sciences, techniques and methods used to achieve maximum results by athletes. A separate place is given to the psychophysiological state of athletes, as well as assessing their capabilities in the early stages of training, which greatly facilitates the training process. The well-known (Drozdovsky A.K., 2015) coding method for typological characteristics of the central nervous system. It is based on the creation of a "neurodynamic code", which reflects a complex of typological characteristics of all five properties of GNI. The first digit in the "code" reflects the strength of the nervous system (1 - high, 2 - medium, 3 - weak); the second and third numbers are the mobility of excitation (1 - mobile, 2 - partially mobile, 3 - inert) and inhibition (1 - mobile, 2 - partially mobile, 3 - inert); the fourth and fifth numbers define "external" (1 - excitation prevails, 2 - balanced state, 3 - inhibition prevails) and "internal" (1 - excitation prevails, 2 - balanced state, 3 - inhibition of the balance of nervous processes prevails). In order to compensate for adverse behavioral manifestations during the training process and performances, monitoring of individual psychological properties of the person, such as attention, character, emotions, is recommended. The most indicative is attention, since these processes are very sensitive to functional fatigue and overstrain. A study of attention sustainability is carried out at the preparatory, pre-competitive and competitive stages of preparation using special computer systems that have software for assessing concentration indicators and attention sustainability (Charykova I.A., 2009). Electrophysiological methods for assessing attention using evoked potentials are also known. Monitoring of somatosensory evoked potentials is used in the assessment of voluntary and involuntary systems for the formation of a motor reaction to a stimulus (Gurova MB, 2010). Thus, we can conclude the electrophysiological and psychophysiological monitoring of individual parameters of the nervous system is fundamental to achieve the best results by athletes.

## **НЕСПЕЦИФИЧЕСКАЯ ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ КРЫС ПРИ ДЕЙСТВИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНЕЙРОСТИМУЛЯЦИИ В УСЛОВИЯХ СТРЕССА**

**Буланова О.И., Егоркина С.Б.**

ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России, кафедра нормальной физиологии г.Ижевск, Россия [bulanovaolga89@yandex.ru](mailto:bulanovaolga89@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m969.sudak.ns2020-16/117-118>

Иммунная система, являясь одной из важнейших регуляторных систем в организме, принимает непосредственное участие в механизмах формирования стресса и адаптационного синдрома. Наиболее доступным способом контроля ответа иммунной системы на стрессорные факторы является регистрация изменений клеточного состава крови.



**Цель исследования:** Изучить неспецифическую иммунологическую резистентность крыс при действии динамической электростимуляции в условиях стресса.

**Материалы и методы исследования:** Опыты проведены на белых беспородных крысах-самках массой 200–250 г в осенне-зимний период. Стресс моделировали ежедневной жесткой иммобилизацией животных к лабораторным станкам брюшком вверх в течение часа на протяжении 30 дней. До начала экспериментов крыс делили на опытную и контрольную группы по 10 животных в каждой. Опытной группе животных ежедневно проводили динамическую электростимуляцию (аппаратом ДиаДЭНС-ПКМ), плотно прикладывая электроды прибора на хвост животного на 10 минут. Контрольной группе животных в аналогичных условиях накладывали не включенный прибор. Неспецифическую резистентность животных обеих групп определяли по адаптационному индексу (АИ) Гаркави-Квакиной-Уколовой, изменению лейкоцитарной формулы и массе тимуса. Стрессорный ответ оценивали по изменению гормонов стресса 11-оксикортикостероидов (11-ОКС) в плазме крови.

**Результаты исследований и их обсуждение:** Иммобилизационный стресс у крыс обеих групп вызывает изменение показателей неспецифической иммунологической резистентности: повышение общего содержания лейкоцитов и сегментоядерных нейтрофилов, снижение лимфоцитов и массы тимуса по сравнению с нормой, а также формирует стрессорный ответ, проявляющийся в повышении 11-ОКС в плазме крови экспериментальных животных и в изменении адаптационного индекса Гаркави-Квакиной. Для контрольной группы - в виде реакции «стресса» и для опытной группы в виде реакции «спокойной активации». Использование динамической электростимуляции в опытной группе крыс приводит к менее выраженному изменению всех показателей, что, вероятно, говорит о стресслимитирующем влиянии этого воздействия и меньшем истощении иммунной системы у этих животных.

#### **NONSPECIFIC IMMUNOLOGICAL RESISTANCE OF RATS UNDER THE ACTION OF DYNAMIC ELECTRONEUROSTIMULATION UNDER STRESS CONDITIONS**

**Bulanova Olga Ivanovna, Egorkina Svetlana Borisovna**

Izhevsk state medical Academy of the Ministry of health of Russia, Department of normal physiology, Izhevsk, Russia [bulanovaolga89@yandex.ru](mailto:bulanovaolga89@yandex.ru)

The immune system, being one of the most important regulatory systems in the body, is directly involved in the mechanisms of stress formation and adaptation syndrome. The most accessible way to control the immune system's response to stressors is to register changes in the cellular composition of the blood.

**Objective:** to Study the nonspecific immunological resistance of rats under the action of dynamic electroneurostimulation under stress.

**Materials and methods:** Experiments were conducted on white mongrel female rats weighing 200-250 g in the autumn-winter period. Stress was simulated by daily rigid immobilization of animals to laboratory machines with their bellies up for an hour for 30 days. Before the experiments, the rats were divided into experimental and control groups of 10 animals each. The experimental group of animals was daily subjected to dynamic electroneurostimulation (using the DiaDENS-PCM device), tightly applying the device's electrodes to the animal's tail for 10 minutes. A control group of animals in similar conditions was applied with the device not turned on. Nonspecific resistance of animals of both groups was determined by the adaptation index (AI) of Garkavi-Kvakina-Ukolova, changes in the leukocyte formula, and thymus mass. The stress response was evaluated by changes in the stress hormones 11-oxycorticosteroids (11-OX) in blood plasma.

**Research results and discussion:** Immobilization stress in rats of both groups causes a change of the parameters of nonspecific immune resistance: an increase in the total content of leukocytes and segmented neutrophils, decrease in lymphocytes and thymus mass compared to the norm, and also creates a stress response, manifested in an increase of 11-OX in the blood plasma of experimental animals and a change in the adaptation index of Garkavi-Kvakina-Ukolova. For the control group - in the form of a "stress" reaction and for the experimental group - in the form of a "calm activation" reaction. The use of dynamic electroneurostimulation in the experimental group of rats leads to a less pronounced change in all indicators, which probably indicates a stress-limiting effect of this effect and less depletion of the immune system in these animals.

#### **СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ ПОДУРОВНЕВОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЛИЧНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ДИНАМИКИ ВОЛН ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ**

**Булгакова О.С.**

Научно-практический центр «Психосоматическая нормализация», Санкт-Петербург, Россия,  
[npcpcn@gmail.com](mailto:npcpcn@gmail.com)

**Целью** данного исследования было сравнительное изучение динамики альфа- и бета- волн в фоне и во время прохождения теста «Субъективное время».

Группе испытуемых (18 человек, 36,7±4,9 лет) предлагалось пройти тест «Субъективное время». Электроэнцефалограмма снималась дважды: в фоне и при определении субъективного времени.

**Результаты.** При рассмотрении динамики альфа- и бета-волн, можно отметить следующее. Сильно изменился альфа-ритм левого полушария (отличие от фона на 3,4% в сторону активации), наиболее устойчивым оказался бета-ритм левого полушария (отличие от фона на 0,76% в сторону торможения). Работа правого полушария была представлена тормозной динамикой, деградация бета-ритма была самой значительной (3,56% от фона в сторону торможения), деградация альфа-ритма составляла 2,11% в сторону торможения. Необходимо заметить, что противоположные изменения активности альфа-ритма левого полушария и бета-ритма правого полушария были недостоверно отличны. Динамики активности альфа-ритма правого полушария и бета-ритма левого полушария также были недостоверно отличны. Это показывает, что средняя активность исследуемых нами волн головного мозга не изменилась при сравнении фона и времени тестирования.



Если рассматривать альфа- и бета- волны как подуровневую организацию электрической активности коры, то изменение их интенсивности при функциональной нагрузке является показателем сложноустроенной функциональной системы, решающей предложенные задачи.

**Заключение.** Таким образом, деятельность центральных регулирующих структур дает возможность функционированию центрам головного мозга не через напряжение отдельных участков при фоновой работе незадействованных площадей коры, а через перераспределение активности, что является работой адаптационных механизмов защиты и залогом видосбережения.

### **STRESS RESISTANCE OF THE SUB-LEVEL FUNCTIONAL ORGANIZATION OF THE INDIVIDUAL ON THE EXAMPLE OF THE DYNAMICS OF ELECTROENCEPHALOGRAPH WAVES UNDER FUNCTIONAL LOAD** **Bulgakova Olga S.**

Research and practice center "Psychosomatic normalization", Saint Petersburg, Russia, npcpcn@gmail.com

**The purpose** of this study was a comparative study of the dynamics of alpha and beta rhythms in the background and during the «Subjective time» test. The subjects (18 people, average age 36.7±4.9 years) passed the test «Subjective time». The electroencephalogram was taken in the background and when determining the subjective time.

**Results.** When considering the dynamics of alpha and beta rhythms, we can note the following. The alpha rhythm of the left hemisphere changed significantly (as opposed to the background by 3.4% in the direction of activation), and the beta rhythm of the left hemisphere was the most stable (as opposed to the background by 0.76% in the direction of braking). The work of the right hemisphere was represented by braking dynamics, the degradation of the beta rhythm was the most significant (3.56% of the background in the direction of braking), the degradation of the alpha rhythm was 2.11% in the direction of braking. It should be noted that the opposite changes in the activity of the alpha rhythm of the left hemisphere and the beta rhythm of the right hemisphere were unreliably different. The activity dynamics of the alpha rhythm of the right hemisphere and the beta rhythm of the left hemisphere were also unreliably different.

This shows that the average activity of the brain waves we studied did not change when comparing the background and time of testing. If we consider alpha and beta rhythms as a sub-level organization of electrical activity of the cortex, then the change in their intensity under functional load is an indicator of a complex functional system that solves the proposed problems.

**Conclusion.** Thus, the activity of Central regulatory structures makes it possible for the centers of the brain to function not through the tension of individual sections during the background work of unused areas of the cortex, but through the redistribution of activity, which is the work of adaptive protection mechanisms and the key to species conservation.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЭГ-КОРРЕЛЯТОВ СУБЪЕКТИВНЫХ ВРЕМЕННЫХ ШКАЛ** **Булгакова Я.В.<sup>1</sup>, Булгаков Д.Ю.<sup>2</sup>, Туровский Я.А.<sup>3</sup>, Иванова Т.В.<sup>1</sup>, Кузнецова А.А.<sup>1</sup>, Дягилева Е.А.<sup>1</sup>, Мовсисян Р.К.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский Государственный Медицинский Университет им И.М. Сеченова», Москва, Россия, [varoslava.v.bulgakova@mail.ru](mailto:varoslava.v.bulgakova@mail.ru); <sup>2</sup>Федеральное государственное казенное образовательное учреждение высшего образования «Академия управления Министерства внутренних дел Российской Федерации», Москва, Россия, [dbulgakov7@yandex.ru](mailto:dbulgakov7@yandex.ru); <sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия; Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук, Москва, Россия.

<https://doi.org/10.29003/m970.sudak.ns2020-16/119-120>

Изучение субъективных временных шкал представляет интерес для науки и клиники, поскольку индивидуальное восприятие времени обеспечивает адаптивное поведение, изменения способности оценивать время сопровождают ряд патологических состояний.

**Цель работы:** изучить изменения ритмов ЭЭГ при шкалировании испытуемыми отрезков времени длительностью 5 сек, 15 сек и работе в режиме «конфликта»: отметке отрезков в 5 и 15 сек от одной исходной временной точки.

**Материалы и методы:** у 35 испытуемых, правшей (19 юношей, 16 девушек) в возрасте 18-19 лет во время выполнения проб регистрировали ЭЭГ монополярно по схеме «10–20» в фронтальных (F3, F4), париетальных (P3, P4), височных (T3, T4), центральных (C3, C4) и затылочных (O1, O2) отведениях. Определяли спектральную мощность в частотных диапазонах 7-14 Гц (альфа), 4-7 Гц (тета), 14-24 (бета нижний) и 24-20 Гц (бета-верхний) ритмов. Каждая проба (отметка 5 сек, 15 сек и 5 и 15 сек от одной исходной временной точки) включала 5 попыток. Для сравнения выборок использовали непараметрический критерий Вилкоксона для парных сравнений, результаты считали достоверными при  $p < 0,05$ .

**Результаты:** изменения спектральной плотности мощности обнаружены, в подавляющем большинстве случаев, в диапазонах тета и альфа ритмов ЭЭГ в виде депрессии при решении задач на шкалирование 5 и 15 сек интервалов, в то время, как бета-диапазоны оставались практически без изменений. В режиме «конфликта» подобных изменений выявлено не было. Наибольшее количество значимых изменений обнаруживалось у испытуемых в отведениях C3, F3, минимальное – в затылочных отведениях. Обращает внимание большее количество значимых различий в нечетных отведениях. Полученные данные позволяют утверждать, что режим отдельного шкалирования и режим «конфликта» характеризуются различной картиной распределения ритмов ЭЭГ.

*Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 19-29-01156 МК.*

### INVESTIGATION OF EEG CORRELATES OF SUBJECTIVE TIMESCALES

**Bulgakova Yaroslava V.<sup>1</sup>, Bulgakov Dmitry Yu.<sup>2</sup>, Turovsky Yaroslav A.<sup>3</sup>, Ivanova Tatyana V.<sup>1</sup>,  
Kuznetsova Anna A.<sup>1</sup>, Diaghileva Elena A.<sup>1</sup>, Movsisyan Roman K.<sup>1</sup>;**

<sup>1</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia, [yaroslava.v.bulgakova@mail.ru](mailto:yaroslava.v.bulgakova@mail.ru); <sup>2</sup>Management Academy of the Ministry of the Interior of Russia, Moscow, Russia, [dbulgakov7@yandex.ru](mailto:dbulgakov7@yandex.ru); <sup>3</sup>Laboratory of Medical Cybernetics, Voronezh State University, Voronezh, Russia; <sup>3</sup>V. A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

The study of subjective time scales is interesting either to the science and the clinic, since individual perception of time provides adaptive behaviour, and changes in the ability to evaluate time accompany a number of pathological conditions.

Purpose of study is to investigate changes in the EEG rhythms when scaling time intervals in regular regimen lasting 5 seconds, 15 seconds and scaling time intervals in the "conflict" mode: marking the periods of 5 and 15 seconds from the one initial point.

Materials and methods: in 35 probationers right-handed 19 males, 16 females, aged 18-19 years, during the execution of the probes, the EEG was taken (10-20 scheme, monopolar) in the frontal (F3, F4), parietal (P3, P4), temporal (T3, T4), central (C3, C4) and occipital (O1, O2) leads. The spectral power was determined in the frequency ranges of 7-14 Hz (alpha), 4-7 Hz (theta), 14-24 (lower beta) and 24-20 Hz (upper beta) rhythms. Each probe (to mark 5 sec, 15 sec and 5 and 15 sec from the one initial time point) included 5 attempts. To compare the samples, the nonparametric Wilcoxon test was used for pairwise comparisons; the results were considered reliable at  $p < 0.05$ .

Results: changes in the power spectral density were preferentially found in the ranges of theta and alpha EEG rhythms in the form of depression when solving tasks on scaling 5 and 15 sec intervals, while the beta ranges remained practically unchanged. In the "conflict" mode, no such changes were revealed. The greatest number of significant changes was found in the probationers in leads C3, F3, the minimum - in the occipital leads. Noteworthy is the greater number of significant differences in the odd leads. The data obtained allow us to state that the regular scaling mode and the "conflict" mode are characterized by different pictures of the EEG rhythms distribution.

*The reported study was funded by the Russian Foundation for Basic Research project No. 19-29-01156 MK.*

### НЕЙРОПРОТЕКТОРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ ЭНДОГЕННОГО РЕГУЛЯТОРА ИЗАТИНА ПРИ МФТП-ИНДУЦИРОВАННОМ ПАРКИНСОНИЗМЕ

**Бунеева О.А.<sup>1</sup>, Копылов А.Т.<sup>1</sup>, Капица И.Г.<sup>2</sup>, Иванова Е.А.<sup>2</sup>, Медведев А.Е.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно-исследовательский институт биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича", Москва, Россия; <sup>2</sup> - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно-исследовательский институт фармакологии им. В.В. Закусова", Москва, Россия; [olbuneeva@gmail.com](mailto:olbuneeva@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m971.sudak.ns2020-16/120-121>

Моделирование экспериментального паркинсонизма у мышей при внутрибрюшинном введении нейротоксина 1-метил-4-фенил-1,2,3,6-тетрагидропиридина (МФТП) приводило к появлению характерных двигательных нарушений. Введение эндогенного нейропротектора изатина (100 мг/кг) значительно снижало выраженность этих нарушений. Внутрибрюшинное введение изатина животным без патологии несколько снижало их локомоторную активность.

Одним из позитивных эффектов изатина, очевидно, является торможение активности моноаминоксидазы Б, измеренной в гомогенатах мозга в наших опытах.

Еще одним фактором нейропротекторного действия изатина является его влияние на профиль изатин-связывающих белков мозга мышей. Изменения профиля изатин-связывающих белков, по-видимому, обусловлены накоплением изатина в мозге и его взаимодействием с белками-мишенями. Обнаруженные изатин-связывающие белки распределялись по следующим функциональным группам: 1) белки/ферменты, участвующие в процессах генерации энергии и углеводного обмена; 2) белки, участвующие в образовании цитоскелета и экзоцитозе; 3) белки - регуляторы экспрессии генов, клеточного деления и дифференцировки; 4) белки, участвующие в передаче сигналов и регуляции активности ферментов; 5) антиоксидантные и защитные белки/ферменты; 6) ферменты липидного обмена; 7) ферменты метаболизма белков и других азотсодержащих соединений. Введение нейропротекторной дозы изатина перед введением МФТП существенно сужало репертуар изатин-связывающих белков мозга мышей, преимущественно за счет белков 4-7 групп.

Особой мишенью нейропротекторного действия изатина являются компоненты убиквитин-протеасомной системы, среди которых есть и белки, связывающиеся с изатином. Они обнаружены в выделенных нами фракциях 26S- и 20S протеасом. Введение изатина оказывало существенное влияние на связывание белков с регуляторной субъединицей 26S протеасомы - Rpn10.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №18-015-00042 и №19-015-00073.*

### NEUROPROTECTIVE MECHANISMS OF ACTION OF ENDOGENOUS REGULATOR ISATIN IN MPTP INDUCED PARKINSONISM

**Buneeva Olga A.<sup>1</sup>, Kopylov Arthur T.<sup>1</sup>, Kapitsa Inga G.<sup>2</sup>, Ivanova Elena A.<sup>2</sup>, Medvedev Alexey E.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> - Institute of Biomedical Chemistry, Moscow, Russia; <sup>2</sup> - Zakusov Institute of Pharmacology, Moscow, Russia; [olbuneeva@gmail.com](mailto:olbuneeva@gmail.com)

Experimental modelling of Parkinson's disease in mice caused by the intraperitoneal injection of 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine (MPTP) led to the development of specific movement disorders. The injection

of endogenous neuroprotector isatin (100 mg/kg) significantly decreased the intensity of these disorders. The intraperitoneal injection of isatin in the intact animals slightly decreased the locomotor activity of mice.

One of the positive effects of isatin is obviously the decrease in monoamine oxidase B activity measured in brain homogenates in our experiments.

One more factor of the neuroprotective action of isatin is its influence in the profile of isatin-binding proteins of mice brain. The changes in the profile of isatin-binding proteins are apparently originated from accumulation of isatin in the brain and its interaction with target proteins. The proteins obtained belonged to the following functional groups: 1) proteins/enzymes involved in energy generation and carbohydrate metabolism; 2) proteins involved in cytoskeleton formation and exocytosis; 3) protein regulators of gene expression, cell division, and differentiation; 4) proteins involved in signal transduction and regulation of enzyme activity; 5) antioxidant and protective proteins/enzymes; 6) enzymes of lipid metabolism; 7) enzymes of metabolism of proteins and other nitrogen containing biological molecules. Administration of the neuroprotective dose of isatin before MPTP significantly narrowed the repertoire of mouse brain isatin-binding proteins, predominantly because of the proteins of the groups 4-7.

The specific targets of the neuroprotective action of isatin are components of the ubiquitin-proteasome system, isatin-binding proteins among them. We discovered them in the isolated fractions of 26S- and 20S proteasomes. The administration of isatin significantly influenced binding of proteins with Rpn10, regulatory subunit of 26S proteasome.

*The reported study was funded by RFBR, projects number 18-015-00042 and 19-015-00073.*

### **ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ БЕЛЫХ КРЫС К ОСТРОЙ НОРМОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ** **Бурых Э.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова, РАН, Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m972.sudak.ns2020-16/121-122>

Одним из методов неинвазивного исследования энергетических резервов головного мозга является оценка устойчивости организма к острому гипоксическому воздействию. В настоящее время доминирующим методом оценки устойчивости животных к острой гипоксии является оценка времени возникновения при гипоксии паттерна дыхания, называемого «гэспинг» - gasping-time. Это отметка времени при гипоксии близка к той, при которой возникает необратимая остановка дыхания. Однако паттерн «гэспинг» не всегда проявляется отчетливо. В этом случае при продолжении гипоксического воздействия для более четкого выявления данного паттерна возникает риск потери животного для дальнейших исследований. В связи с этим становится актуальной проблема выявления и других – более ранних коррелят устойчивости к острой гипоксии, позволяющих прогнозировать время жизни в условиях недостатка кислорода.

С целью решения данной задачи было проведено исследование на беспородных крысах-самцах (N = 24, вес 250-300 г.). Гипоксическое воздействие моделировалось путем подачи азота в контейнер объемом 15 л. За счет неполной герметичности контейнера азот смешивался с воздухом, а концентрация кислорода регулировалась скоростью подачи азота таким образом, что за 10 мин концентрация кислорода в контейнере снижалась с 21 до 4% и поддерживалась на этой отметке до окончательной остановки дыхания животного. Непрерывно регистрировали частоту дыхания, а также фиксировали момент возникновения паттерна дыхания типа «гэспинг».

Было обнаружено, что у всех животных на определенном этапе гипоксического воздействия отмечался момент устойчивого снижения частоты дыхания – точка T1. Паттерн дыхания типа «гэспинг» отмечался не у всех животных. У животных, у которых он проявлялся, он возникал в большинстве случаев при частоте дыхания 30-36 \* мин<sup>-1</sup>. Поэтому у всех животных также фиксировали момент возникновения данной частоты дыхания – точка T2. Время возникновения отчетливого гэспинга – точка T3.

Средние значения времени точек T1, T2 и T3 составили, 1042±312 с, 1243±392 с и 1375±420 с, соответственно. Между индивидуальными значениями всех точек наблюдалась корреляция, превышающая 0,9. Разность между значениями T3 и T1 составляет 337±178 с, между T2 и T1 - 132±86 с. Корреляция между T1 и разностью T3 и T1 составила 0,71.

Таким образом, при данном методе моделирования нормобарической гипоксии оценка точек T1 и T2, которые выявляются у всех животных, имеет высокую прогностическую ценность для предположения о времени жизни при гипоксии.

### **EVALUATION OF TOLERANCE TO NORMOBARIC HYPOXIA IN RATS Burykh Eduard A.**

Federal state budget institution of science I. M. Sechenov Institute of evolutionary physiology and biochemistry  
RAS, St-Petersburg, Russia

Evaluation of organism's tolerance to acute hypoxia is one of the methods of noninvasive assessment of energetic reserves of the brain. Currently gasping-time – is a dominating method of hypoxic tolerance assessment in animals. However gasping pattern does not always manifest itself clearly. This makes urgent the problem of revealing of earlier correlates of hypoxic tolerance.

The work was performed on white rats (N=24, males, weight 250-300 g.). Hypoxic exposition was modeled with nitrogen transported to a container (volume 15 l.). Nitrogen was being mixed with an air, and oxygen concentration was supported so that it decreased from 21 to 4% in 10 min and was held at this point to the moment of final respiration arrest. Respiration rate was registered incessantly.

It all animals the moment of steady decrease of respiration rate was revealed – point T1. Gasping pattern in some animals was not revealed. In those animals who demonstrated this pattern, it was revealed at the respiration



rate 30-36 \* min<sup>-1</sup>. So in all animals the moment of this respiratory rate was also detected – point T2. Time of the first distinctive gasping – point T3.

Average values of T1, T2 and T3 were 1042±312 sec, 1243±392 sec и 1375±420 sec, correspondingly. Correlation between individual values of T1, T2 and T3 was above 0.9. Difference between T3 and T1 – 337±178 sec, between T2 and T1 – 132±86 sec. Correlation between T1 and (T3-T1) was 0.71.

So T1 and T2 evaluation, (points which are revealed in all animals), has a high prognostic value for prediction of hypoxic survival time in the present method of normobaric hypoxia modeling.

#### **ПОВЫШЕННАЯ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ К СТРЕССУ У ВЗРОСЛЫХ КРЫС, ВЫЗВАННАЯ СОЧЕТАНИЕМ СТРЕССОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В КРИТИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ**

**Буткевич И.П.<sup>1,2</sup>, Михайленко В.А.<sup>1</sup>, Вершинина Е.А.<sup>1</sup>, Шимараева Т.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Россия; Irinabutkevich@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m973.sudak.ns2020-16/122-123>

Стрессовые воздействия в раннем возрасте вызывают нарушения разных типов поведения и снижают стрессоустойчивость организма к последующим стрессам. Современные исследования указывают на возможное усиление адаптивного поведения, вызванное сочетанием стресса в критические периоды развития. Идентификация стрессовых условий, сочетание которых повышает адаптацию к будущим стрессам, способствует изучению механизмов этого феномена. Цель работы состояла в исследовании влияния сочетания пренатального стресса и стресса в подростковом возрасте на тонической болевой ответ, уровень депрессивноподобного поведения и на стрессовую реактивность гормонального ответа у взрослых крыс. Кроме того, у крыс обоего пола изучали пренатальное влияние антидепрессантов на исследованные типы поведения, нарушенного пренатальным стрессом. Крысам с 9-го дня беременности до родов вводили ингибитор обратного захвата серотонина (5-HT) флуоксетин или агонист 5-HT<sub>1A</sub> рецепторов буспирон. Часть беременных крыс подвергалась иммобилизационному стрессу. Потомство в подростковый период развития подвергали болевому стрессу и принудительному плаванию. У взрослого потомства мы оценивали влияние сочетания этих двух типов стресса на болевой ответ в формалиновом тесте и депрессивно-подобное поведение в тесте принудительного плавания. Обнаружено, пренатальный стресс усилил болевые ответы, организованные на спинальном и супраспинальном уровнях центральной нервной системы, флуоксетин и буспирон нормализовали ответы. Стресс в подростковом периоде нивелировал у взрослых крыс влияние пренатального стресса на воспалительный болевой ответ, интегрированный на супраспинальном уровне; в этих условиях флуоксетин и буспирон не действовали в отличие от их антиноцицептивного влияния на болевой ответ, интегрированный на спинальном уровне. Половые различия, обнаруженные в уровне депрессивно-подобного поведения у пренатально не стрессированных и пренатально стрессированных крыс были также нивелированы. У взрослых контрольных крыс и крыс с пренатальными воздействиями, стресс в подростковом возрасте повысил уровень кортикостерона в плазме крови после принудительного плавания по сравнению с базальным уровнем гормона; не было обнаружено достоверных различий в уровне кортикостерона в ответ на принудительное плавание между группами крыс. Таким образом, сочетание стрессовых воздействий в критические периоды развития при определенных условиях формирует фенотип с повышенной стрессоустойчивостью к воспалительной боли у взрослых крыс. *Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта № 17-04-00214а.*

#### **INCREASED RESISTANCE TO STRESS IN ADULT RATS, CAUSED BY A COMBINATION OF STRESS IMPACTS IN CRITICAL PERIODS OF DEVELOPMENT**

**Butkevich Irina P.<sup>1,2</sup>, Mikhailenko Viktor A.<sup>1</sup>, Vershinina Elena A.<sup>1</sup>, Shimaraeva Tat'yana N.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>I.P. Pavlov Institute of physiology, RAN, St. Petersburg, Russia, <sup>2</sup>Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Russia; irinabutkevich@yandex.ru

Stressful factors at an early age cause disorders of different types of behavior and reduce the resistance of organism to subsequent stresses. Modern researches indicate a possible reinforcement of adaptive behavior, caused by a combination of stress in critical periods of development. Identification of stress conditions, the combination of which increases the adaptation to future stress, promotes the study of mechanisms for this phenomenon. The purpose of this study was to investigate the effect of the combination of prenatal stress and stress in adolescent age on tonic pain response, depression-like behavior and stress reactivity of hormonal response in adult rats. In addition, in rats of both sexes prenatal influence of antidepressants was studied on the studied types of behaviors, impaired by prenatal stress. Wistar rats from the 9th day of pregnancy until delivery were injected intraperitoneally with serotonin reuptake inhibitor fluoxetine or agonist of 5-HT<sub>1A</sub> receptor buspirone. The part of pregnant dams was exposed to immobilization stress. The offspring during the adolescent period of development was subjected to painful stress and forced swimming stress. In the adult offspring, we evaluated the effect of a combination of these two types of stress on the inflammatory pain response in the formalin test and depressive-like behavior in the forced swim test. It was found prenatal stress increased pain responses, organized at the spinal and supraspinal levels of the central nervous system, fluoxetine and buspirone normalized the responses. Stress in the adolescent period cancelled in adult rats the influence of prenatal stress on the inflammatory pain response, integrated at the supraspinal level; in these conditions, fluoxetine and buspirone were not active in contrast to their antinociceptive effect on pain response, integrated at the spinal level. Sex differences, found in the level of depressive-like behavior in prenatally not-stressed and prenatally stressed rats, were also cancelled. In adult control rats and rats with prenatal exposures, stress in adolescent age increased the level of corticosterone in the blood plasma after the forced swimming compared with the basal hormone levels; there were

no significant differences in the level of testosterone in response to forced swimming between rats' groups. Thus, the combination of stress factors in the critical periods of development under certain circumstances generates a phenotype with increased stress tolerance to inflammatory pain in adult rats.

*The study was sponsored by RFBR project № 17-04-00214a.*

## **АДРЕНЕРГИЧЕСКАЯ МОДУЛЯЦИЯ ФУНКЦИЙ ХОЛИНЕРГИЧЕСКИХ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ СИНАПСОВ**

**Бухараева Э.А., Хузахметова В.Ф., Ценцевичский А.Н**

Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия, [ellyab@mail.ru](mailto:ellyab@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m974.sudak.ns2020-16/123>

Нервно-мышечное соединение представляет собой классический холинергический синапс, где ацетилхолин является основным медиатором. Уже более 100 лет известно, что катехоламины, особенно норадреналин и адреналин, оказывают влияние на силу сокращения скелетных мышц позвоночных, действуя как на функциональные свойства мышечных волокон, так и на процесс передачи возбуждения от нерва к мышце. Недавние исследования с использованием современной конфокальной микроскопии у мышей, в которых экспрессированы флуоресцентные белковые маркеры симпатических нервов, свидетельствуют о колокализации симпатических и моторных нервных окончаний в синапсах млекопитающих (Khan et al., 2016). Исследования, проведенные нами ранее, показали, что в нервно-мышечном синапсе лягушки норадреналин вызывает синхронизацию секреторного процесса, не изменяя количества высвобождаемого нейротрансмиттера в ответ на нервный стимул (Bukcharaeva et al., 1999). Это проявилось в уменьшении флуктуаций синаптических задержек между пиком потенциала действия нервного окончания и началом постсинаптического ответа, а также в сокращении фазы нарастания многоквантового ответа и увеличении его амплитуды. Данный эффект опосредуется активацией  $\beta_1$ -адренорецепторов, что приводит к повышению внутриклеточного уровня цАМФ (Bukcharaeva et al., 2002). Наши последние данные указывают на то, что в нервно-мышечном соединении мыши норадреналин, в отличие от синапсов лягушки, десинхронизирует процесс нейросекреции из моторных нервных окончаний. В синапсах диафрагмальной мышцы мыши квантовое освобождение стало более асинхронным под действием норадреналина, о чем свидетельствует большая дисперсия истинных синаптических задержек. Однако, адреналин, напротив, синхронизировал процесс квантовой секреции. Кроме того, норадреналин и адреналин снижали интенсивность спонтанного высвобождения квантов. Этот эффект норадреналина устранялся блокаторм  $\beta$ -адренорецепторов пропранололом, тогда как действие адреналина снималось антагонистом  $\alpha$ -адренорецепторов фентоламином. Норадреналин не изменял число квантов, секретируемых в ответ на нервный стимул, адреналин снижал уровень вызванного освобождения ацетилхолина. Блокирование  $\alpha$ -адренорецепторов предотвращало эффект адреналина. Наши данные свидетельствуют об участии  $\alpha$ - и  $\beta$ -адренорецепторов в модуляции спонтанной и вызванной секреции квантов ацетилхолина в нервно-мышечном соединении мыши. Кроме того, полученные результаты показывают, что существуют принципиальные различия в действии катехоламина норадреналина на параметры нейросекреции в нервно-мышечных синапсах у теплокровных и холоднокровных животных. *Поддержано РФФИ 18-15-00046.*

## **ADRENERGIC MODULATION OF THE CHOLINERGIC PERIPHERAL SYNAPSES FUNCTIONS**

**Bukharaeva Ellya, Khuzakhmetova Venera, Tsentsevitsky Andrei**

Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics FRC KazSC RAS, Kazan, Russia, [ellyab@mail.ru](mailto:ellyab@mail.ru)

Neuromuscular junction is a classical cholinergic synapse where acetylcholine is the main mediator. More than 100 years it is known that catecholamines, especially noradrenaline and adrenaline, can influence on the muscular activity in vertebrates affecting both the functional properties of muscle fibers and the process of excitation transmission from nerve to muscle. Recent studies employing the modern confocal microscopy in mice expressing fluorescent protein markers of sympathetic nerves provide evidences for colocalization of sympathetic and motor nerve endings in mammal's synapses (Khan et al., 2016). Our previous studies have shown that in the frog neuromuscular synapse noradrenaline causes synchronization of the secretory process without changing the amount of neurotransmitter released (Bukcharaeva et al., 1999). This was manifested in a decrease of fluctuations in synaptic delays between the peak of the nerve ending action potential and the onset of the postsynaptic response as well as in the a decrease in the rise phase of the multiquantum response and an increase in its amplitude. This effect is mediated by activation of  $\beta_1$  adrenoceptors resulting in elevation of the intracellular cAMP level (Bukharaeva et al., 2002). Our recent data indicate that, in the neuromuscular junction of the mouse, noradrenaline, on the contrary, desynchronizes the process of neurosecretion from motor nerve endings. In the synapses of the diaphragm of the mouse, quantal release became more asynchronous after noradrenaline application, as evidenced by a large dispersion of real synaptic delays, while adrenaline, in contrast, synchronized the release process. In addition, noradrenaline and adrenaline reduced the intensity of spontaneous release of quanta. This effect of noradrenaline was eliminated by the blocker of  $\beta$ -adrenergic receptors propranolol, while the action of adrenaline was abolished by the antagonist of  $\alpha$ -adrenergic receptors phentolamine. Noradrenaline did not change the number of quanta secreted in response to a nerve stimulus, while adrenaline suppressed the induced release of acetylcholine quanta. Blocking  $\alpha$ -adrenergic receptors prevented a drop in induced secretion caused by adrenaline. Our data indicate the participation of  $\alpha$  and  $\beta$  adrenergic receptors in the modulation of spontaneous and evoked secretion of acetylcholine quanta in the neuromuscular junction of the mouse. In addition, the results show that there are fundamental differences in the effect of catecholamine noradrenaline on the parameters of neurosecretion in neuromuscular synapses in warm-blooded and cold-blooded animals.

*Supported by RSF (18-15-00046)*



## АКТИВНОСТЬ ЗЕРКАЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ ПРИ НАБЛЮДЕНИИ И ВОСПРИЯТИИ ВРЕМЕНИ

Бушов Ю.В.<sup>1</sup>, Ушаков В.Л.<sup>2</sup>, Светлик М.В.<sup>1</sup>, Карташов С.И.<sup>2</sup>, Орлов В.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Национальный Исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, РФ; <sup>2</sup> Национальный Исследовательский Центр «Курчатовский институт», г. Москва, РФ; [bushov@bio.tsu.ru](mailto:bushov@bio.tsu.ru)

<https://doi.org/10.29003/m975.sudak.ns2020-16/124>

Изучение функций зеркальных нейронов является актуальной задачей современной психофизиологии. Целью настоящего исследования явилось изучение активности зеркальных нейронов у молодых мужчин и женщин при наблюдении и отмеривании коротких интервалов времени, при наблюдении и репродукции пятисекундного ритма. В качестве маркеров активации зеркальных нейронов использовали депрессию мю-ритма в альфа- и бета-диапазонах частот, корковые взаимодействия на частоте этого ритма между центральными и другими зонами коры, результаты фМРТ – сканирования мозга. Установлено, что подготовка и выполнение действий, связанных с нажатием на клавишу при наблюдении и восприятии времени, сопровождается депрессией мю-ритма на отдельных частотах. Этот эффект зависит от частоты мю-ритма, вида и этапа выполняемой деятельности, способа шкалирования интервалов времени, пола и латеральной организации мозга. Обнаружено, что подготовка и выполнение указанных действий, чаще всего, сопровождается усилением корковых связей на частоте мю-ритма между центральными и другими зонами коры. Результаты фМРТ- сканирования мозга показали, что наблюдение за восприятием времени сопровождается у мужчин и женщин повышением активности в различных областях мозга: в зрительной коре, прецентральных областях моторной коры, височных и фронтальных областях коры, в таламусе, гиппокампе, базальных ганглиях и мозжечке, а также в областях коры, которые относятся к речевым структурам. Предполагается, что эти структуры мозга относятся к функциональной системе, которая обеспечивает понимание действий и намерений других людей. Показано, что репродукция ритма и отмеривание интервалов времени сопровождаются у мужчин и женщин значительной активацией прекунеуса, зрительной коры, фронтальных и височных областей коры, некоторых отделов мозжечка. Предполагается, что эти структуры относятся к функциональной системе измерения времени. Обнаружены отчетливые гендерные различия активации мозговых структур при наблюдении и восприятии времени. Полученные результаты и некоторые литературные данные позволяют предположить, что зеркальные нейроны сами по себе не обеспечивают понимание действий и намерений. Они обеспечивают взаимодействие между префронтальной корой, местами хранения в мозге двигательных программ, двигательными и сенсорными зонами коры. Результатом взаимодействия этих структур и является понимание действий и намерений других людей.

*Настоящее исследование поддержано грантом РФФИ №18-013-00758.*

## THE ACTIVITY OF MIRROR NEURONS UNDER THE SUPERVISION AND PERCEPTION OF TIME

Bushov Yuri V. <sup>1</sup>, Ushakov Vadim L. <sup>2</sup>, Svetlik Mikhail V. <sup>1</sup>, Kartashov Sergey I. <sup>2</sup>, Orlov Vyacheslav A. <sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia;

<sup>2</sup>National Research Center "Kurchatov Institute", Moscow, Russia; [bushov@bio.tsu.ru](mailto:bushov@bio.tsu.ru)

Studying the functions of mirror neurons is an urgent task of modern psychophysiology. The purpose of this study was to study the activity of mirror neurons in young men and women when observing and measuring short time intervals, when observing and reproducing a five-second rhythm. As markers of mirror neurons activation, we used mu-rhythm depression in the alpha and beta frequency ranges, cortical interactions at the frequency of this rhythm between the Central and other cortical zones, and the results of fMRI brain scans. It was found that the preparation and execution of actions related to pressing a key when observing and perceiving time is accompanied by a depression of the mu-rhythm at certain frequencies. This effect depends on the frequency of the mu-rhythm, the type and stage of the activity performed, the method of scaling time intervals, gender, and lateral organization of the brain. It was found that the preparation and execution of these actions is most often accompanied by an increase in cortical connections at the mu-rhythm frequency between the Central and other cortical zones. The results of fMRI scans of the brain showed that the observation of time perception is accompanied by increased activity in various areas of the brain in men and women: in the visual cortex, precentral areas of the motor cortex, temporal and frontal cortex, in the thalamus, hippocampus, basal ganglia and cerebellum, as well as in areas of the cortex that belong to speech structures. It is assumed that these brain structures belong to a functional system that provides insight into the actions and intentions of other people. It is shown that the reproduction of rhythm and measuring time intervals are accompanied by significant activation of the precuneus, visual cortex, frontal and temporal cortex, and some parts of the cerebellum in men and women. It is assumed that these structures belong to a functional time measurement system. Distinct gender differences in the activation of brain structures during observation and perception of time were found. The results obtained and some literature data suggest that mirror neurons themselves do not provide an understanding of actions and intentions. They provide interaction between the prefrontal cortex, storage sites in the brain of motor programs, motor and sensory areas of the cortex. The result of the interaction of these structures is an understanding of the actions and intentions of other people.

*This study is supported by RFBR grant № 18-013-00758.*

## ИЗУЧЕНИЕ ЭВРИСТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЭКСПРЕСС-МЕТОДИК ПСИХОЛОГО-ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Валькова Н.Ю.<sup>1</sup>, Комаровская Е.В.<sup>2</sup>

Северный(Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова <sup>1</sup>кафедра «Биологии человека и биотехнических систем», Архангельск, Россия; <sup>2</sup>кафедра «Педагогики и психологии», Северодвинск, Россия; e.komarovskaya@narfu.ru

<https://doi.org/10.29003/m976.sudak.ns2020-16/125>

Разработан и апробирован исследовательский комплекс для психолого-психофизиологического мониторинга. Обследованы 34 учащихся 7 классов (12 – 13 лет; 17 мальчиков и 17 девочек) и 36 9-классников (14 – 15 лет; 19 мальчиков и 17 девочек). Эвристические возможности методик показаны на примере соотношений с успешностью обучения (средняя арифметическая величина всех текущих оценок за год по 10 учебным предметам). Использован кластерный анализ, методика окончательных нуклоидов.

Взаимосвязи психолого-психофизиологических особенностей учащихся и успешности усвоения на примере успеваемости по русскому и иностранному языкам показаны в средней дисперсии результативных признаков, обусловленной градациями факториального признака в % и в баллах (по результатам специально проведенного кластерного анализа, в скобках).

7 класс. Русский язык: активациометр (исследование активности правого и левого полушарий головного мозга) 27,95% (9б); зрительная память (образы) 19,24% (8б); «Расстановка чисел» 19,18% (8б); Латер-4 (компьютерный прибор «Латертест», 4 методика) 15,67% (8б); проба Шварцландера 14,44% (7б); Латер-3 14,36% (7б); зрительная память (числа) 12,31 (7б); субъективная оценка влияния факторов окружающей среды 11,94% (7б).

Иностранный язык: кистевая динамометрия 25,80% (9б); температура тела 21,75% (9б); проба Шварцландера 20,11% (8б); активациометр 19,42% (8б); Латер-1 15,34% (8б); Латер-2 14,57% (8б); «Расстановка чисел» 14,12% (7б); Латер-3 14,07% (7б); метод цветowych выборов 11,56% (7б).

9 класс. Русский язык: активациометр 28,44% (9б); температура тела 19,45% (8б); межполушарное взаимодействие Латер-1 17,59% (8б); Латер-2 17,08% (8б); метод цветowych выборов 17,07% (8б); проба Шварцландера 14,78% (8б); Латер-4 14,33% (7б).

Иностранный язык: активациометр 52,54% (10б); субъективная оценка влияния факторов окружающей среды 19,06% (8б); проба Шварцландера 13,24% (7б); метод цветowych выборов 11,31% (7б); ценностные ориентации 11,00% (6б).

Таким образом, показаны высокие дифференцирующие и эвристические возможности разработанной технологии. Психолого-психофизиологическое обеспечение учебно-познавательной деятельности учащихся средних и старших классов различается в зависимости от возраста, специфики учебных дисциплин и, по-видимому, иных факторов, которые могут быть выявлены при организации исследований по технологии многофакторного эксперимента.

## STUDY OF HEURISTIC POSSIBILITIES OF EXPRESS METHODS OF PSYCHOLOGICAL AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL MONITORING

Val'kova Nadezhda Yu.<sup>1</sup>, Komarovskaya Elena V.<sup>2</sup>

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, <sup>1</sup> Department of Human Biology and Biotechnical Systems, Arkhangelsk, Russia; <sup>2</sup>Department of Pedagogy and Psychology, Severodvinsk, Russia; e.komarovskaya@narfu.ru

The research complex for psychological and psychophysiological monitoring was developed and tested. 34 students in 7th grades (12-13 years old; 17 boys and 17 girls) and 36 students in 9th grades (14-15 years old; 19 boys and 17 girls) were surveyed. The heuristic capabilities of the methods are shown in the example of correlation with learning success (the average arithmetic value of all current grades for the entire academic year for 10 academic subjects). The methods of clustering and final nucleoids were applied.

The relationship of psychological and psychophysiological characteristics of students and the success of learning in the example of academic performance in Russian and Foreign languages are shown in the average dispersion of productive signs, which is due to the gradations of the factorial sign. The results are presented in % and in points (based on the results of the special cluster analysis, in parentheses).

7th grade. Russian language: hardware-software complex «Activaciones» (study of activity of the right and left hemispheres of the brain) 27,95% (9b); visual memory (images) 19,24% (8b); "Number placement" 19,18% (8b); Later-4 (computer device "Latertest", method 4) 15,67% (8b); Schwarzlander test 14,44% (7b); Later-3 14,36% (7b); visual memory (numbers) 12,31 (7b); subjective assessment of the impact of environmental factors 11,94% (7b).

Foreign language: handgrip strength 25,80% (9b); body temperature 21,75% (9b); Schwarzlander test 20,11% (8b); hardware-software complex «Activaciones» 19,42% (8b); Later-1 15,34% (8b); Later-2 14,57% (8b); "Number placement" 14,12% (7b); Later-3 14,07% (7b); color selection method 11,56% (7b).

9th grade. Russian language: hardware-software complex «Activaciones» 28,44% (9b); body temperature 19,45% (8b); interhemispheric interaction Later-1 17,59% (8b); Later-2 17,08% (8b); color selection method 17,07% (8b); Schwarzlander test 14,78% (8b); Later-4 14,33% (7b).

Foreign language: hardware-software complex «Activaciones» 52,54% (10B); subjective assessment of environmental factors 19,06% (8b); Schwarzlander test 13,24% (7b); color selection method 11,31% (7b); value orientations 11,00% (6b).

Therefore, high differentiating and heuristic capabilities of the developed technology are shown. Psychological and psychophysiological support of educational and cognitive activity of middle and high school students differs depending on the age, the specifics of academic disciplines and, apparently, other factors that can be identified when organizing research with the use of multi-factor experiment technology.

## ОСОБЕННОСТИ МИКРОСТРУКТУРЫ ДВИГАТЕЛЬНОЙ, ЗРИТЕЛЬНОЙ И ЗАДНЕЙ АССОЦИАТИВНОЙ ОБЛАСТЕЙ КОРЫ БОЛЬШОГО МОЗГА ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

Васильева Валентина А.<sup>1</sup>, Павлычева Людмила А.<sup>2</sup>, Шумейко Нина С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное Государственное Бюджетное Научное Учреждение «Институт возрастной физиологии» РАО, Москва, Россия; [vavasileva@mail.ru](mailto:vavasileva@mail.ru)

<sup>2</sup>Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма», Москва, Россия, [pavlycheva152@yandex.ru](mailto:pavlycheva152@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m977.sudak.ns2020-16/126>

В последние годы исследователями уделяется большое внимание изучению ансамблевой организации различных отделов мозга, однако, данных об особенностях нейронных ансамблей в коре большого мозга детей раннего возраста недостаточно.

Сравнительный компьютерный анализ выявил, что площадь профильных полей (ППП) пирамидных нейронов значительно увеличивается в III слое поля 4р к 6 мес, 1 и 3 годам, в поле 37ас задней ассоциативной области объем пирамидных нейронов увеличивается к 1 году и 2-3 годам. С возрастом происходит перераспределение нейронов в сторону увеличения количества более крупных размерных классов, однако, сохраняются специфические особенности полей разных областей.

Темпы увеличения площади профильных полей (ППП) нейронных группировок в полях двигательной, зрительной и задней ассоциативной областей коры большого мозга наиболее значительны в первые три года постнатальной жизни. Интенсивность нарастания ППП нейронных группировок в различных полях коры большого мозга неодинакова. В период от рождения до 3 лет значимое увеличение ППП группировок нейронов в двигательной коре происходит в полях бор и 4р к 1 году, в поле 6 – к 1 и 3 годам. В полях зрительной коры наиболее значительный рост ППП группировок нейронов отмечается в полях 17 и 19 к 1 году и 3 и годам, в поле 37ас задней ассоциативной области коры – к 1 и 2 годам. Суммарная площадь нейронов в составе группировок двигательной коры увеличивается к 1 и 3 годам, задней ассоциативной – к 1 и 2 годам, что связано с увеличением размеров нейронов, составляющих группировки, а также с усложнением их клеточного состава. В процессе индивидуального развития увеличиваются расстояния между группировками, обусловленные нарастанием сосудистого и волокнистого компонентов.

Таким образом, в период от рождения до 3 лет в полях двигательной, зрительной и задней ассоциативной областей коры изменение цитоархитектоники происходит гетерохронно и с различной интенсивностью. Сложные структурные преобразования нейронных группировок – одного из основных компонентов нейро-глио-сосудистого ансамбля – в период от рождения до 3 лет происходят неоднозначно в различных полях и соответствуют функциональным особенностям каждой области коры большого мозга человека.

## FEATURES OF THE ENSEMBLE ORGANIZATION OF MOTOR, VISUAL AND POSTERIOR ASSOCIATIVE ZONES OF THE HUMAN CEREBRAL CORTEX AT THE EARLY CHILDHOOD

Vasilyeva Valentina<sup>1</sup>, Pavlycheva Ludmila<sup>2</sup>, Shumejko Nina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal State "Institute of Developmental Physiology" RAE, Russia; [vavasileva@mail.ru](mailto:vavasileva@mail.ru)

<sup>2</sup>Federal State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism, Moscow, Russia, [pavlycheva152@yandex.ru](mailto:pavlycheva152@yandex.ru)

In recent years, researchers have paid great attention to the ensemble organization of various brain regions, but there is not enough data on the features of neural ensembles in the cerebral cortex at the early childhood.

Comparative computer analysis that the area of the profile fields (APF) of pyramid neurons significantly increases in the III layer of the 4p field by 6 months, 1 and 3 years, in the 37ac field of the posterior associative region, the volume of pyramid neurons increases by 1 and 2-3 years. With age, there is a redistribution of neurons in the direction of increasing the number of larger size classes, however, specific features of fields in different regions are saved.

The rate of increase in area profile fields (APF) neural groups in the fields of motor and visual areas of the cortex most significant in the first three years of postnatal life. The growth intensity of the APF neural groups in various fields of the cortex varies. In the period from birth to 3 years a significant increase in APF groups of neurons in the motor cortex occurs in the fields 6op and 4p to 1 year, in the field 6 – to 1 and 3 years. In the fields of visual cortex the most significant growth of groups of APF neurons observed in the fields 17 and 19 to 1 and 3 years. In the field 37ac of posterior associative area of the cortex increases APF neural groups observed for 1 and 2 years. The total area of neurons in the composition of groups of motor cortex is increased by 1 and 3 years, posterior associative – 1 and 2 years, which is associated with an increase in the size of neurons that make up the group, as well as with the complexity of the cellular composition. In the process of individual development increase the distance between groups is caused by the increase of vascular and fibrous components.

Thus, in the period from birth to 3 years in the fields of the motor, visual and posterior associative regions of the cortex, the change in cytoarchitectonics occurs heterochronously and with differently intensity. Complex structural transformations of neural groups – one of the main components of neuro-glio-vascular ensemble – in the period from birth to 3 years to happen unequal in various fields and correspond to the functional characteristics of each cortex area of the human brain.

## КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ К ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОМУ СОПРОВОЖДЕНИЮ ДЕТЕЙ С ОВЗ

Васильева Н.Н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН; АНО ВО «Российский новый университет», Москва, Россия; vasnadya@rambler.ru

<https://doi.org/10.29003/m978.sudak.ns2020-16/127>

Развитие системы подготовки кадров, способных компетентно решать не только традиционные, но и новые сложные задачи в отношении детей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) является одним из целевых ориентиров современного вектора в развитии профессионального образования.

Грамотное решение вопросов, связанных с дифференциальной диагностикой, построением индивидуальных программ обучения, созданием психологически комфортной и безопасной образовательной среды, целенаправленным формированием жизненной компетентности детей с ОВЗ, определяет необходимость интеграции результатов комплексных медицинских, психологических, педагогических исследований и их внедрения в практику психолого-педагогического сопровождения детей.

В целях эффективной реализации основных направлений Концепции развития образования обучающихся с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья до 2030 г., актуальными становятся задачи развития профессиональной компетентности педагогов, внедрения достижений физиологии и медицины в практику комплексного сопровождения развития и обучения детей с особыми образовательными потребностями, выявления педагогических условий организации и построения образовательной деятельности на основе психофизиологических и индивидуальных особенностей детей.

Профессиональная подготовка будущих бакалавров в области психолого-педагогического образования детей с ОВЗ должна быть нацелена на формирование междисциплинарных связей на основе эффективного сочетания интеграции и координации знаний разных областей науки (физиологии, медицины, психологии, педагогики). Это предполагает опору в процессе преподавания на новейшие достижения в области психофизиологии, нейрофизиологии, нейропсихологии, психологической коррекции.

Таким образом, в контексте современных тенденций развития системы профессионального образования, подготовка бакалавров к организации психолого-педагогического сопровождения детей с ОВЗ должна формировать у них знания о биологических основах развития психических функций, функциональном развитии мозга ребенка, возрастных психофизиологических, адаптационных и компенсаторных возможностях организма детей на разных этапах возрастного развития.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 20-013-00654а).*

## THE COMPETENCE APPROACH IN THE SYSTEM OF BACHELOR TRAINING IN PSYCHOLOGICAL AND EDUCATIONAL SUPPORT FOR CHILDREN WITH SPECIAL HEALTH NEEDS

Vasilyeva Nadezhda N.

Institute for information transmission problems (Kharkevich Institute), Russian Academy of Sciences;  
Russian New University, Moscow, Russia; vasnadya@rambler.ru

One of the targets of today's professional education is to develop the system of training for specialists capable of competently solving not only traditional, but also new complex problems for children with special needs.

The need to integrate the results of comprehensive medical, psychological, pedagogical research and their implementation in practical psychological and pedagogical advocacy for children is determined by the issues which are related to differential diagnosis, building individual training programmes, creating a psychologically comfortable and safe educational environment, and forming a life competence of children with disabilities.

In order to implement the main directions of Development Programme of education for disabled students until 2030, we should regard the task of teachers' professional competence and development as a priority. The following aspects are no less important: introducing the achievements of physiology and medicine into the practice of comprehensive support for training of children with special educational needs, identifying pedagogical conditions necessary for organizing educational activity based on psychophysiological and individual children's characteristics.

Professional training of future bachelors in the field of psychological and pedagogical education of children should be aimed at meta-disciplinary and mutually beneficial relations of interconnected areas of knowledge (physiology, medicine, psychology, pedagogy). This involves relying on state-of-the-art ideas in the fields of psychophysiology, neurophysiology, neuropsychology, psychological correction.

Thus, in the context of modern trends in the development of the professional education system, the training of bachelors and the organization of psychological and pedagogical support for children with disabilities should undoubtedly form the knowledge of the biological foundations of mental functions, the functional development of the child's brain, age-related psychophysiological, adaptive and compensatory abilities of children at different stages of age development. *Supported by RFBR grant 20-013-00654a.*

## СУБЪЯДЕРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ДОФАМИНЕРГИЧЕСКИХ НЕЙРОНОВ

ЧЕРНОЙ СУБСТАНЦИИ КРЫС

Вежева О.А.<sup>1</sup>, Сергеев В.Г.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», г. Ижевск, Россия;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Ижевская медицинская академия, г. Ижевск, Россия; [cellbio@ya.ru](mailto:cellbio@ya.ru)

<https://doi.org/10.29003/m979.sudak.ns2020-16/127-128>

Разработка экспериментальных моделей паркинсонподобных состояний у животных требует знания об особенностях морфофункциональной организации черной субстанции (ЧС), гибель дофаминергических



(ДА) нейронов которой вызывает нарушение центральных механизмов моторного контроля. Несмотря на то, что в последнее время было предложено несколько классификаций популяционной организации ДА нейронов ЧС у человека и грызунов, приходится признать, что до сих пор не сформировано единого мнения как об их количестве, так и номенклатуре.

Взяв за основу данные об интенсивном взаимодействии в ЧС ДА- и ГАМК-эргических нейронов, и, предположив возможность топографической сопряженности этих клеточных групп, мы описали цитотопографическую организацию ДА кластеров ЧС на основе различий в клеточной морфологии и математического алгоритма кластеризации объектов, основанного на оценке пространственной ассоциации выделяемых клеточных групп с прилегающими областями ЧС, содержащей ГАМК-эргические нейроны.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-015-00177а*

#### **SUBNUCLEAR ORGANIZATION OF THE DOPAMINERGIC NEURONES IN THE RATS SUBSTANTIA NIGRA**

**Vezheeva Olga A.<sup>1</sup>, Sergeyev Valeriy G.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Udmurt State University, Izhevsk, Russia;

<sup>2</sup>Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russia; [cellbio@ya.ru](mailto:cellbio@ya.ru)

The development of experimental parkinson-like disease models in animals requires knowledge of the features of the morphofunctional organization of the substantia nigra (SN), the death of dopaminergic (DA) neurons of which causes a violation of the central mechanisms of motor control. It has to be recognized that there is still no consensus on the number and nomenclature of the DA population, despite the fact that several classifications of DA neurons groups in humans and rodents have recently been proposed.

We described the cytotopographic organization of DA clusters based on differences in cell morphology and a mathematical algorithm for clustering objects based on an assessment of the spatial association of secreted cell groups with adjacent areas of emergency containing GABAergic neurons, based on the data on the intense intranuclear interaction of DA and GABAergic neurons, and suggesting the possibility of topographic conjugation of these cell groups.

*This work was supported by RFBR grant №18-015-00177а*

#### **ДИНАМИКА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ У ЛИЦ С РАЗНЫМ ТИПОМ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ**

**Вербенко П. С., Жукова А. В., Залата О. А.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского» Медицинская академия имени С. И. Георгиевского, г. Симферополь, Россия, [annzhukova13@yandex.ru](mailto:annzhukova13@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m980.sudak.ns2020-16/128-129>

Целью исследования была оценка влияния кратковременного воздействия визуального стимульного материала на показатели психоэмоционального состояния в соответствии с характерологическими особенностями субъектов тестирования.

Обследовали 28 студентов-медиков, проживающих в г. Симферополе (девушки  $n=16$ ; юноши  $n=12$ ;  $20,8 \pm 1,86$  лет). Уровень тревожности оценивали с помощью опросника Спилбергера-Ханина. Описание психоэмоционального состояния базировалось на результатах опроса по методике САН и анализе результатов по восьмицветному модифицированному тесту М. Люшера. Данная методика отражает важные стороны человеческой индивидуальности, обращая внимание на существование зон психологического и физического напряжения. С помощью теста В. В. Бойко оценивали ведущий тип эмоциональной реакции на воздействия стимулов окружающей среды. Для описания полученных данных использовали методы непараметрической статистики. Студенты были протестированы дважды – до и после предъявления стимульного материала. В зависимости от типа эмоционального реагирования предлагалось посмотреть видеоряд по методике «International Affective Pictures System», содержащий в себе позитивные или негативные изображения. По длительности видео составляло 3 минуты: одна картинка демонстрировалась в течение 6 секунд, интервал между картинками (чёрный экран) – 12 секунд.

В соответствии с результатами диагностики типа эмоциональной реакции студенты продемонстрировали равномерное разделение на преимущественно положительно ( $n=15$ ) и отрицательно ( $n=15$ ) реагирующих субъектов. Сравнительный анализ уровня ситуационной (СТ) у студентов до и после просмотра видеоряда, по типу их эмоционального реагирования, выявил отличия (Т-критерий,  $p \geq 0,05$ ): уровень СТ до стимуляции ( $Me=34,0$ ) был выше, чем после завершения эксперимента ( $Me=33,0$ ). Уровень самочувствия, подтверждая соответствие видеоряда и предрасположенности респондентов к определенному паттерну реакции, отвечал достоверно более высокому уровню после стимуляции, в то время как уровень активности достоверно снижался.

Установили, что психоэмоциональное состояние после кратковременной визуальной демонстрации изображений, индуцирующих эмоциональный фон достоверно изменяется в соответствии с модальностью видеоряда. Погружение индивида в комфортное для него эмоциональное состояние приводит к общему расслаблению, снижению уровня тревожности и общему улучшению самочувствия.

#### **DYNAMICS OF PSYCHOEMOTIONAL STATE IN INDIVIDUALS WITH DIFFERENT TYPES OF EMOTIONAL PERCEPTION**

**Verbenko Polina S., Zhukova Anna V., Zalata Olga A.**

Federal University named after V. I. Vernadsky, Medical Academy. S. I. Georgievsky, Simferopol, Russian Federation



The aim of the study was to assess the effect of short-term exposure to visual stimulus material on indicators of psychoemotional state in accordance with the characterological characteristics of the test subjects.

28 medical students living in Simferopol (girls 16, boys 12;  $20.8 \pm 1.86$  years) were examined. Personal characteristics were assessed due to using the Spielberger-Hanin questionnaire. The description of the psychoemotional state was based on the results of the SAN survey and the analysis of the results of the eight-color modified test by M. Lusher. This technique reflects important aspects of human personality, paying attention to the existence of zones of psychological and physical stress. Using the V. V. Boyko test we evaluated the leading type of emotional response to environmental effects. Methods of nonparametric statistics were used to describe the obtained data. The students were tested twice - before and after presenting the incentive material. Depending on the type of emotional response, it was suggested to watch a video series using the "International Affective Pictures System" method, containing positive or negative images. The duration of the video was 3 minutes: one picture was shown for 6 seconds, the interval between pictures (black screen) - 12 seconds.

In accordance with the results of diagnostics of the type of emotional reaction, the students demonstrated a uniform division into predominantly positive ( $n=15$ ) and negative ( $n=15$ ) reacting subjects. A comparative analysis of the level of situational (ST) in students before and after viewing the video series, by the type of their emotional response, revealed differences (T-index,  $p \geq 0.05$ ): the level of ST before stimulation ( $Me=34.0$ ) was higher than after the end of the experiment ( $Me=33.0$ ). The level of well-being, confirming the correspondence of the video sequence and the respondents' predisposition to a certain reaction pattern, corresponded to a significantly higher level after stimulation, while the level of activity significantly decreased.

Thus, an intra-group analysis of psychoemotional and personal indicators after a short-term visual demonstration of images that induce an emotional background, established their reliable change in accordance with the modality of the video sequence. This may indicate that an individual's immersion in a comfortable emotional state leads to General relaxation, a decrease in anxiety levels, and an overall improvement in well-being.

#### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ**

**Викулова А.П., Алексеева А.С., Ломтатидзе О.В.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, Россия,  
[olya.l@mail.ru](mailto:olya.l@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m981.sudak.ns2020-16/129-130>

Степень созревания морфофункциональной организации областей коры головного мозга, обеспечивающих моторные функции, определяет специфику организованности психических процессов ребенка в различные возрастные периоды. При этом регулярные занятия спортом могут повлиять на темпы развития изучаемых функций.

В эксперименте приняли участие 44 ребенка (22 мальчика и 22 девочки) в возрасте 7-11 лет. Испытуемые были разделены на три группы: дети, занимающиеся спортом от 1 года и более (17 человек), дети, занимающиеся музыкой от 1 года и более (13 человек) и дети, которые не занимались ни в каких секциях (14 человек). Во всех случаях на участие в исследовании было получено добровольное согласие родителей. На изучаемой выборке были проведены нейропсихологические и психофизиологические методики по определению уровня развития крупной моторики: пробы Ромберга, проба «Кулак-ребро-ладонь»; и мелкой моторики: проба степени сохранности премоторной зоны, проба фигура Тейлора, проба «Домики»; методика определения ведущей руки Аннет. Однофакторный дисперсионный анализ исследуемых показателей развития моторных функций у детей показал влияние трех факторов: возраст, пол, занятие спортом. В зависимости от возраста общая доля полностью выполненных правой рукой проб достоверно ( $F=7.86$ ,  $p<0.05$ ) возрастает, что говорит о процесс формирования функциональной моторной асимметрии активно продолжается в начальной школе. Пробы на мелкую моторику, такие как «Домики» и «Тейлор», с возрастом демонстрируют достоверное улучшение ( $F=6.0$ ,  $p<0.05$ ), в то время как пробы на крупную моторику и чувство равновесия, такие как «кулак – ребро – ладонь» и проба Ромберга с возрастом достоверно ухудшаются ( $F=4.8$ ,  $p<0.05$ ). Подобная разнонаправленная динамика может являться следствием процессов гетерохронности развития различных областей моторной коры на фоне ограниченности ресурсов в условиях адаптации детей в младшей школе, с одной стороны, и направленной на развитие мелкой моторики учебной деятельности, с другой стороны. При этом во всех исследуемых возрастах девочки выполняют пробу «кулак-ребро – ладонь» лучше ( $F=8.4$ ,  $p<0.05$ ), чем мальчики. А занятия спортом достоверно повышают результативность показателей крупной моторики по пробам развития премоторной зоны и Ромберга ( $F=3.7$ ,  $p<0.05$ ), что снижает степень гетерохронии и приводит к более гармоничному развитию этой группы.

#### **COMPARATIVE ANALYSIS OF MOTOR FUNCTION DEVELOPMENT IN YOUNGER SCHOOLCHILDREN**

**Vikulova Anastasiya P., Alekseeva Anna S., Lomtadze Olga V.**

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin», Ekaterinburg, Russia, [olya.l@mail.ru](mailto:olya.l@mail.ru)

The level of maturation of morphofunctional organization of regions of the cerebral cortex providing motor functions determines the specificity of the organization of mental processes of the child during different age periods. At the same time regular sports activities can affect the rate of development of studied functions.

44 children (22 boys and 22 girls) aged 7-11 took part in the experiment. They were divided into three groups: children engaged in sports from 1 year or more (17 persons), children engaged in music from 1 year or more (13 persons) and children who did not participate in any sections (14 persons). In all cases, the voluntary consent of the parents was obtained to participate in the study. The study sample carried out neuropsychological

and psychophysiological methods to determine the level of development of gross motor skills: Romberg test, Fist-rib-palm test; and fine motor skills: test of the premotor zone, test of Taylor's figure, test of "House"; Annette's method for determining the leading hand.

A one-way Anova analysis of the indicators of motor function development in children showed the influence of three factors: age, sex, sports. Depending on the age, the total proportion of samples fully performed by the right hand reliably ( $F = 7.86$ ,  $p < 0.05$ ) increases, which indicates the process of formation of functional motor asymmetry actively continues in primary school. Fine motor tests such as "House" and "Taylor" show reliable improvement with age ( $F = 6.0$ ,  $p < 0.05$ ), while gross motor tests and a sense of balance such as "fist-rib-palm" and Romberg's test deteriorate reliably with age ( $F = 4.8$ ,  $p < 0.05$ ). Such different dynamics can be a consequence of heterochronous processes of development of different areas of motor cortex against the background of limited resources in conditions of adaptation of children in primary school, on the one hand, and aimed at development of fine motor activities of educational activity, on the other hand. At the same time in all examined ages girls perform a test "fist-rib-palm" better ( $F = 8.4$ ,  $p < 0.05$ ) than boys. And sports activities reliably increase efficiency of indicators of gross motor on test of development of premotor zone and Romberg test ( $F = 3.7$ ,  $p < 0.05$ ), which reduces degree of heterochronia and leads to more harmonious development of this group.

#### **ПРЕДШЕСТВЕННИК СЕРТОНИНА 5-ГИДРОКСИТРИПТОФАН СТИРАЕТ ОБСТАНОВОЧНУЮ ОБОРОНИТЕЛЬНУЮ ПАМЯТЬ У НАЗЕМНЫХ УЛИТОК**

**Винарская А.Х., Зюзина А.Б., Балабан П.М.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; [aliusha1976@mail.ru](mailto:aliusha1976@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m982.sudak.ns2020-16/130>

В настоящей работе мы исследовали влияние предшественника серотонина 5-гидрокситриптофана (5-НТР) на поддержание и реконсолидацию обстановочной памяти виноградной улитки. Была использована модель формирования обстановочной оборонительной реакции. Для исследования роли 5-НТР были выбраны две микромолярные концентрации (45 мМ, 22 мМ) и миллимолярная концентрация ( $10^{-3}$ М). До обучения поведенческие ответы в двух обстановках не отличались друг от друга. После 10-дневного сеанса обучения (предъявление электрического тока улиткам только в контексте на шаре) у улиток сформировалась обстановочная память, что выражалось как достоверное различие амплитуд сокращения щупальца на тактильные раздражители в двух разных обстановках (Т1). 24 часа после Т1 улитки были разделены на группы: группе G1 был введен 5-НТР без напоминания; группе G2 был проведен сеанс «напоминания» (20 минут на шаре), которому предшествовала инъекция 5-НТР (за 1 час); улиткам группы G3 был проведен сеанс «напоминания» с последующей немедленной инъекцией 5-НТР. Инъекции 5-НТР в микромолярных концентрациях привели к нарушению обстановочной памяти через 24 часа и позже после введения 5-НТР (тестовые серии Т2, Т3 с интервалом 24 часа). При этом напоминание усиливало отрицательное влияние 5-НТР на проявление обстановочной памяти: если память об обстановке на фоне действия 5-НТР и напоминания исчезала практически полностью, то в случае введения 5-НТР без напоминания наблюдалось лишь частичное уменьшение ответов животного на условный стимул. Улитки, получившие инъекции 5-НТР в миллимолярной концентрации, демонстрировали полное отсутствие обстановочной памяти вне зависимости от активации памяти при введении 5-НТР. Улитки из контрольной группы, которым при напоминании вводили физиологический раствор Рингера, демонстрировали достоверную разницу между ответами в двух обстановках на протяжении всех тестовых сессий. Это довольно интересные результаты, особенно если учесть, что ранее было показано, что нарушение функционирования серотонергической системы во время напоминания приводит к ослаблению уже сформировавшейся памяти. Таким образом, обстановочная память в равной степени чувствительна как к «выключению» серотонергической системы, так и к ее повышенной активации.

*Работа поддержана грантом РФФИ 19-75-10067.*

#### **SEROTONIN PRECURSOR 5-HYDROXYTRYPHANE ERASES THE CONTEXT MEMORY IN TERRESTRIAL SNAILS**

**Vinarskaya Aliya Kh., Zuzina Alena B., Balaban Pavel M.**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia; [aliusha1976@mail.ru](mailto:aliusha1976@mail.ru)

In this study we investigated the effect of serotonin precursor 5-hydroxytryptophan (5-HTP) on maintaining and reconsolidation of the context memory in Helix. The model of context conditioning was used. To study the role of 5-HTP we chose two micromolar concentrations (45  $\mu$ M, 22  $\mu$ M) and a millimolar concentration ( $10^{-3}$  M). Before learning, the behavioral responses in the two contexts were no different. After 10-day training session (presenting electric shocks to the snails only in one context (on the ball)), the snails acquired context memory, which was expressed as a significant difference in the amplitudes of tentacle withdrawal in the two contexts (T1). 24 hours after T1, the snails were divided into groups: group G1 was administered 5-HTP without reminder; group G2 had a "reminder" session (20 minutes on the ball), which was preceded by an injection of 5-HTP (1 hour); snails of the G3 group had a "reminder" session followed by an immediate injection of 5-HTP. Injections of 5-HTP in micromolar concentration led to impairment of context memory (test sessions T2, T3). The reminder reinforced the negative effect of 5-HTP on context memory: 5-HTP+reminder reduced context memory almost completely whereas only partial decrease in the animal's responses to the conditioned stimulus was observed in case of use of the precursor without reminder. Snails that received millimolar concentration of 5-HTP showed complete absence of context memory regardless of memory activation. Snails from the control group, which were injected with Ringer physiological saline, showed a significant difference between the responses in the two contexts during all test sessions. These data are quite interesting, especially when one consider the fact that a malfunction of the serotonergic system leads to a weakening of the context memory. Thus, context memory is equally sensitive to both "turning off" the serotonergic system and its increased activation. *Supported by RSF grant 19-75-10067.*

## **К ВОПРОСУ О ВЗАИМОСВЯЗИ ИНДИВИДУЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЛИЧНОСТИ И ПРЕДПОЧТЕНИЙ В ВЫБОРЕ СТИЛЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ТАТУИРОВКИ КАК АТРИБУТИВНОГО АСПЕКТА СОЦИАЛЬНОЙ АФФИЛИАЦИИ.**

**Власенко Я.А., Давыдов А.А.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
Томск, Россия; jacobdv97@yahoo.com, kaf.del.st.lab@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m983.sudak.ns2020-16/131>

Человек является биопсихосоциальным существом. При этом социальные (средовые) компоненты могут влиять на личность и поведение человека столь же (или в иных ситуациях даже больше) значимо, чем биологические. С древнейших времён огромное значение играла включённость индивида в социальную иерархию и деятельность племени. Для индивида, подвергавшегося остракизму (изгнанию из племени), вероятность выживания в тех условиях многократно снижалась. Таким образом, исторически включённость в социальную среду, принадлежность какой-либо группе являлась фактором выживания. Однако, с усложнением социальной иерархии и увеличением количества родоплеменных союзов, возникла необходимость не просто принадлежать (аффилироваться) к какой-то социальной группе, но иметь атрибутивные особенности этой группы. Например, кельты наносили синюю краску – вайду – на тело, приписывая ей магические свойства и это являлось отличительной чертой воина. Однако, к настоящему времени, значение татуировки приобрело, в основном, художественно-эстетическое значение. Существуют разные стили художественной татуировки: минимализм, акварель, реализм, биомеханика, трайбл, треш-полька и т. д. При этом, мы предполагаем, что с течением времени причина нанесения татуировки не изменилась, но приобрела скрытый характер, т. е. набивание художественно-эстетической татуировки и выбор стиля зависит от того, с какой социальной группой (культурой, этносом, субкультурой, религией и т. д.) человек себя бессознательно ассоциирует. Однако, и ассоциация себя с какой-либо социальной группой в современном контексте может значительно больше, чем в древности, зависеть от индивидуально-психологических особенностей личности (уровня агрессии, ценностей, специальных способностей, когнитивного стиля и т. д.). Например, специальная способность в виде музыкального слуха содействует высоким достижениям музыканта и он, как следствие, придавая этому сакральное значение, набивает татуировку в виде скрипичного ключа.

**Заключение:** в результате теоретического анализа выдвинута гипотеза о наличии взаимосвязи индивидуально-психологических особенностей личности и предпочтений в выборе стиля художественной татуировки как атрибутивного аспекта социальной аффилиации.

## **TO THE QUESTION OF THE RELATIONSHIP OF INDIVIDUAL-PSYCHOLOGICAL PECULIARITIES OF PERSONALITY AND PREFERENCES IN CHOOSING THE STYLE OF ART TATTOO AS AN ATTRIBUTIVE ASPECT OF SOCIAL AFFILIATION.**

**Vlasenko Yakov A., Davydov Artem A.**

Federal state budgetary educational institution of higher education "Siberian state medical University" of the Ministry of health of the Russian Federation, Tomsk, Russia; jacobdv97@yahoo.com, kaf.del.st.lab@mail.ru

Man is a biopsychosocial creature. Moreover, social (environmental) components can affect a person's personality and behavior as much (or in other situations even more) significantly than biological ones. Since ancient times, the inclusion of an individual in the social hierarchy and activities of the tribe has played a huge role. For an individual who was ostracized (expelled from a tribe), the probability of survival under those conditions was many times reduced. Thus, historically, inclusion in the social environment, belonging to any group was a survival factor. However, with the complexity of the social hierarchy and the increase in the number of tribal unions, it became necessary not only to belong (to affiliate) to some social group, but to have attributive features of this group. For example, the Celts applied blue paint - weida - on the body, attributing magical properties to it, and this was a hallmark of a warrior. However, to date, the significance of tattoos has acquired mainly artistic and aesthetic significance. There are different styles of artistic tattoos: minimalism, watercolor, realism, biomechanics, tribal, trash polka, etc. At the same time, we assume that over time the reason for tattooing has not changed, but acquired a hidden character, i.e. stuffing artistic and aesthetic tattoos and the choice of style depends on which social group (culture, ethnic group, subculture, religion, etc.) a person unconsciously associates himself with. However, the association of oneself with any social group in the modern context can significantly more than in antiquity depend on the individual psychological characteristics of a person (level of aggression, values, special abilities, cognitive style, etc.). For example, a special ability in the form of musical hearing contributes to the high achievements of the musician, and as a result, giving this sacred meaning, he stuffs a tattoo in the form of a treble clef. Conclusion: the result of the study proves the existence of the inverse linear correlation between field dependence and suicidal risk (i.e., the person is more polenezavisim, the lower the risk of suicide), the person is more useful, the higher the suicidal risk). The obtained result empirically confirms the existence of previously justified methodologically «Werther effect».

**Conclusion:** as a result of theoretical analysis, a hypothesis was put forward that there is an interconnection of individual psychological characteristics of a person and preferences in choosing the style of artistic tattooing as an attribute aspect of social affiliation.



## БУЛЬБАРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ВИСЦЕРАЛЬНОЙ И СОМАТИЧЕСКОЙ БОЛИ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ МОДУЛЯЦИИ

Волкова А.С.<sup>1</sup>, Михалкин А.А.<sup>2</sup>, Любашина О.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт фармакологии им. А.В. Вальдмана ФГБОУ ВО Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия;  
[nastysha09@rambler.ru](mailto:nastysha09@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m984.sudak.ns2020-16/132>

Супраспинальные нейрональные механизмы, обеспечивающие специфику клинических проявлений висцеральной и соматической боли, во многом остаются неясными. Между тем, нарушениям именно в этих процессах отводят ведущую роль в патогенезе хронических болевых синдромов разного генеза. Поэтому выяснение особенностей таких механизмов и поиск способов их специфической фармакологической модуляции необходимы для успешной разработки дифференцированных методов лечения разных видов боли. Целью нашего исследования, выполненного на анестезированных крысах линии Вистар, являлось определение нейрональных механизмов, обеспечивающих селективный контроль висцеральной и соматической ноцицепции на уровне продолговатого мозга, и изучение действия на них серотонинергического лекарственного средства (метоклопрамид). В работе использовали иммуногистохимический метод определения нейрональной экспрессии c-fos белков и микроэлектродную технику регистрации импульсной активности нейронов.

После висцеральной (растяжение толстой кишки) или соматической (сдавливание хвоста) болевых стимулов наиболее выраженная экспрессия c-fos белков была выявлена в нейронах вентролатеральной ретикулярной области продолговатого мозга (ВЛРО). При этом активируемые соматической болью клетки содержали более крупные и более плотно окрашенные c-fos-позитивные ядра, чем реагирующие на висцеральный стимул, что указывает на функциональную разнородность этих нейрональных популяций. При регистрации импульсной активности в ВЛРО выявлены три популяции клеток: возбуждающиеся только при висцеральной боли, отвечающие только на соматическую боль и реагирующие на оба вида раздражения. Внутривенное введение 5-HT<sub>3</sub>-антагониста/5-HT<sub>4</sub> агониста метоклопрамида (2,4 и 6 мг/кг) вызывало дозозависимое подавление ответов висцеральных и общих ноцицептивных нейронов на растяжение кишки, тогда как эффект на соматические и общие ноцицептивные клетки при сдавливании хвоста был незначительным.

Полученные данные свидетельствуют о существовании специфических бульбарных нейрональных механизмов для обработки висцеральных и соматических болевых сигналов, реализация которых дифференцированным образом модулируется серотонинергическими средствами, в частности, метоклопрамидом.

*Часть работы выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-015-00055).*

## BULBAR MECHANISMS OF VISCERAL AND SOMATIC PAIN AND FEATURES OF THEIR PHARMACOLOGICAL MODULATION

Volkova Anastasia S.<sup>1</sup>, Mikhalkin Aleksandr A.<sup>2</sup>, Lyubashina Olga A.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Valdman Institute of Pharmacology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia; <sup>2</sup> Pavlov Institute of Physiology of the Russian Academy of Sciences, St/ Petersburg, Russia;  
[nastysha09@rambler.ru](mailto:nastysha09@rambler.ru)

The supraspinal neuronal mechanisms that underlie specific clinical manifestations of visceral and somatic pain remain largely unclear. Meanwhile, impairments in these processes are thought to play a leading role in the pathogenesis of chronic pain syndrome of different genesis. Therefore, the identification of such mechanisms and the search for specific ways of their pharmacological modulation are necessary for the successful development of differentiated methods for the treatment of various types of pain. The purpose of our study, carried out on anesthetized Wistar rats, was to determine neuronal mechanisms that provide selective control of visceral and somatic nociception at the level of the medulla oblongata, and to study the effect of serotonergic drug (metoclopramide) on them. In the work, the immunohistochemical method for determining neuronal c-fos protein expression and the microelectrode technique for recording impulse neuronal activity were used.

After both visceral (colorectal distension) and somatic (tail squeezing) painful stimulations, the most pronounced expression of c-fos proteins was revealed in the neurons of the ventrolateral reticular area of the medulla (VLR). However, somatic pain-activated cells contained larger and more tightly stained c-fos-positive nuclei than those responding to visceral stimulus, indicating the functional diversity of these neuronal populations. By using the registration of impulse neuronal activity in VLR, three cell populations were identified: excited by visceral pain only, responding exclusively to somatic pain and responsive to both types of noxious stimulation. Intravenous administration of a 5-HT<sub>3</sub> antagonist/5-HT<sub>4</sub> agonist metoclopramide (2.4 and 6 mg/kg) caused dose-dependent suppression of visceral and general nociceptive neurons' responses to colorectal distension, whereas the drug's effect on somatic and general nociceptive cells during squeezing of the tail was negligible.

The obtained data show the existence of specific bulbar neuronal mechanisms for processing visceral and somatic pain signals, the realization of which is differentially modulated by serotonergic agents, in particular, by metoclopramide. A part of this work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant number 18-015-00055).

## **ДВИГАТЕЛЬНАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА**

**Волкова Е.С., Сальникова Е.П.**

Башкирский институт физической культуры (филиал) Уральского государственного университета  
физической культуры, Уфа, Россия; [volkova\\_ekata@mail.ru](mailto:volkova_ekata@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m985.sudak.ns2020-16/133>

Дети с расстройством аутистического спектра составляют большой удельный вес среди всех детей с отклонениями в состоянии здоровья (около 2 %). Особенностью этой группы является то, что для них характерны комплексные нарушения психического развития, что крайне затрудняет процессы социализации. Остается размытым понимание - действительно ли такие отклонения становятся более распространенными или рост связан с изменением диагностических критериев? Кроме того, не секрет, что еще в недалеком прошлом такой «проблемы» не существовало. Тем не менее, она существует, однако успех ее решения зависит, в том числе, и от правильной и своевременной оценки состояния ребенка и индивидуальных программ двигательной реабилитации с учетом особенностей психофизических, сенсомоторных, перцептивных характеристик ребенка.

Сфера адаптивной физической культуры предполагает работу, в том числе и с таким контингентом, где двигательная рекреация является ведущим элементом в развитии и становлении личностных качеств.

Наблюдения проводили в Реабилитационном центре для детей и подростков с ограниченными возможностями здоровья г. Уфы. В зоне наших исследований находились трое мальчиков 7-8 лет в диапазоне интеллектуального недоразвития (69-73 балла по шкале Д. Векслера). Состояние психомоторики определяли по четырём тестам, оценивающим: сенсомоторную, статическую и динамическую координацию, реципрокность движений, пространственную ориентировку. У обследуемых детей с аутизмом выявили нарушения всех оцениваемых видов координации движений и пространственной организации действий, хотя и в разных соотношениях. Для этих детей были разработаны комплексы физических упражнений, направленных на улучшение различных видов координационных способностей. В основу комплексов легли работа со средней линией, разновидности и техника перемещений, ориентация в пространстве, ходьба с препятствиями, работа со снарядами, логоритмика, выполняемые в игровой форме.

В дальнейшем, интерес представляет выявить корреляцию между особенностями познавательной деятельности, а также поведенческих и эмоционально-личностных характеристик детей, страдающих аутистическими расстройствами с моторными дисфункциями. Считаем, что это должно лечь в основу разработки индивидуальных программ двигательной реабилитации, позволяющей самостоятельно выполнять упражнения без посторонней помощи; нормализовать психофизическое и физическое состояние, а значит помочь ребенку более успешно адаптироваться в окружающем мире.

## **MOTOR REHABILITATION OF CHILDREN WITH AUTISTIC SPECTRUM DISORDERS**

**Volkova Catherine S., Salnikova Catherine P.**

Bashkir Institute of Physical Culture (branch) of the Ural State University of Physical Culture, Ufa, Russia;  
[volkova\\_ekata@mail.ru](mailto:volkova_ekata@mail.ru)

Children with autism spectrum disorder make up a large proportion of all children with health problems (about 2%). A feature of this group is that they are characterized by complex disorders of mental development, which makes socialization processes extremely difficult. Understanding remains unclear - are such deviations becoming more common or is growth associated with a change in diagnostic criteria? In addition, it is no secret that in the recent past, such a "problem" did not exist. Nevertheless, it exists, but the success of its solution depends, inter alia, on the correct and timely assessment of the condition of the child and individual programs of motor rehabilitation, taking into account the characteristics of the psychophysical, sensorimotor, perceptual characteristics of the child.

The field of adaptive physical education involves work, including with such a contingent, where motor recreation is a leading element in the development and formation of personal qualities.

Observations were carried out in the Rehabilitation Center for Children and Adolescents with Disabilities in Ufa. In the area of our research there were three boys of 7-8 years old in the range of intellectual underdevelopment (69-73 points on the D. Wexler scale). The state of psychomotorism was determined by four tests evaluating: sensorimotor, static and dynamic coordination, reciprocity of movements, spatial orientation. The examined children with autism revealed violations of all evaluating types of coordination of movements and spatial organization of actions, although in different proportions. For these children, complexes of physical exercises were developed aimed at improving various types of coordination abilities. The complexes are based on work with the middle line, varieties and technique of movements, spatial orientation, walking with obstacles, working with shells, and logic rhythmic performed in a playful way.

In the future, it is of interest to identify a correlation between the characteristics of cognitive activity, as well as the behavioral and emotional-personal characteristics of children suffering from autistic disorders with motor dysfunctions. We believe that this should form the basis for the development of individual programs of motor rehabilitation, which allows you to independently perform exercises without outside help; normalize the psychophysical and physical state, which means helping the child to adapt more successfully in the surrounding world.



## ВЛИЯНИЕ ГИМАНТАНА НА ИЗМЕНЕНИЯ $\text{Ca}^{2+}$ И $\text{Na}^{+}$ , ВЫЗВАННЫЕ АКТИВАЦИЕЙ NMDA-КАНАЛОВ В КУЛЬТИВИРУЕМЫХ НЕЙРОНАХ МОЗГА КРЫСЫ

Воронина Н.А.<sup>1</sup>, Лисина О.Ю.<sup>1</sup>, Красильникова И.А.<sup>2</sup>, Сурин А.М.<sup>1,2</sup>, Кучеряну В.Г.<sup>1</sup>, Капица И.Г.<sup>3</sup>,  
Воронина Т.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «НИИ общей патологии и патофизиологии», Москва, Россия;

<sup>2</sup> ФГАУ «НМИЦ Здоровья Детей» Минздрава России, Москва, Россия;

<sup>3</sup> ФГБНУ «НИИ фармакологии имени В.В. Закусова», Москва, Россия.

<https://doi.org/10.29003/m986.sudak.ns2020-16/134>

При болезни Паркинсона одним из ведущих механизмов нейродегенерации является эксайтотоксичность глутамата, основного возбуждающего нейромедиатора мозга, развивающаяся в результате избыточной стимуляции ионотропных глутаматных рецепторов NMDA-типа. Препараты, способные обратимо ингибировать NMDA рецепторы, рассматривают в качестве перспективных фармакологических агентов, предотвращающих гибель нейронов и замедляющих развитие нейродегенерации. В данной работе исследовано влияние N-(2-адамантил)-гексаметиленмина гидрохлорида (гимантана) на изменения внутриклеточной концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  ( $[\text{Ca}^{2+}]_i$ ),  $\text{Na}^{+}$  ( $[\text{Na}^{+}]_i$ ) и митохондриального потенциала ( $\Delta\Psi_m$ ), индуцированные NMDA в культивируемых нейронах. Культуры приготавливали из коры головного мозга 1-2-дневных крыс Вистар как описано в [Krasilnikova et al, 2019]. Эксперименты с животными выполняли в соответствии с этическими принципами и нормативными документами Европейского научного фонда (ESF) и Декларацией о гуманном отношении к животным. Измерения  $[\text{Ca}^{2+}]_i$ ,  $[\text{Na}^{+}]_i$  и  $\Delta\Psi_m$  выполнены на установке, включающей флуоресцентный инвертированный микроскоп Olympus IX-71 с мультиточечной системой освещения Sutter Lambda 10-2 и охлаждаемой CCD-камерой CoolSnap HQ. Управление установкой осуществляли с помощью программы MetaFluor.

Показано, что кратковременные субтоксичные дозы NMDA (2-3 мин, 10 мкМ) вызывают быстрый подъем  $[\text{Ca}^{2+}]_i$ , который обратимо ингибируют высокие концентрации  $\text{Mg}^{2+}$  (10 мМ) и гимантана (100 мкМ). Длительное действие нейротоксической концентрации NMDA (20 мин, 500 мкМ) вызывало развитие отсроченной кальциевой дисрегуляции (ОКД) [Khodorov, 2004], устойчивый подъем  $[\text{Na}^{+}]_i$  и сильное падение  $\Delta\Psi_m$ . Гимантан (100 мкМ) снижал рост  $[\text{Ca}^{2+}]_i$ , отдалая развитие ОКД, уменьшал деполяризацию митохондрий и способствовал восстановлению исходных значений  $[\text{Ca}^{2+}]_i$ ,  $[\text{Na}^{+}]_i$  и  $\Delta\Psi_m$  после прекращения действия NMDA. В отличие от гимантана высокоаффинный неконкурентный ингибитор NMDA-каналов МК-801 необратимо ингибировал изменения  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  и  $\Delta\Psi_m$ , даже при воздействии высокой концентрации NMDA (500 мкМ). Очевидно, гимантан проявляет нейропротекторные свойства, благодаря снижению потоков  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Na}^{+}$  сквозь NMDA-каналы и меньшему росту  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  и  $[\text{Na}^{+}]_i$ . Обратимость ингибирования NMDA-каналов благоприятствует нормализации функционирования мозга после отмены применения гимантана.

*Исследование выполнено согласно Гос. заданию № 0520-2019-0029.*

## INFLUENCE OF HEMANTANE ON CHANGES IN $\text{Ca}^{2+}$ AND $\text{Na}^{+}$ , CAUSED BY ACTIVATION OF NMDA CHANNELS IN CULTIVATED RAT BRAIN NEURONS

Voronina Natalia A.<sup>1</sup>, Lisina Oksana Yu.<sup>1</sup>, Krasilnikova Irina A.<sup>2</sup>, Surin Alexandr M.<sup>1,2</sup>, Kucheryanu Valerian G.<sup>1</sup>, Kapitsa Inga G.<sup>3</sup>, Voronina Tatiana A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of General Pathology and Pathophysiology, Baltiyskaya str., 8, Moscow, 125315, Russia;

<sup>2</sup>National Medical Research Center of Children's Health, Lomonosovsky av., 2/1, Moscow, 119991, Russia;

<sup>3</sup>Zakusov Research Institute of Pharmacology, Baltiyskaya str., 8, Moscow, 125315, Russia.

In Parkinson's disease, one of the leading mechanisms of neurodegeneration is the excitotoxicity of glutamate, the main excitatory brain neurotransmitter. The excitotoxicity develops as a result of excessive stimulation of ionotropic NMDA-type glutamate receptors. Drugs reversibly inhibiting NMDA receptors are considered as promising pharmacological agents to prevent the death of neurons and slow down neurodegeneration. In this work, we studied the effect of N-(2-adamantyl)-hexamethyleneimine hydrochloride (hemantane) on changes in the intracellular concentration of  $\text{Ca}^{2+}$  ( $[\text{Ca}^{2+}]_i$ ),  $\text{Na}^{+}$  ( $[\text{Na}^{+}]_i$ ) and mitochondrial potential ( $\Delta\Psi_m$ ) induced by NMDA in cultured neurons. Cultures were prepared from the cerebral cortex of rats of 1-2-day-old Wistar rats as described in [Krasilnikova et al, 2019]. Experiments with animals were performed in accordance with the ethical principles and regulatory documents recommended by the European Convention on the Protection of Vertebrate Animals. The measurements of  $[\text{Ca}^{2+}]_i$ ,  $[\text{Na}^{+}]_i$  and  $\Delta\Psi_m$  were performed employing fluorescence microscopy system based on an Olympus IX-71 inverted microscope with a Sutter Lambda 10-2 multi-wavelength illumination system and a cooled CoolSnap HQ CCD camera. The system was controlled using the MetaFluor program.

It was shown that short-term subtoxic doses of NMDA (2-3 min, 10  $\mu\text{M}$ ) cause a rapid rise in  $[\text{Ca}^{2+}]_i$ , which is reversibly inhibited by high concentrations of  $\text{Mg}^{2+}$  (10 мМ) and hemantane (100  $\mu\text{M}$ ). The prolonged administration of the neurotoxic NMDA concentration (20 min, 500  $\mu\text{M}$ ) caused the development of delayed calcium deregulation (DCD) [Khodorov, 2004], a steady rise in  $[\text{Na}^{+}]_i$  and a profound drop in  $\Delta\Psi_m$ . Hemantane (100  $\mu\text{M}$ ) reduced the growth of  $[\text{Ca}^{2+}]_i$ , postponed the development of DCD, reduced mitochondrial depolarization and helped restore the initial values of  $[\text{Ca}^{2+}]_i$ ,  $[\text{Na}^{+}]_i$  and  $\Delta\Psi_m$  after the NMDA withdrawal. Unlike hemantane, the high-affinity non-competitive inhibitor of NMDA channels MK-801 irreversibly blocked changes of  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  and  $\Delta\Psi_m$ , even at high NMDA concentration (500  $\mu\text{M}$ ). Obviously, hemantane exhibits neuroprotective properties due to a decrease in  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Na}^{+}$  fluxes through NMDA channels and a lower growth of  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  and  $[\text{Na}^{+}]_i$ . The reversibility of NMDA channels inhibition favors the normalization of brain functioning after termination of hemantane administration.

*Supported by State task № 0520-2019-0029.*

## НЕЙРОННЫЙ МЕХАНИЗМ КОНСТАНТНОГО ЭКРАНА

Воронков Г.С.<sup>1</sup>, Изотов В.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия;

<sup>2</sup> Костромской технологический университет, Кострома, Россия; [av13675@yandex.ru](mailto:av13675@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m987.sudak.ns2020-16/135>

При смещении взора по *зрительному пространству* (ЗП), при неподвижной голове само ЗП воспринимается как стабильное - при этом смещается только направление внимания по нему (ЗП это видимое пространство, ограниченное глазницей и носом). Стабильность восприятия ЗП-картины требует объяснения, поскольку при каждом новом взоре ЗП-картина по сетчатке смещается. Этот вопрос был поставлен Гельмгольцем. Сравнительно недавно получено нейрофизиологическое подтверждение существования в новой коре так называемого *константного экрана* (КЭ), ЗП-картина по которому при смещении взора не смещается (см. Пигарев, 1989). Согласно одному из предположений, эта стабильность ЗП-картины могла бы обеспечиваться, например, «переадресацией сигналов» к КЭ (см. Соколов, 1981). Однако какой-либо конкретный нейронный механизм (для компьютерного моделирования), как осуществляется «переадресация», предложен не был. Здесь предлагается один из них. В его описании используются термины *наружный и внутренний взор* (НВ и ВВ), или другими словами - «проекция» сетчатки на ЗП и проекция сетчатки на КЭ, соответственно. Принимается следующая организация управлением НВ и ВВ. Каждое направление НВ на ЗП обеспечивается только одним из нейронов *окуломоторного экрана* (ОМЭ); такое же направление ВВ, как для НВ, но уже на КЭ, обеспечивается только одним из нейронов *разблокирующего тормозного экрана* (РТЭ); каждая такая пара нейронов – один из ОМЭ, другой из РТЭ - одновременно активируется только одним из нейронов *управляющего обоими взорами экрана* (УВЭ). Это и обеспечивает стабильность ЗП-картины в КЭ. Проблемным здесь является механизм «смещения» ВВ по КЭ - ибо, в отличие от оптической «проекции» сетчатки на ЗП, анатомическая проекция сетчатки на КЭ не может смещаться по КЭ, как НВ по ЗП. Суть предлагаемого здесь решения, схематически, в следующем. Каждая точка ЗП может оказаться центром НВ. Каждый выходной нейрон сетчатки (или *ретинотопического экрана* - РЭ; РЭ связан с сетчаткой топографически) проецирует разветвления своего аксона на все нейроны КЭ. Эти активирующие окончания из РЭ непрерывно блокируются тормозными аксонными окончаниями нейронов из общей для всего КЭ *тормозной системы* (ТС). Активность к каждому нейрону КЭ пропускается только по его **избирательно разблокированному** РЭ-входу. **Разблокирование** осуществляется путем торможения ТС-окончаний на РЭ-входах тормозными аксонами нейронов из РТЭ. **Избирательность** торможения обеспечивается тем, что аксон каждого данного нейрона РТЭ проецируется только к тому РЭ-входу (из множества РЭ-входов у каждого данного нейрона КЭ), по которому поступает (при данном НВ) к данному нейрону КЭ активность от того нейрона РЭ, который получает (при этом НВ) активность от точки ЗП, соответствующей («своей») этому нейрону КЭ. Благодаря такой архитектуре связей между нейронами УВЭ, ОМЭ, РТЭ, ТС, РЭ и КЭ, каждый нейрон КЭ получает активность **при любом НВ** только от одной и той же, «своей» точки ЗП; это и обеспечивает стабильность ЗП-картины на КЭ.

## NEURONAL MECHANISM OF CONSTANT SCREEN

Vorontsov Gennady S.<sup>1</sup>, Izotov Vladimir A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> Kostroma State Technological University, Kostroma, Russia; [av13675@yandex.ru](mailto:av13675@yandex.ru)

When the gaze is shifted in the *visual space* (VS), when the head is stationary, the VS itself is perceived as stable - only the attention direction along VS is shifted (VS is the visible space limited by the eye socket and nose). VS perception stability requires an explanation, since with each new gaze the VS-picture is shifted along the retina. This question was posed by Helmholtz. Relatively recently received neurophysiologic confirmation of the existence in the new cortex of the so-called *constant screen* (CS), on which the VS-picture not shift, when the gaze shift (Pigarev, 1989). According to one of the assumptions, VS-picture stability could be provided, for example, by "signals redirection" to CS (Sokolov, 1981). However any specific neural mechanism (for computer modeling), how "redirection" is performed, has not been proposed. One of them is offered here. The terms *external and inner gaze* (EG and IG) are used in his description (or in other words, retina "projection" on VS and retina projection on CS, respectively). The EG and IG management organization is as follows. Each EG direction on VS is provided by only one from neurons of the *oculomotor screen* (OMS); the same IG direction, as for EG, but already on CS, is provided by only one from neurons of *unblocking inhibitory screen* (UIS); each such neuron pair is simultaneously activated by only one from neurons of *controlling both gazes screen* (CGS). This ensures VS-pattern stability on CS. The problem is the IG movement mechanism along CS - because, unlike optical retina "projection" on VS, the anatomic retina projection on CS may not to move along CS, as EG along VS. The proposed solution essence here, schematically, is as follows. Each VS-point can be in the center of EG. Each output neuron of retina (or of the *retinotopic screen* - RS; RS is connected to the retina topographically) projects its axon branches to all CS-neurons. These activating RS-endings are continuously blocked by inhibitory axon endings from the common (for all CS) *inhibitory system* (IS). RS-activity is transmitted to CS-neuron only by **selectively unlocked** RS-ending. This **unlocking** is accomplished by selective inhibition of IS-ending by the axon from UIS. The selection is ensured by the fact that the axon of each given UIS-neuron is projected only on that RS-input (from the RS-input set on each CS-neuron), on which comes (under this EG) the activity from moreover RS-neuron, which receives (under this EG) activity from the VS-point, corresponding ("its") to this CS-neuron. Thanks to this connection architecture between CGS, OMS, UIS, RS, IS and CS neurons, each CS-neuron receives activity **during any EG** only from the same, "his" VS-point; that ensures the VS-picture stability on the CS.

## ПОВЕДЕНИЕ ЖИВОТНЫХ В ТЕСТЕ «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ» ПРИ ТЕХНОГЕННОМ ВРАЩАЮЩЕМСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ И ПРИ ВВЕДЕНИИ СУБСТАНЦИИ Р

Воронцова Т.С., Васильева Н.Н., Исакова Л.С.

Ижевская государственная медицинская академия, г. Ижевск, Россия

<https://doi.org/10.29003/m988.sudak.ns2020-16/136>

В настоящее время повышение уровня электромагнитного излучения отрицательно влияет на организм и приводит к изменениям на физиологическом, биохимическом и морфологическом уровнях.

Поэтому целью нашей работы явилось изучение поведенческих показателей у экспериментальных животных с различной стресс-устойчивостью при действии вращающегося электрического поля и после введения субстанции Р.

Эксперименты проведены на белых крысах, которых подвергали действию техногенного вращающегося электрического поля (патент на полезную модель №166292 «Устройство для исследования влияния вращающегося электрического поля (ВЭП) на биологические объекты») в течение 20 дней. Проведены две серии опытов: изолированного воздействия ВЭП и сочетанного воздействия ВЭП на фоне внутрибрюшинного введения субстанции Р (25мкг в 1 мл физ. р-ра через день). Для оценки поведенческих реакций использовали тест «открытое поле» по Е.В.Коплик. Статистическая обработка результатов по критерию Манна-Уитни.

В первой серии опытов животные протестированы по стандартной методике на стресс-устойчивость в тесте «открытое поле» и распределены на три группы: 24% – стресс-устойчивые; 41% – стресс-неустойчивые и 35% – промежуточные. К 20 дню воздействия ВЭП поведенческие показатели изменились, что привело к перераспределению групп по стресс-устойчивости: группы стресс-устойчивых и промежуточных животных уменьшились с 24 до 6% и с 35 до 6% соответственно, а группа стресс-неустойчивых животных – увеличилась с 41 до 88% относительно показателей до воздействия стресса.

Во второй серии опытов, при действии ВЭП на фоне введения субстанции животные также были протестированы на стресс-устойчивость и распределены на три группы: 33% – стресс-устойчивые; 33% – стресс-неустойчивые и 33% – промежуточные. К концу эксперимента стресс-устойчивость также менялась, а именно, 80% – стресс-устойчивые; 20% – промежуточные, стресс-неустойчивых животных не оказалось.

Таким образом, наши исследования показали, что изолированное воздействие вращающегося электрического поля ведет к снижению стресс-устойчивости животных. Тогда как, субстанция Р обладает стресс-протекторным действием на показатели стресс-устойчивости у животных.

## BEHAVIOR OF ANIMALS IN THE "OPEN FIELD" TEST WITH A TECHNOGENIC ROTATING ELECTRIC FIELD AND AFTER THE INTRODUCTION OF SUBSTANCE P

Vorontsova Tatyana S., Vasileva Nataliy N., Isakova Larysa S.

Izhevsk state medical Academy, Izhevsk

Currently, an increase in the level of electromagnetic radiation negatively affects the body and leads to changes at the physiological, biochemical and morphological levels.

Therefore, the purpose of our work was to study behavioral indicators in experimental animals with different stress-resistance under the action of a rotating electric field and after the introduction of the substance P.

Experiments were performed on white rats that were exposed to a technogenic rotating electric field (utility model patent No. 166292 "Device for studying the effect of a rotating electric field (REF) on biological objects") for 20 days. Two series of experiments were carried out: isolated exposure to REF and combined exposure to REF against the background of intraperitoneal administration of substance P (25mcg in 1 ml of NaCl 0.9% every other day). The "open field" test by E. V. Koplik was used to evaluate behavioral responses. Statistical processing of results based on the Mann-Whitney criterion.

In the first series of experiments, the animals were tested according to the standard method for stress resistance in the "open field" test and divided into three groups: 24%-stress – resistant; 41%-stress – unstable and 35%-intermediate. By day 20 of REF exposure, behavioral indicators changed, which led to a redistribution of stress-resistance groups: the groups of stress-resistant and intermediate animals decreased from 24 to 6% and from 35 to 6%, respectively, and the group of stress-unstable animals increased from 41 to 88% relative to the indicators before stress exposure.

In the second series of experiments, the animals were also tested for stress-resistance during the action of REF against the background of substance administration and were divided into three groups: 33% – stress-resistant; 33% – stress-unstable and 33% – intermediate. By the end of the experiment, the stress-stability also changed, namely, 80% - stress-resistant; 20% – intermediate, stress-unstable animals were not found.

Thus, our research has shown that isolated exposure to a rotating electric field leads to a decrease in the stress resistance of animals. Whereas, substance P has a stress-protective effect on the indicators of stress resistance in animals.

## ОЦЕНКА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ МОЗГА И ЗРЕНИЯ У ДЕТЕЙ С ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКИМИ И ЗРИТЕЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

И.М. Габибов

ФГУП «НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия,

[igabibov@mail.ru](mailto:igabibov@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m989.sudak.ns2020-16/136-137>

Разработка методов с использованием естественных воздействий на детей, является задачей первостепенной важности. Известно, что развитие ДЦП и других нарушений мозга и зрения является

результатом негативных воздействий на ребенка с момента зачатия и дальнейшего развития. Такие нарушения как амблиопия, врожденная и приобретенная миопия разной степени тяжести, катаракта, глаукома, косоглазие, гиперметропия и врожденный и приобретенный нистагм могут иметь чисто нервную природу, хотя этих нарушений во многом связывают с работой мышц и относят к офтальмологии. (Стат. анализ проводится по критериям Манна-Уитни и Фишера).

В обследовании участвовало 38 человек\*: из них 7 детей офтальмологически здоровые (норма), 15 детей с диагнозом миопия разной степени тяжести и астигматизм, 16 детей с психоневрологическими и зрительными нарушениями.

В результате анализа соотношения  $\alpha$ - и  $\beta$ -ритмов ЭЭГ у детей при предъявлении решеток с разными пространственно-частотными составляющими установлено, что при миопии слабой степени наблюдается в затылочной коре (ЗК) снижение  $\alpha$ -ритма до 15-20%, при стимуляции правого (пг) и левого (лг) глаз, а в ассоциативных областях (ЗТК) – до 45-60% ( $r = 0,2$ ;  $P < 0,05$ ), при норме выше 80%. При миопии средней степени тяжести наблюдается снижение значения  $\alpha$ -ритма в ЗК – до 5-7% ( $r = 0,1$ ;  $P < 0,05$ ), чем в ЗТК – до 10-15% ( $R = 0,2$ ;  $P < 0,05$ ). При миопии высшей степени тяжести значения  $\alpha$ -ритма меньше в ЗТК – до 1-7% ( $r = 0,07$ ;  $P < 0,05$ ), чем в ЗК – до 13-30% ( $r = 0,2$ ;  $P < 0,05$ ).

При предъявлении тех же пространственно-частотных решеток в виде теста установлено, что при миопии слабой степени тяжести в основном страдают сетчатка, где уровень сохранности зрительной функции составляет – 60%, в подкорковых зонах составляет около 65-70%, а в ЗК и ЗТК – около 70-75%, при норме – выше 80%, при миопии средней степени тяжести на уровне сетчатки – до 25%, в подкорковых зонах – до 20%, в ЗК – до 25-40% и в ЗТК – до 55-65%, а при миопии высшей степени тяжести на уровне сетчатки – составляет около 40%, в подкорковых зонах – около 35%, а ЗК – около 10-30%, а в ЗТК – 5-20%.

Результаты, полученные при восстановлении зрительной функции у пациентов с психоневрологическими и зрительными нарушениями выявил достоверные различия положительного эффекта между первыми пятью сеансами – пг на 10% ( $P < 0,05$ ,  $U = 1,982$ ), лг – на 12% ( $P < 0,05$ ,  $U = 2,194$ ) и последующими сеансами – пг – на 8,1% ( $P < 0,05$ ,  $U = 2,522$ ), лг – на 12% ( $P < 0,05$ ,  $U = 2,358$ ).

Установлено, что в процессе стимуляции наблюдается положительный терапевтический эффект, происходит уравнивание между глазами, тем самым полностью устраняются косоглазие и нистагм.

\*Исследования не ущемляли права испытуемых и осуществлялись с информационного согласия самых пациентов, их родителей или опекунов в присутствии врача, согласно Приказам Минздрава Российской Федерации №266-ФЗ от 19.06.2003 года и №323-ФЗ от 25.11.2011 года, а также соответствовали этическим нормам, предусмотренными Хельсинской Декларацией 2000 года.

#### **ASSESSMENT AND RESTORATION OF BRAIN AND VISION FUNCTIONS IN CHILDREN WITH PSYCHONEUROLOGICAL AND VISUAL VIOLATIONS**

**Islamagomed M. Gabibov**

Research Institute of human hygiene, occupational pathology and ecology of Federal Mediko-biological agency, St. Petersburg, E-mail: igabibov@mail, Russia.

The development of methods using natural influences on children is a task of paramount importance. It is known that the development of cerebral palsy and other disorders of the brain and vision is the result of negative effects on the child from the moment of conception and further development. Disorders such as amblyopia, congenital and acquired myopia of varying severity, cataracts, glaucoma, strabismus, hyperopia and congenital and acquired nystagmus can be of a purely nervous nature, although these disorders are largely associated with muscle function and are referred to ophthalmology. (Stat. Analysis is carried out according to the criteria of Mann-Whitney and Fisher).

The study involved 38 people \*: of which 7 children were normal vision, 15 children with a diagnosis of myopia of varying severity and astigmatism, 16 children with neuropsychiatric and visual impairments.

An analysis of the ratio of  $\alpha$ - and  $\beta$ -EEG rhythms in children upon presentation of arrays with different spatial-frequency components revealed that, with a weak degree of myopia, the  $\alpha$ -rhythm decreases to 15-20% in the occipital cortex, with stimulation of the right (re) and the left (le) eye, and in the associative areas (AK) - up to 45-60% ( $r = 0,2$ ;  $P < 0,05$ ), with a norm above 80%. With moderate severity of myopia, a decrease in the  $\alpha$ -rhythm value in VK – to 5–7% ( $r = 0,1$ ;  $P < 0,05$ ) than in AK – to 10–15% ( $R = 0,2$ ;  $P < 0,05$ ). With higher severity myopia, the values of the  $\alpha$ -rhythm are less in AK - up to 1-7% ( $r = 0,07$ ;  $P < 0,05$ ) than in VK - up to 13-30% ( $r = 0,2$ ;  $P < 0,05$ ).

Upon presentation of the same spatial-frequency gratings in the form of a test, it was found that with mild myopia, the retina mainly suffers, where the level of visual function is 60%, in the subcortical zones it is about 65-70%, and in VK and AK 70-75%, with the norm - above 80%, with moderate myopia at the level of the retina - up to 25%, in the subcortical zones - up to 20%, in the VK - up to 25-40% and in the AK - up to 55-65%, and with myopia of the highest degree of severity at the level of the retina - is about 40%, in the subcortical zones - about 35%, and VK - about 10-30%, and in AK – 5-20%.

The results obtained during the restoration of visual function in patients with neuropsychiatric and visual impairments revealed significant differences in the positive effect between the first five sessions - re by 10% ( $P < 0,05$ ,  $U = 1,982$ ), le - by 12% ( $P < 0,05$ ,  $U = 2,194$ ) and subsequent sessions - re - by 8.1% ( $P < 0,05$ ,  $U = 2,522$ ), le - by 12% ( $P < 0,05$ ,  $U = 2,358$ ).

It was found that in the process of stimulation a positive therapeutic effect is observed, equalization between the eyes occurs, thereby strabismus and nystagmus are completely eliminated.

\* Studies did not infringe on the rights of the subjects and were carried out with the information consent of the patients themselves, their parents or guardians in the presence of a doctor, according to the Orders of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 266-FL of 06/19/2003 and No. 323-FL of 11/25/2011, and also corresponded ethical standards stipulated by the 2000 Helsinki Declaration.



### ЭЭГ-КОРРЕЛЯТЫ ЭМПАТИИ У КРЫС

Гаврилов В.В.<sup>1,2</sup>, Ештокина Е.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУН Институт психологии РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Московский государственный психолого-педагогический университет, Россия, [nvvgav@mail.ru](mailto:nvvgav@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m990.sudak.ns2020-16/138>

Способность сопереживать является одной из важнейших в отношениях между индивидами: «она заставляет» их изменять свое поведение, иногда в ущерб себе, приводит к сплочению группы, и т. п. Понимание эмпатии как сопереживания является не единственным: выделяют разные виды эмпатии, при этом истинной эмпатией обычно наделяются только люди, а представления об организации активности мозга и психофизиологических основах эмпатии крайне малочисленны. Целью этого исследования было выявление ЭЭГ-коррелятов эмпатии у крыс.

В экспериментальной клетке с двумя педалями и одной кормушкой крысы научались нажимать на педали: сначала на ближнюю к кормушке, затем на дальнюю. Таким образом, обученное животное могло использовать оба способа добывания пищи. Как и предполагали, крысы предпочитали более «быстрый» вариант, а именно, использовали ближнюю педаль. Затем крысы были поделены на две группы: одни из них продолжали добывать себе пищу, нажимая на педали, а другие, помещенные в гамак в специальном отсеке клетки, получали электрокожное раздражение лап, если конспецифик для получения порции пищи нажимал на ближнюю педаль. Мы предположили, что крысы, если они действительно сопереживают конспецифику, «перестроят» свое поведение и будут нажимать на дальнюю педаль, нажатия на которую не сопровождаются разрядом тока для конспецифика - «жертвы» или прекратят пищедобывательное поведение.

Регистрировали суммарную электрическую активность мозга у крыс при реализации ими описанного выше поведения электродами, расположенными эпидурально над моторной, зрительной и задней ретроспленальной областями коры мозга. В усредненных от моментов нажатия на педали и от опускания головы в кормушку потенциалах мозга планировали сопоставить амплитуды и латенции пиков компонентов связанных с поведением потенциалов (СПП) при реализации одного и того же поведения у каждой крысы в контроле и при эмпатии, а также у крыс-«эмпатов» и «равнодушных». В исследовании участвовали 9 взрослых самцов Long Evans. Сначала каждый из них до получения собственного опыта был жертвой в течение 5 ежедневных 30-минутных сессий «добывал» себе пищу в присутствии мягко фиксированных в гамаке незнакомых самок. Ни один из самцов ни в одной из сессий не «сменил» ближнюю педаль на дальнюю, не уменьшил количество нажатий на ближнюю педаль и не отказался от поведения. В поведении со знакомыми конспецификами, при этом независимо от того, была ли уже крыса в положении жертвы или нет, также ни одна из них не проявила эмпатию. В связи с этим, запланированные сопоставления параметры СПП в полной мере провести не удалось. Получены предварительные результаты по сопоставлению параметров СПП у «равнодушных» крыс в одном и том же поведении с электростимуляцией жертвы и в контроле. *Исследование выполнено при финансовой поддержке ФГБОУ ВО МГППУ в рамках научного проекта «Социальные аспекты формирования индивидуального опыта в онтогенетическом развитии» и по госзаданию ФГБУН ИП РАН № 0159-2020-0001*

### EMPATHY IN RATS: EEG-CORRELATES

Gavrilov Vladimir V.<sup>1,2</sup>, Eshtokina Elena S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia, [nvvgav@mail.ru](mailto:nvvgav@mail.ru)

Compassion plays an important role in the relationships between individuals; it drives changes in behaviour, often involving sacrifices of one's own interests in favour of others. Compassion is usually understood as one manifestation of empathy. There is a view that true empathy is an endowment of human, and not of other animals. The organisation of brain activity and psychophysiological bases of empathy require further research. The aim of this work was to study EEG-correlates of empathy in rats.

An experimental cage contained two pedals and one feeder. Male rats (Long Evans, N = 9) learnt to press the pedals in order to obtain food in the feeder: first, they learnt to press the pedal located closer to the feeder and then the pedal located further from the feeder. Thus, after training rats were able to use both pedals to obtain food. When given a choice, the animals predictably showed preference to use the closer pedal. After the initial training the rats were randomly divided into two groups and tested in pairs. While a rat from Group 1 was pressing the pedals to obtain food, a rat from Group 2 was placed in a hammock in a separate division of the experimental cage where it was receiving painful electric footshock every time the other rat pressed the closer pedal. The hypothesis was that, if rats from Group 1 felt compassion, they would change their preference of the closer pedal in favour of the further pedal or stop performing the learnt behaviour to avoid causing pain to a conspecific. After the experiment was conducted under these conditions, the rats from Group 1 and Group 2 switched places.

EEG was recorded in rats performing the pedal-pressing behaviour. Electrodes were located epidurally over motor, visual and posterior retrosplenial cortical areas. EEG potentials were averaged from behavioural events of pedal-pressing and lowering a head into the feeder. We planned to compare amplitudes and latencies of the averaged EEG-potentials between empathy-inducing and control conditions as well as between "empathetic" and "indifferent" animals.

None of the rats changed their preference of the closer pedal in any of the experimental sessions. The quantity of the closer pedal presses did not change in any of the sessions. Rats in this experimental model did not demonstrate empathy, even after themselves they experienced receiving electric shock related to the behaviour of a conspecific. Therefore, we were unable to do the planned comparisons of EEG-potentials. Instead, we analysed EEG-potentials in "indifferent" rats when they performed the same pedal-pressing behaviour in experimental and control conditions. *The study was supported by Moscow State University of Psychology and Education and Institute of Psychology RAS (state assessment № 0159-2020-0001).*



## **НЕЙРОПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ ПОВЫШЕННОЙ ЭКСПРЕССИИ BDNF В УСЛОВИЯХ ИШЕМИИ (OGD) И ГЛУТАМАТ-ИНДУЦИРОВАННОЙ ЭКЗАЙТОТОКСИЧНОСТИ (GluTox)**

**Гавриш М.С.<sup>1</sup>, Гайдин С.Г.<sup>2</sup>, Туровская М.В.<sup>2</sup>, Туровский Е.А.<sup>2</sup>, Бабаев А.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, Россия; <sup>2</sup>Институт биофизики клетки Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Пушкинский научный центр биологических исследований Российской академии наук», Пушкино, Россия; [mary\\_gavrish@mail.ru](mailto:mary_gavrish@mail.ru)

Нейротрофический фактор головного мозга (BDNF) рассматривается, как один из немногих перспективных терапевтических агентов для коррекции ишемических и нейродегенеративных процессов в нервной ткани.

Гипоксически-ишемические повреждения головного мозга часто ассоциируются с негативным клиническим и неврологическим исходом. В настоящее время терапии направлены на восстановление нейрональных потерь и существенное улучшение клинической картины. Поскольку процесс восстановления требует непрерывного приема лекарственных препаратов, особый интерес вызывает использование вирусных векторов, позволяющих обеспечить длительную повышенную экспрессию нейротрофического фактора BDNF нервными клетками.

В работе исследованы механизмы нейропротекторного действия повышенной экспрессии BDNF в гиппокампальных нейронах, достигаемой при помощи трансдукции аденоассоциированным вирусным вектором AAV-Syn-BDNF-eGFP, при моделировании ишемии подобных условий (OGD, кислородно-глюкозной депривации) и глутамат-индуцированной эксайтотоксичности (GluTox).

Было показано, что повышенная экспрессия BDNF оказывает модулирующее действие на  $Ca^{2+}$ -гомеостаз клеток, предотвращая увеличение его концентрации в цитозоле при патологических процессах, а также приводит к подавлению апоптоза и некроза путем активации защитных сигнальных каскадов. Антиапоптотический эффект опосредуется PI3K сигнальным путем. Повышенная экспрессия BDNF оказывает влияние на базовый уровень экспрессии генов – усиливает экспрессию противовоспалительных (IL-10) и снижает уровень экспрессии провоспалительных (IL-1 $\beta$ ) факторов.

Таким образом, полученные результаты демонстрируют, что повышенная экспрессия BDNF оказывает нейропротекторное действие на гиппокампальные нейроны и астроциты при моделировании OGD и GluTox.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ – МК-677.2019.4.*

## **THE NEUROPROTECTIVE EFFECT OF BDNF OVEREXPRESSION AGAINST ISCHEMIA (OGD) AND GLUTAMATE-INDUCED EXCITOTOXICITY (GluTox)**

**Gavrish Maria S.<sup>1</sup>, Gaidin Sergei G.<sup>2</sup>, Turovskaya Maria V.<sup>2</sup>, Turovsky Egor A.<sup>2</sup>, Babaev Alexey A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia; <sup>2</sup>Institute of Cell Biophysics of Federal research center "Pushchino scientific center for biological research of the Russian Academy of Sciences"; [mary\\_gavrish@mail.ru](mailto:mary_gavrish@mail.ru)

The brain neurotrophic factor (BDNF) is considered to be one of the few promising therapeutic agents for the correction of ischemic and neurodegenerative processes in the nervous tissue.

Hypoxic-ischemic brain damage is often associated with negative clinical and neurological outcomes. Currently, therapies are aimed at restoring neuronal loss and a significant improvement in the clinical picture. Since the recovery process requires continuous medication, the use of viral vectors is of particular interest, allowing the long-term increased expression of the neurotrophic factor BDNF by brain cells.

The current study investigated the mechanisms of the neuroprotective effect of increased BDNF expression in hippocampal neurons, achieved by cell transduction with the adeno-associated AAV-Syn-BDNF-eGFP viral vector, under ischemic conditions (OGD, oxygen/glucose deprivation) and glutamate-induced excitotoxicity (GluTox).

It was shown, that increased expression of BDNF has a modulating effect on the  $Ca^{2+}$  homeostasis of cells, preventing an increase in its concentration in the cytosol during pathological processes, and also leads to the suppression of apoptosis and necrosis by activating protective signaling cascades. Antiapoptotic effect is mediated via activation of PI3K pathway. Increased expression of BDNF in the hippocampal neurons affects the basic level of gene expression - enhances the expression of protective (IL-10) and reduces the level of expression of pro-inflammatory (IL-1 $\beta$ ) factors.

Thus, results demonstrate that BDNF overexpression reveals neuroprotective effects on the hippocampal neurons and astrocytes under OGD and GluTox.

*The work was supported by the grant of the President of the Russian Federation – МК-677.2019.4.*

## **ВЛИЯНИЕ ПИТЬЕВОЙ ДЕПРИВАЦИИ НА СОДЕРЖАНИЯ СЕРОТОНИНА В СТРУКТУРАХ ЦНС У КРОЛИКОВ**

**Гаджиева Э.Т.**

Азербайджанский Государственный Педагогический Университет, Баку, Азербайджан;  
[emiliya170.eh.eh@gmail.com](mailto:emiliya170.eh.eh@gmail.com)

В данной работе планировалось изучение содержания серотонина в тканях структур ЦНС у кроликов после различных сроков питьевой депривации.

Результаты проведенных опытов показали, что у 3-месячных кроликов после односторонней питьевой депривации содержание серотонина в тканях орбитальной коре уменьшается на 7% по сравнению с контролем.

В тканях сенсомоторной коре в контроле содержание серотонина  $280 \pm 12,0$  нг/г, после одностуточной питьевой депривации уменьшается на 9% и составляет  $254 \pm 11,7$  нг/г, в зрительной коре в контроле содержание серотонина  $290 \pm 12,6$  нг/г, после одностуточной питьевой депривации уменьшается на 10% и составляет  $261 \pm 10,2$  нг/г.

В лимбической коре в контроле содержание серотонина  $287 \pm 11,1$  нг/г, после одностуточной питьевой депривации уменьшается на 10% и составляет  $258 \pm 10,7$  нг/г, в стволе мозга в контроле содержание серотонина составляет  $309 \pm 13,1$  нг/г, а в опытной группе уменьшается на 12% и составляет  $271 \pm 11,0$  нг/г.

В гипоталамусе в контроле содержание серотонина  $580 \pm 24$  нг/г, после одностуточной питьевой депривации уменьшается на 15% и составляет  $493 \pm 20,8$  нг/г.

На третьей сутки питьевой депривации содержание серотонина в тканях структур ЦНС 13-23% уменьшается по сравнению с контрольной группой и составляет: в тканях орбитальной коры  $235 \pm 9,2$  нг/г, сенсорной коры  $240 \pm 7,8$  нг/г ( $p < 0,05$ ), зрительной коры  $243 \pm 9,6$  нг/г ( $p < 0,05$ ), лимбической коры  $235 \pm 9,1$  нг/г ( $p < 0,01$ ), ствола мозга  $249 \pm 8,6$  нг/г ( $p < 0,01$ ), гипоталамусе  $447 \pm 17,3$  нг/г ( $p < 0,01$ ).

На пятый сутки питьевой депривации содержание серотонина в тканях структур ЦНС 18-32% уменьшается по сравнению с контрольной группой и составляет: в тканях орбитальной коры  $216 \pm 9,0$  нг/г ( $p < 0,05$ ), сенсорной коры  $229 \pm 8,8$  нг/г ( $p < 0,01$ ), зрительной коры  $226 \pm 7,4$  нг/г ( $p < 0,01$ ), лимбической коры  $221 \pm 7,8$  нг/г ( $p < 0,01$ ), ствола мозга  $225 \pm 8,3$  нг/г ( $p < 0,001$ ), гипоталамусе  $394 \pm 15,3$  нг/г ( $p < 0,001$ ).

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о том, что в зависимости от сроков питьевой депривации в содержании серотонина выявляются существенные изменения.

### INFLUENCE OF WATER DEPRIVATION ON THE CONTENT OF SEROTONIN IN THE STRUCTURES OF THE CNS OF RABBITS

Hajiyeva E.T.

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan; [emiliya170.eh.eh@gmail.com](mailto:emiliya170.eh.eh@gmail.com)

In this paper we have planned to study the content of serotonin in the tissues of the CNS structures of 3 month old rabbits after various periods of water deprivation.

The results of the experiments showed that after one-day exposure to water deprivation the content of serotonin in the tissues of the orbital cortex of 3-month-old rabbits was decreased 7% compared with the control.

The content of serotonin in the tissues of the sensorimotor cortex in the control was  $280 \pm 12,0$  ng/g, after one-day exposure to water deprivation decreased by 9% and was  $254 \pm 11,7$  ng/g, in the tissues of the visual cortex in the control was  $290 \pm 12,6$  ng/g, after one-day exposure to water deprivation decreased by 10% and was  $261 \pm 10,2$  ng/g.

The content of serotonin in the tissues of the limbic cortex in the control was  $287 \pm 11,1$  ng/g, after one-day exposure to water deprivation decreased by 10% and was  $258 \pm 10,7$  ng/g, in the tissues of the brain stem in the control was  $309 \pm 13,1$  ng/g, while in the experimental group decreased by 12% and was  $271 \pm 11,0$  ng/g.

The content of serotonin in the tissues of the hypothalamus in the control was  $580 \pm 24$  ng/g, after one-day exposure to water deprivation decreased by 15% and was  $493 \pm 20,8$  ng/g.

On the third day of water deprivation, the serotonin content in the tissues of the CNS structures was decreased by 13-23% compared with the control group and was: in the tissues of the orbital cortex  $235 \pm 9,2$  ng/g, sensorimotor cortex  $240 \pm 7,8$  ng/g ( $p < 0,05$ ), visual cortex  $243 \pm 9,6$  ng/g ( $p < 0,05$ ), limbic cortex  $235 \pm 9,1$  ng/g ( $p < 0,01$ ), brain stem  $249 \pm 8,6$  ng/g ( $p < 0,01$ ) and hypothalamus  $447 \pm 17,3$  ng/g ( $p < 0,01$ ).

On the fifth day of water deprivation, the serotonin content in the tissues of the CNS structures was decreased by 18-32% compared with the control group and was: in the tissues of the orbital cortex  $216 \pm 9,0$  ng/g ( $p < 0,05$ ), sensorimotor cortex  $229 \pm 8,8$  ng/g ( $p < 0,01$ ), visual cortex  $226 \pm 7,4$  ng/g ( $p < 0,01$ ), limbic cortex  $221 \pm 7,8$  ng/g ( $p < 0,01$ ), brain stem  $225 \pm 8,3$  ng/g ( $p < 0,001$ ) and hypothalamus  $394 \pm 15,3$  ng/g ( $p < 0,001$ ).

Thus, the research results indicate that, depending on the timing of water deprivation, significant changes are detected in the content of serotonin.

### ФОРМИРОВАНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ КОНТЕКСТУАЛЬНОЙ ПАМЯТИ И ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ЕЕ РЕКОНСОЛИДАЦИИ У ВИНОГРАДНОЙ УЛИТКИ

Гайнутдинов Х.Л.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Казанский федеральный университет (Институт фундаментальной медицины и биологии), Казань, Россия;

<sup>2</sup> Казанский физико-технический институт – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия; [kh\\_gainutdinov@mail.ru](mailto:kh_gainutdinov@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m991.sudak.ns2020-16/140-141>

Память является одной из основных когнитивных функций, она позволяет нам вспоминать прошедшие события, мысли, ощущения, взаимосвязь между ними. Память является способностью мозга к получению информации, ее кодированию, хранению и извлечению. Формирование памяти происходит в несколько стадий (по обзору McGaugh): кратковременная память, долговременная память, долгодлительная память. Память из кратковременной формы переходит в долговременную, в которой она может храниться длительное время, этот феномен называют консолидацией памяти. Консолидация памяти играет ключевую роль в процессах формирования и сохранения памяти, т.к. она определяет кодирование и длительность хранения следов памяти – энграммы. Долговременная память устойчива к блокаде биосинтеза белка, однако этап консолидации нуждается в экспрессии генов и синтезе новых белков. Консолидированная долговременная память может подвергаться реорганизации в результате напоминания - предъявления обученному животному одного из компонентов ситуации обучения, после контекстуального ознатомления животного с обстановкой. Если животному напомнить предыдущий опыт и вскоре применить блокатор белкового синтеза, то консолидированная память об этом опыте исчезнет. Такой процесс повторной

консолидации памяти при напоминании назвали реконсолидацией, которая также нуждается в белковом синтезе.

Воспоминание сохраненной памяти - это не просто повторное воспроизведение, а реконструкция, попытка заново пережить то, что когда-то было. На сегодняшний день установлено, что процессы формирования памяти и их хранения являются исключительно динамичными. Поэтому определение природы и временной эволюции биологических изменений, которые сопровождают кодирование (раскодирование), хранение и напоминание являются ключевыми в понимании механизмов формирования памяти. Временная динамика реконсолидации памяти зависит от ряда параметров, для этого феномена существует много противоречивых данных. Отсюда возникает вопрос, память от каких форм обучения подвержена реконсолидации, а какая память остается постоянной, а также в каких случаях память становится окончательно консолидированной, а в каких случаях она остается лабильной. Данная лекция посвящена анализу механизмов процессов консолидации и реконсолидации памяти при воздействии на некоторые модуляторные системы.

*Работа поддержана РФФИ (грант № 18-015-00274\_а).*

## **ELABORATION OF LONG-TERM CONTEXTUAL MEMORY AND FEATURES OF THE PROCESS OF ITS RECONSOLIDATION IN A TERRESTRIAL SNAIL**

**Gainutdinov Khalil L.**<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Kazan Federal University (Institute of Fundamental Medicine and Biology);

<sup>2</sup> E.K.Zavoisky Kazan Physical-Technical Institute of the KSC of the Russian Academy of Sciences, Kazan, Russia;  
kh\_gainutdinov@mail.ru

Memory is one of the main cognitive functions, it allows us to recall past events, thoughts, sensations, the relationships between them. Memory is the brain's ability to receive information, encode it, store and retrieve it. The formation of memory occurs in several stages (according to a McGaugh's review): short-term-, long-term- and long-lasting memory. Memory from a short-term form proceeds into a long-term, in which it can be stored for a long time, this phenomenon is called memory consolidation. Memory consolidation plays a key role in the processes of memory formation and storage, as it determines the coding and duration of storage of traces of memory - engrams. Long-term memory is resistant to the blockade of protein biosynthesis; however, the consolidation stage requires the expression of genes and the synthesis of new proteins. Consolidated long-term memory can be reorganized as a result of a reminder - presenting to the trained animal one of the components of the learning situation, after the contextual acquaintance of the animal with the situation. If the animal is reminded of the previous experience and soon to use a protein synthesis blocker, then the consolidated memory of this experience will disappear. Such a process of reconsolidating memory at a reminder was called reconsolidation, which also needs protein synthesis.

Recollection of the stored memory is not just a reproduction, but a reconstruction, an attempt to relive what has once been. To date, it has been established that the processes of memory formation and storage are extremely dynamic. Therefore, the determination of the nature and temporal evolution of biological changes that accompany coding (decoding), storage and reminder are key in understanding the mechanisms of memory formation. The temporal dynamics of memory reconsolidation depends on a number of parameters; there are many conflicting data for this phenomenon. This begs the question, from which forms of learning the memory is subject to reconsolidation, and which memory remains constant, and also in what cases the memory becomes finally consolidated, and in which cases it remains labile. This lecture is devoted to the analysis of the mechanisms of the processes of memory consolidation and reconsolidation under the influence on some modulator systems.

*Supported by RFBR (Grant No. 18-015-00274\_а).*

## **ФОРМИРОВАНИЕ И НАРУШЕНИЕ ЗРИТЕЛЬНО-КОНТРОЛИРУЕМОГО ПОВЕДЕНИЯ БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ОДНО- И ДВУСТОРОННЕЙ БУЛЬБОЭКТОМИИ**

**Галандарли И.З., Джавадова К.Х., Панахова Э.Н.**

Институт Физиологии имени академика Абдулла Караева НАН Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджан, [irana900@mail.ru](mailto:irana900@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m992.sudak.ns2020-16/141-142>

Использование новейших методов в отношении восстановительных процессов, протекающих в различных структурах мозга после его поражения, а также разработка инновационных экспериментальных моделей различных нейродегенеративных заболеваний (болезни Альцгеймера - БА и др.) является весьма перспективным и важным направлением в нейрофизиологии. В целях неинвазивной доклинической диагностики нейродегенеративных процессов использовали оптический когерентный томограф (ОСТ) для анализа изменений ганглиозного слоя сетчатки у пациентов с когнитивным снижением и нарушением зрительной функции. В задачу настоящего исследования входит раскрытие механизмов развития экспериментального аналога БА у старых крыс - альбиносов после хирургической одно- и двусторонней бульбоэктомии. Исследовали процесс формирования и нарушения условной реакции пассивного избегания (УРПИ), предназначенного для изучения механизмов, лежащих в основе воспроизведения памятного следа. Тестирование выполнялось в 3 стадии. 1). Исследование: животное располагалось в центре светлого отсека камеры для выработки УРПИ. Крысе разрешалось исследовать обстановку камеры в течение 5 минут; длительность пребывания в светлом отсеке измеряли до момента входа в темный отсек; 2). Обучение - животное помещали в светлый отсек и при переходе в темный отсек подавали удар тока (0,7 А); затем извлекали его из темного отсека; 3). Тестирование - повторяли стадию исследования, регистрировали то же, что и на стадии исследования. Следовательно, посредством бульбоэктомии была создана модель БА, выявившая у подопытных крыс частичное забывание выработанного навыка при односторонней бульбоэктомии (что свидетельствовало о мягком когнитивном снижении). При этом двусторонняя бульбоэктомия приводила к деструкции следов памяти и сопровождалась тотальной

амнезией у животных. Наряду с указанным у животных с двусторонней бульбоэктомией наблюдалось отсутствие замирания (Freezing), и напротив, отмечалось появление отчетливо выраженного резкого, запредельного усиления состояния агрессивности. Важно отметить, что предъявление тока вызывало длительное проявление агрессии в поведении всех экспериментальных особей. На основании полученных результатов делается вывод, что зрительно - контролируемое поведение претерпевает существенные изменения у исследуемых объектов с нарушением дискриминации и идентификации зрительного образа и потерей памяти.

#### **FORMATION AND IMPAIRMENT OF VISUAL-MANAGED BEHAVIOR OF THE SINGLE- AND TWO-SIDED BULBECTOMIZED WHITE RATS**

**Galandarli Irana Z., Djavadova Kamala X., Panakhova Elmira N.**

#### **ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АПК НЕЙРОЧАТ В КАЧЕСТВЕ ТРЕНАЖЕРА КОГНИТИВНОЙ СФЕРЫ**

**Галкина Н.В.<sup>1</sup>, Лужин А.О.<sup>2</sup>, Ершова Г.В.<sup>1</sup>, Курбанов Р.С.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> ООО «НейроЧат»; <sup>2</sup> Ассоциация НП «Эксперт»; <sup>3</sup> Реабилитационный центр «Преодоление»; Москва, Россия; [ershova@neurochat.ru](mailto:ershova@neurochat.ru)

Важной причиной инактивации больных являются различные поражения центральной нервной системы (ЦНС), в том числе головного мозга (ГМ). Частыми последствиями таких поражений являются двигательные и когнитивные нарушения: нарушение внимания, расстройства речевой функции и патологии других высших психических функций. Известно, что дефицит внимания препятствует восстановлению двигательной и речевой функции, и ухудшает прогноз реабилитации в целом.

Внедрение современных методов, в том числе компьютерных и игровых технологий с вовлечением личности пациента и биологической обратной связью, предоставляет новые возможности в восстановлении не только двигательных и речевых функций, но и когнитивной сферы пациентов. Включение в реабилитационную программу технологии «интерфейс мозг-компьютер» (ИМК) усиливает нейропластичность в разных областях мозга.

НейроЧат – аппаратно-программный комплекс на основе неинвазивного интерфейса мозг-компьютер предназначен для пациентов с нарушениями речи и движения различной степени тяжести и выраженности. Принцип действия АПК НейроЧат основан на регистрации изменений ЭЭГ, фиксации возникновения зрительного когнитивного потенциала P300 в ответ на кратковременную подсветку символа на экране и определении намерения человека выбрать определенный символ. Мысленно выбранный символ отображается на экране, и человек буква-за-буквой набирает текст без использования голоса и движений. Для работы на АПК НейроЧат требуются концентрация произвольного внимания и осознанные мысленные усилия человека, поэтому НейроЧат может применяться не только для набора текста мысленным усилием, но и для тренировки когнитивных функций человека.

Исследование влияния занятий на АПК НейроЧат на функции памяти и внимания проводилось на базе Реабилитационного центра «Преодоление», г. Москва. В исследовании принимали участие пациенты старше 18 лет с поражениями ГМ различных нозологий, таких как: острое нарушение мозгового кровообращения, черепно-мозговая и сочетанная травмы, рассеянный склероз и другие. Все пациенты получали стандартный комплекс реабилитационных мероприятий в течение 4-х недель. Пациенты основной группы проходили курс занятий на АПК НейроЧат длительностью 15-20 минут. Количество занятий варьировало от 5 и более, в зависимости от состояния пациента. Со всеми пациентами, включенными в исследование, проводилось двукратное нейропсихологическое тестирование, при поступлении в реабилитационный центр и перед выпиской, с целью изучения характеристик памяти и внимания. Применялись следующие методики: корректурная проба Бурдона, таблицы Шульце, «Запомни и расставь точки», «Перепутанные линии», тест Лурия «10 слов».

Полученные данные показывают значимое улучшение нейродинамических показателей в основной группе по сравнению с контрольной, таких как: уровень, устойчивости, продуктивность и концентрация внимания, объем долговременной памяти, снижение дефицита внимания и количества ошибок в тестах, увеличение точности и умственной работоспособности.

Выявленные положительные изменения в нейрокогнитивной сфере показывают, что использование АПК НейроЧат в комплексной терапии пациентов, страдающих нарушениями речи и движения, могут значимо усилить реабилитационные эффекты: улучшить память и внимания, способствовать улучшению двигательных и речевых функций.

#### **USING THE NEUROCHAT HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX FOR COGNITIVE TRAINING**

**Galkina Natalia V.<sup>1</sup>, Luzhin Alexander O.<sup>2</sup>, Ershova Galina V.<sup>1</sup>, Kurbanov Ruslan S.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> NeuroChat LLC, <sup>2</sup> Association NP Expert, <sup>3</sup> Preodoleniye Rehabilitation Centre, Moscow, Russia

Damage to the central nervous system (CNS), including brain lesions, often leads to disability causing motor and cognitive disorders such as attention deficits, language dysfunction and other executive function disorders. It is generally accepted that attention deficits prevent movement and speech recovery, and worsens the prognosis of rehabilitation in general.

The introduction of modern methods, including computer and gaming technologies that involve the patient's personality and biological feedback, provide new opportunities in restoring the patient's motor and speech functions, as well as their cognitive abilities. The inclusion of brain-computer interface (BCI) technology into a rehabilitation program has been shown to increase neuroplasticity in various brain regions.

NeuroChat is a hardware-software complex based on non-invasive brain-computer interface for patients with speech and movement disorders of varying levels severity. NeuroChat's operating principle is based on recording changes in EEG activity, registering the P300 ERP component in response to a short backlighting of a character on a screen, and determining a person's intention to select a specific character. The mentally selected character is



then displayed on the screen, and the person types their text letter-by-letter without the use of their voice or movements. Working with NeuroChat requires the concentration of active attention and a conscious mental effort. Therefore, NeuroChat can be used not only to type with mental effort, but also to improve one's cognitive functions.

A research study of the effect of NeuroChat training sessions on memory and attention was conducted at Preodoleniye Rehabilitation Centre in Moscow. The study involved patients over 18 years old with brain lesions of various causes such as stroke, traumatic brain injury and combined trauma, multiple sclerosis, and others. All patients underwent a standard 4-week rehabilitation therapy course. The experimental group also had 15-20 minute NeuroChat sessions. The number of sessions per patient varied depending on their state but each patient was able to complete at least 5 sessions. All patients taking part in the study were administered a battery of neuropsychological tests in order to evaluate their memory and attention dynamics, once during admission to the rehabilitation center, and again just before discharge. The following methods were used during testing: the dot cancellation test, Schulte tables, "remember and fill in the dots" test, The Rey tangled line test, and the Luria memory words test.

The data collected during the study show a significant improvement in neurodynamic parameters in the experimental group compared to the control group. These parameters include the level, stability, effectiveness and concentration of attention, long-term memory capacity, reduction of attention deficit and of the number of errors in tests, as well as an increase in accuracy and mental performance.

The positive changes in neurocognitive activity revealed in this research study show that the use of NeuroChat in the complex therapy of patients suffering from speech and movement disorders can significantly enhance rehabilitation effects by improving memory and attention, as well as by contributing to the improvement of motor and speech functions.

### **ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БЕЛЫХ КРЫС ЛИНИИ WISTAR В МОДЕЛИ ПЕРИНАТАЛЬНОЙ ГИПЕРСЕРОТОНИЕМии, ИНДУЦИРОВАННОЙ ХРОНИЧЕСКИМ ВВЕДЕНИЕМ 5-МЕТОКСИТРЕПТАМИНА**

**Гедзун В. Р.<sup>1</sup>, Шлапакова П. С.<sup>2</sup>, Дубынин В.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
Биологический факультет МГУ, Москва, Россия; <sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В.  
Ломоносова, Факультет фундаментальной медицины МГУ, Москва, Россия. [vrgedzun@gmail.com](mailto:vrgedzun@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m993.sudak.ns2020-16/143-144>

Моделирование расстройств аутистического спектра (РАС), как социально значимой группы заболеваний, является одной из важных задач нейрофизиологии. Наряду с популярными на сегодняшний день моделями, основанными на генетических модификациях, часто используются и фармакологические модели, благодаря которым возможно воссоздать процессы, которые приводят к нарушению развития нервной системы плода. Одной из самых распространенных причин развития РАС признана перинатальная гиперсеротонинемия, которая может быть связана как с естественным для материнского организма избытком серотонина (5HT), так и быть связанной с приемом антидепрессантов во время беременности.

Задачей нашей работы было исследование влияния пери- и раннего постнатального введения агониста серотониновых рецепторов 5-метокситрептамина (5MT) на различные аспекты поведения детенышей крыс с рождения до подросткового возраста.

Сроки введения 5MT были выбраны в соответствии со сроками закладки и развития серотонинергической системы у крыс. *Перинатальное* введение охватывало весь срок формирования, созревания и синаптогенеза 5HT-нейронов: беременной самке - с 12 по 21 дня беременности (1 мг/кг, подкожно), а затем новорожденным детенышам с 0 до 16 дня жизни (0,5 мг/кг, подкожно). *Постнатальное* введение (только с 0 до 16 дня жизни, 0,5 мг/кг, подкожно) преимущественно приходилось на процессы «дозревания», ветвления аксонов и активного синаптогенеза 5HT-нейронов в области их отдаленных проекций.

В ходе поведенческого тестирования было показано, что наибольшее количество изменений характерно для перинатального введения 5MT: была зарегистрирована гиперактивность, а также локомоторная стереотипия, сопровождаемая снижением социальных контактов в тесте на социальное предпочтение при выборе между матерью и чужой самкой. Также у животных, подвергшихся перинатальному введению 5MT, наблюдалась повышенная стереотипия и худшие показатели обучения в Т-образном лабиринте. Полученный результат свидетельствует о развитии у подопытных животных некоторых сходных с аутизмом поведенческих проявлений, что позволяет продолжать изучение воздействия 5MT на развивающуюся ЦНС крыс для моделирования РАС. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-315-00362.

### **BEHAVIORAL FEATURES OF WISTAR RATS IN A MODEL OF HYPERSEROTONEMIA INDUCED BY CHRONIC ADMINISTRATION OF 5-METHOXYTRYPTAMINE**

**Gedzun Vasilina R.<sup>1</sup>, Shlapakova Polina S.<sup>2</sup>, Dubynin Vyacheslav A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Moscow, Lomonosov Moscow State  
University, Faculty of Fundamental Medicine, Moscow, Russia. [vrgedzun@gmail.com](mailto:vrgedzun@gmail.com)

Creating a model of autism spectrum disorders (ASD), as a socially significant group of diseases, is one of the challenging problems of neurophysiology. Along with common genetic ASD models, pharmacological models are used, because they allow to recreate critical impairing factors for the developing nervous system of the fetus. Hyperserotonemia considered as a common precondition for the development of ASD; it can be associated with both naturally excess serotonin (5HT) in the maternal organism and may be associated with the use of antidepressants during pregnancy as well.



Our study was aimed to assess the effect of peri- and early postnatal administration of the 5-methoxytryptamine (5MT) serotonin receptor agonist on various features of the behavior of rat pups from birth to adolescence.

The timing of the 5MT administration was selected in accordance with the timing of the development of the serotonergic system in rats during embryonic and neonatal development. Perinatal administration included the entire period of formation, maturation and synaptogenesis of 5HT neurons: for a pregnant female from 12 to 21 days of pregnancy (1 mg/kg, subcutaneously), and then to newborn rats from 0 to 16 days of life (0.5 mg/kg, subcutaneously). Postnatal administration (only from 0 to 16 days of life, 0.5 mg/kg, subcutaneously) mainly occurred in the processes of axon branching, and synaptogenesis of 5HT neurons in the area of their distant projections.

During behavioral testing, it was shown that the perinatal administration of 5MT had the most pronounced effects: hyperactivity was detected, as well as a locomotor stereotypy, with decreased social contacts in the test for social preference between a mother and a previously unknown female. Also, in animals administered with 5MT perinatally, we detected increased stereotypy and significantly delayed learning process in the T-maze.

The results of the presented study may be interpreted as a development of some behavioral similarities with autism spectrum disorders in experimental animals, which allows us to consider the effects of 5MT on the developing central nervous system in rats for further studies in establishing a new ASD model.

*The reported study was funded by RFBR according to the research project 18-315-00362.*

### **ВЛИЯНИЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСТРАКТОРА НА ПРОЦЕСС БАЗОВОЙ КАТЕГОРИЗАЦИИ ЗРИТЕЛЬНЫХ СТИМУЛОВ**

**Герасименко Н.Ю., Кушнир А.Б., Михайлова Е.С.**

ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия;  
nataliagerasimenko@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m994.sudak.ns2020-16/144-145>

В повседневной жизни мы одновременно сталкиваемся с множеством зрительных объектов. Некоторые из них важны для выполняемой в данный момент задачи, другие, такие как лица, захватывают наше внимание в силу большой социальной и экологической значимости. Поэтому одна из важнейших задач для нашей нервной системы – это разделение значимой и незначимой информации. Прямая маскировка – удобная экспериментальная модель для изучения влияния на опознание изображение другой – нерелевантной к выполняемой задаче зрительной информации. Цель настоящего исследования – оценить эффективность прямой маскировки бытовых предметов двумя категориями социально значимых изображений – зданиями и лицами людей, а также проанализировать влияние низкочастотной фильтрации (НЧФ) маски.

В психофизиологическом эксперименте участвовали 20 здоровых испытуемых. Стимулами и масками служили черно-белые фотографии бытовых предметов, зданий и лиц. Предъявление стимулов, регистрация точности и времени реакции (ВР) проводили с помощью программы E-Prime 2.0 (Psychology Software Tools, Inc., USA). ЭЭГ регистрировали на 128-канальном электроэнцефалографе (Electrical Geodesics Inc., USA).

ВР опознания стимула зависело от категории маски: при маскировке лицами значимый стимул опознавался быстрее, чем при маске-здании. Анализ распределения индивидуальных значений ВР показал, что категория маски влияла на среднее значение ВР, а ее пространственная частота – на дисперсию распределения, которая увеличивалась при НЧФ. Точность опознания не зависела от категории маски. НЧФ маски снижала точность опознания только при маске-здании. Амплитуды ранних компонентов зрительных вызванных потенциалов зависели и от категории, и от фильтрации маски. При маскировке лицами амплитуды затылочно-височного N50 и лобного P50 были больше, чем при маске-здании, НЧФ маски приводила к их снижению. Среднелатентные компоненты N150 и P200 в большей степени зависели от фильтрации маски, чем от ее категории. НЧФ маски приводила к увеличению N150 в лобных и затылочно-височных областях, а также снижению P200 в затылочных. Влияние категории проявлялось только в увеличении амплитуды затылочно-височного N150 при маске-лице. Можно предположить, что меньшее маскирующее воздействие лиц связано с их способностью увеличивать пространственное внимание. НЧФ приводила к затруднению переработки информации о маскирующем изображении, что усложняло разделение значимой и незначимой информации.

### **SEMANTIC AND PHYSICAL CHARACTERISTICS OF A DISTRACTOR INFLUENCE ON THE PROCESS OF BASIC CATEGORIZATION OF VISUAL STIMULI**

**Gerasimenko Natalia Ju., Kushnir Anastasiia B., Mikhailova Elena S.**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of the RAS, Moscow, Russia;  
nataliagerasimenko@gmail.com

In everyday life, we are simultaneously faced with many visual objects. Some of them are important for the current task, others, such as faces, capture our attention due to their great social and ecological significance. Therefore, one of the most important tasks for our nervous system is the separation of relevant and irrelevant information. Forward masking is a convenient experimental design for studying the influence of irrelevant visual information on stimulus recognition. The purpose of this study is to evaluate the effectiveness of forward masking of man-made objects by two categories of socially significant images - buildings and faces and also to analyze the effect of mask low spatial frequency (LSF) filtration.

Twenty healthy subjects participated in a psychophysiological experiment. Black and white photographs of man-made objects, buildings and faces were used as stimuli and masks. Stimulus presentation and accuracy and

reaction time (RT) registration were performed using the E-Prime 2.0 program (Psychology Software Tools, Inc., USA). EEG was recorded on a 128-channel electroencephalograph (Electrical Geodesics Inc., USA).

The reaction time of stimulus recognition depended on the mask category: a stimulus was identified faster when it was preceded by faces in comparison with buildings. Analysis of the RT distribution showed that the mask category influenced the mean value of RT, and its spatial frequency influenced the dispersion, which increased by LSF masks. The identification accuracy did not depend on the mask category. LSF of building masks reduced recognition accuracy. Early component amplitudes of event related potentials depended on the mask category and spatial frequency. Masking by faces caused increase of occipital-temporal N50 and frontal P50 amplitudes. LSF masks led to decrease of these components. The mid-latency components N150 and P200 were more dependent on the spatial frequency than on the mask category. The LSF masks led to an increase in N150 in the frontal and occipital-temporal areas, as well as a decrease in P200 in the occipital areas. The mask category only influenced the amplitude of the occipital-temporal N150, which was higher with face masks. We assume that weak masking effect of faces is related to their ability to increase spatial attention. LSF worsens mask processing that causes the interference of mask and target visual information and impaired stimulus recognition.

### **АКАДЕМИЧЕСКАЯ УСПЕШНОСТЬ ШКОЛЬНИКОВ В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ**

**Гилева О.Б.**

Екатеринбургский институт физической культуры филиал Уральского государственного университета  
физической культуры; Институт развития образования, Екатеринбург, Россия, [ogileva@yandex.ru](mailto:ogileva@yandex.ru)

В настоящее время широкое распространение приобретают технологии цифровизации различных сфер деятельности человека, в том числе, школьного образования. Однако вопрос о пользе и безопасности внедрения цифровых технологий в эту сферу остается открытым. Цифровые технологии могут оказывать влияние не только на процессы собственно учебной деятельности, повышая, либо, наоборот, снижая эффективность усвоения учебной программы школьниками, но и на процессы становления личности и психофизиологического развития учеников.

Представляется необходимым всестороннее изучение процесса цифровизации образования, оценка его положительных и отрицательных последствий, что позволит минимизировать возможные риски.

Целью работы было изучение времени реакции (ВР), тревожности, и стиля мышления учащихся школы, активно применяющих в своей деятельности цифровые технологии в связи с академической успешностью школьников.

Обнаружены положительные взаимосвязи времени простой зрительно-моторной реакции правой рукой с академической успеваемостью по математике, биологии и физкультуре. Ученики, имеющие высокую успеваемость, демонстрируют средний уровень значений по ВР. Наибольший разброс значений ВР у детей, успевающих на «хорошо». Академическая успешность по математике оказалась положительно связана со способностью решать задачи на пространственное вращение фигуры и не связана с успешностью решения логических задач. ВР также положительно взаимосвязано со способностью решать задачи на пространственное вращение фигуры. Таким образом, академически успешные ученики этой школы имеют невысокую скорость реакции и выраженные способности к решению пространственных задач. Показатель «проблемы и страхи в отношениях с учителями» связан с ВР отрицательно: дети, имеющие «слишком высокую скорость реакции», несколько неуверенно чувствуют себя при взаимодействии с пед. коллективом.

В целом, академическая успешность в обследованной школе связана с умеренными значениями ВР и умением решать задачи на пространственное мышление, и не зависит от степени тревожности и способностей к логическому мышлению учеников.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 19-29-14177).*

### **ACADEMIC SUCCESS OF PUPILS IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF GENERAL SCHOOL**

**Gileva O.B.**

The Ekaterinburg Institute of Physical Education; Institute of Educational Development, Ekaterinburg, Russia,  
[ogileva@yandex.ru](mailto:ogileva@yandex.ru)

At present, digitalization technologies of various spheres of human activity, including school education, are becoming widespread. However, the question of the benefits and security of the introduction of digital technologies in this area remains open. Digital technologies can influence not only the processes of the educational activity itself, increasing, or, conversely, decreasing the effectiveness of mastering the curriculum by schoolchildren, but also the processes of personality formation and the psychophysiological development of pupils. It seems necessary to comprehensively study the process of digitalization of education, assess its positive and negative consequences, which will minimize possible risks.

The aim of the work was to study reaction time (RT), anxiety, and the thinking style of pupils who are actively using digital technology in their activities in connection with its academic success. Positive relationships were found between the time of a simple visual-motor reaction with the right hand and academic performance in mathematics, biology and physical education. Pupils with high academic performance demonstrate an average level in RT. The greatest scatter of RT values in children who are doing well.

Academic success in mathematics turned out to be positively related to the ability to solve problems of spatial rotation of the figure and not related to the success of solving logical problems. RT also turned out to be positively interconnected with the ability to solve problems of spatial rotation of the figure. Thus, academically successful pupils of this school have a low reaction rate and pronounced ability to solve spatial problems.

The indicator "problems and fears in relations with teachers" is negatively associated with RT. Children who have "too high a reaction rate" feel somewhat insecure when interacting with teachers.

In general, academic success in the school examined is associated with moderate BP values and the ability to solve spatial thinking problems, and does not depend on the degree of anxiety and logical thinking abilities of pupils. *The work was supported by the RFBR (grant № 19-29-14177)*

#### **МЕХАНО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ КАНАЛЫ: МЫШЕЧНЫЕ ВОЛОКНА И МИОНЕВРАЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ.**

**Гиниатуллин А.Р.<sup>1</sup>, Одношвикина Ю.Г.<sup>1</sup>, Bernareggi A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Казань, Казанский государственный медицинский университет, Россия; kvestor80@rambler.ru

<sup>2</sup> Department of Life Sciences, University of Trieste, Trieste, Italy

Механо-чувствительные Piezo 1 и 2 каналы играют ключевую роль в процессе механотрансдукции большинства эукариот. Активность этих каналов была описана во многих тканях, в том числе мышечной и нервной. В аспекте механочувствительности, мотонейроны и их аксон особенно интересны тем, что они подвергаются механическим воздействиям изнутри, например, посредством внутриклеточных подвижных элементов цитоскелета, а так же через механические взаимодействия с внешним клеточным окружением, в процесс своего развития, дифференцировки и функционирования. Представило интерес оценить активность этой системы на тканях взрослых животных, а именно в естественном соединении нервной и мышечной тканей – мионевральном синапсе диафрагмальной мышцы. Используя электрофизиологические подходы регистрации и анализа постсинаптических токов концевой пластинки (нервно-мышечный синапс B6/SJL мыши) (подробно см. Giniatullin A.R. et al. 2019), а так же миографию (регистрацию и оценку силы одиночных мышечных сокращений диафрагмальной мышцы), нами было показано, что йода-1 (5мкМ) – агонист Piezo 1 каналов, никак не влияет на амплитудо-временные характеристики вызванной и спонтанной секреции квантов медиатора из двигательного нервного окончания. А так же не сказывается на количественных характеристиках одиночных мышечных сокращений при прямой и не прямой стимуляции диафрагмальной мышцы. Исходя из литературных данных, о роли Piezo каналов на ранних этапах онтогенеза и дифференцировки мышечных клеток и мотонейронов, наши результаты позволяют предположить, что с возрастом значение этой системы механочувствительности утрачивается.

#### **MECHANOSENSITIVE CHANNELS: AT THE MOUSE NEUROMUSCULAR JUNCTION AND MUSCLE FIBERS.**

**Giniatullin Arthur R.<sup>1</sup>, Odnoshivkina Ulyj G.<sup>1</sup>, Bernareggi Annalisa<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kazan, Kazan State Medical University, Russia; kvestor80@rambler.ru

<sup>2</sup> Trieste, Department of Life Sciences, University of Trieste, Italy

The mechanosensitive Piezo 1 and 2 channels function as key eukaryotic mechanotransducers. Activities of these channels have been described by patch-clamp electrophysiology in many cell types. Motoneurons and other types of cells are exposed to mechanical forces generated intracellularly, for example, via molecular motors and microtubule dynamics, and/or through interactions with the extracellular environment, including adhesive tension between neurons and substrates during neuronal development, and circuit formation. Experiments were performed on the isolated diaphragm muscle of outbred B6/SJL mice (22–25 g). Diaphragm muscle supplied with a phrenic nerve was isolated and then attached to the bottom of a Sylgard-lined chamber, which was superfused with physiological solution containing (in mM): NaCl-120.0, KCl-5.0, CaCl<sub>2</sub>-2.0, MgCl<sub>2</sub>-1.0, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>-1.0, NaHCO<sub>3</sub>-24.0, glucose-11.0 at 24–25°C (5% CO<sub>2</sub> and 95% O<sub>2</sub> mixture and pH was adjusted to 7.4 with NaOH/HCl). In some experiments the muscle fibers were cut transversely ('cut muscles' - holding potential was kept at -40mV) to prevent muscle contractions and to simultaneously maintain the physiological level of quantal release (Glavinovic, 1979). Recording of the postsynaptic end-plate currents (EPCs) and miniature EPCs (MEPCs) (membrane potentials maintained at -60 mV) were performed using the standard two-electrode voltage-clamp technique with intracellular glass microelectrodes (resistance 3–5 MΩ, filled with 2.5 M KCl) using a custom-made low-noise recording amplifier (Giniatullin et al., 2019). Isometric muscle tension was recorded using a force transducer (MLT0420, AD Instruments). One end of the diaphragm muscle (lower edge) was tied to a fixed nail, and other end was linked to a force transducer. The preparations were allowed to stabilize for at least 20 min before onset of the drug applications (Power-Lab installation, AD Instruments). First of all, we tested the action of Yoda-1, the Piezo1 agonist, on EPCs elicited by low-frequency (0.05 Hz) stimulation of the motor nerve. In control conditions, the amplitude of EPCs was 123±11 nA (n=6). After 20-min exposure to 5 μM Yoda-1, the amplitudes of EPC were 102±4% (n=6; p>0.05). In control conditions, MEPCs occurred at a mean frequency of 1.22±0.7 s<sup>-1</sup> whereas the amplitude of MEPCs was 2.1±0.2 nA (n=6). Like evoked release, 5 μM Yoda-1 did not change the MEPC frequency. It was 97±2.6% (n=6; p>0.05). The amplitude of MEPCs also was not changed (2.1±0.2 nA in control vs. 2.0±0.8 nA in Yoda-1 n=6, p>0.05). Taken together, these data indicated no effect by Yoda-1 on the quantal transmitter release. After 20 min of muscle stabilization (stimulation with a frequency of 0.1 Hz by single pulses causing the maximum contractile response) and 10 min of recording contractile responses in the control, a Ringer solution containing Yoda-1 was fed into the organ bath. Yoda-1 had no effect on amplitude of contraction. By 20 min of application it was 98±2% of the initial values (n=6; p>0.05). For positive control we used 5–10 μM (+)-tubocurarine for postsynaptic block of ACh receptors. After removal of Yoda-1 from the washing solution, (+)-tubocurarine for 3–5 minutes significantly reduced the amplitude of contractile responses to 10% of the control values. This effect, as expected, was completely reversible. Based on the literature data on the role of piezo channels in the early stages of ontogenesis and differentiation of muscle cells and motor neurons, our results suggest that the value of this system of mechanosensitivity is lost with age. Based on the literature data on the role of piezo channels in the early stages of ontogenesis and differentiation of muscle cells and motor neurons, our results suggest that the value of this system of mechanosensitivity is lost with age.

## РАННИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОЦЕССА ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ В НЕРВНО-МЫШЕЧНОМ СИНАПСЕ У SOD1(G93A) МЫШЕЙ

Гиниатуллин А.Р.

Казань, Казанский государственный медицинский университет, Россия; kvestor80@rambler.ru

Показано, что на ранней симптомной стадии развития бокового амиотрофического склероза (БАС), наблюдается выраженное снижение спонтанной секреции медиатора в двигательных нервных окончаниях mSOD1 мышей (Naumenko et al., 2011). Возможно, что более раннее повреждение нервно-мышечного синапса при БАС, связаны с дизрегуляторными изменениями в двигательных терминалях, протекающими без существенных изменений их морфологии (Pollari et al., 2014). Определяющим в проявлении, каких либо изменений на уровне сомы нейрона и его периферии (в нервно-мышечном синапсе), является возраст экспериментальных животных. Данные литературы (Vinsant et al., 2013) позволяют говорить о том, что в течение первого месяца жизни у SOD1(G93A) животных, по сравнению с диким типом, уже наблюдается проявление денервационных изменений. Целью данного исследования является выявление и анализ самых ранних патогенетических признаков развития БАС на уровне мионеврального соединения. Используя электрофизиологические подходы регистрации и анализа постсинаптических токов концевой пластинки (нервно-мышечный синапс), при низко и высокочастотном раздражении нерва животных двух групп – контрольная группа и группа трансгенных животных в возрасте P60 (подробно см. Giniatullin A.R. et al. 2019), производилась оценка параметров спонтанной и вызванной квантовой секреции медиатора. Было показано, что частота событий спонтанного высвобождения медиатора (МТКП) ( $1,05 \pm 0,1 \text{ с}^{-1}$   $p < 0.05$ ,  $n = 30$  синапсов 7 животных) у трансгенных животных была увеличена по сравнению с диким типом, где она составила  $0,84 \pm 0,09 \text{ с}^{-1}$  ( $n = 25$  синапсов 7 животных). Так же у SOD1(G93A) животных наблюдалось увеличение амплитуды МТКП и уменьшение длительности времени нарастания и Тау спада МТКП, что может говорить о БАС ассоциированном развитии постсинаптических изменений на ранних этапах развития патологии. Обнаруженная высокая вариабельность значений квантового состава (метод вариации амплитуды ТКП), может говорить о появлении синапсов с более интенсивным течением процесса секреции нейротрансмиттера.

Оказалось, что выявленные ранее (Mukhutdinova et al., 2018), существенные различия во временном ходе (динамика изменения амплитуд ТКП) квантового высвобождения медиатора при высокой частоте (20 Гц 3 мин) стимуляции двигательного нерва (животные на поздней симптомной стадии развития патологии - 6-7 месяцев), уже наблюдаются у SOD1(G93A) мышей P60. В целом полученные данные согласуются с картиной ранних, возраст ассоциированных изменений качества и интенсивности процесса секреции медиатора в нервно мышечном синапсе трансгенных животных с моделью SOD1(G93A).

*Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда №19-15-00329*

## EARLY CHANGES IN THE NEUROMUSCULAR SYNAPSE IN SOD1(G93A) MICE AT THE PRE SYMPTOMATIC STAGE OF ALS

Giniatullin Arthur R

Kazan, Kazan State Medical University, Russia; kvestor80@rambler.ru

It is shown that at the early symptomatic stage of amyotrophic lateral sclerosis (ALS), there is a marked decrease in spontaneous mediator secretion in the motor nerve endings of mSOD1 mice (Naumenko et al., 2011). It is possible that earlier damage to the neuromuscular synapse in ALS is associated with dysregulatory changes in motor terminals that occur without significant changes in their morphology (Pollari et al., 2014). The age of the experimental animals is the determining factor in the manifestation of any changes at the soma level of the neuron and its periphery (in the neuromuscular synapse). Literature data (Vinsant et al., 2013) suggest that during the first month of life in SOD1(G93A) animals, compared with the wild type, there is already a manifestation of denervation changes. The purpose of this study is to identify and analyze the earliest pathogenetic signs of ALS development at the level of the myoneural junction. Using electrophysiological approaches for recording and analyzing postsynaptic end plate currents (neuromuscular synapse) in low- and high-frequency nerve stimulation of two groups of animals – a control group and a group of transgenic animals aged P60 (for details, see Giniatullin A. R. et al. 2019), the parameters of spontaneous and induced quantum secretion of the mediator were evaluated. It was shown that the frequency of spontaneous mediator release events (MEPC) ( $1.05 \pm 0.1 \text{ s}^{-1}$   $p < 0.05$ ,  $n = 30$  synapses of 7 animals) in transgenic animals was increased compared to the wild type, where it was  $0.84 \pm 0.09 \text{ s}^{-1}$  ( $n = 25$  synapses of 7 animals). Also, SOD1 (G93A) animals showed an increase in the amplitude of MEPC and a decrease in the duration of the rise time and Tau of MEPC, which may indicate the development of ALS associated with postsynaptic changes in the early stages of pathology. The detected high variability of the quantum composition values (the method of variation of the TP amplitudes) may indicate the appearance of synapses with a more intensive course of the neurotransmitter secretion process.

It turned out that previously identified (Mukhutdinova et al., 2018), significant differences in the time course (dynamics of changes EPCs amplitude) of quantum release of the mediator at a high frequency (20 Hz 3 min) of motor nerve stimulation (animals at the late symptomatic stage of pathology development-6-7 months) are already observed in SOD1 (G93A) P60 mice. In General, the data obtained are consistent with the picture of early, age-associated changes in the quality and intensity of the mediator secretion process in the neuromuscular synapse of transgenic animals with the SOD1(G93A) model. *The work was supported by a grant from the Russian science Foundation No. 19-15-00329*

**ЭТИОПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ И ТИПОВЫЕ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ  
РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ТОКСИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИ НАРУШЕНИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГАМК-  
ЕРГИЧЕСКОЙ НЕЙРОМЕДИАТОРНОЙ СИСТЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ  
ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ**

**Гладких В.Д.**

Федеральное государственное унитарное предприятие Научно-производственный центр «Фармзащита»  
Федерального медико-биологического агентства России, г. Химки, Московская обл.,  
Gladkikh2007@rambler.ru

<https://doi.org/10.29003/m995.sudak.ns2020-16/148>

В экспериментах на животных нами выделены следующие формы проявления токсического процесса, инициируемого блокаторами ГАМК<sub>A</sub>-рецепторов нейрональных мембран: транзиторные токсические реакции (в виде обратимых нарушений высшей нервной деятельности); интоксикации различной степени тяжести (от психотической формы до эпилептического статуса); аллобиотические состояния (в виде постинтоксикационной астении и умеренной иммуносупрессии).

При обсуждении механизмов формирования и развития патологического процесса, акцентируется внимание на соотношение специфических и неспецифических механизмов патогенеза. Ингибирование хлор-ионной проводимости ГАМК<sub>A</sub> рецепторов, влекущее за собой дисбаланс нейромедиаторных процессов в экстрапирамидных и лимбико - ретикулярных структурах мозга, является пусковым патогенетическим механизмом. Подчеркивается значимость таких эндогенных патогенетических механизмов как растормаживание и гиперактивация нейронов, формирование патологических интеграций в виде самоподдерживающихся патологических систем. Анализируются особенности течения токсического стресса. В результате реализации специфических и неспецифических патогенетических механизмов, подавления активности физиологических систем мозга происходит формирование устойчивого патологического состояния. В этих условиях совокупность кардиореспираторных нарушений и проявлений судорожной активности, замыкающихся в «порочный» круг, формирует типовые патологические процессы (гипоксию, шок, кому), приводящие к гибели. Перевод на более низкий информационно-энергетический уровень функционирования центральной нервной системы в ряде случаев обеспечивает мобилизацию энергетических и пластических резервов нервной системы и выживание животных. Значимость вклада типовых неспецифических механизмов в формирование патологического процесса необходимо учитывать при обосновании направлений поиска средств медикаментозной терапии. Экспериментально обоснованным является включение в схему купирования клинических проявлений антиконвульсантов, транквилизаторов, антиоксидантов и ноотропов.

**ETIOPATHOGENETIC MODEL AND NON-SPECIFIC MECHANISMS OF FORMATION OF VARIOUS FORMS  
OF TOXIC PROCESS IN VIOLATION OF THE FUNCTIONING OF THE GABA-ERGIC NEUROTRANSMITTER  
SYSTEMS, AND THEIR PHARMACOLOGICAL CORRECTION**

**Gladkikh Vadim D.**

Federal State Unitary Enterprise Research & Production Center "Pharmaceutical Protection" of Federal Medical  
Biological Agency, Khimki, Russia

In animal experiments, we have identified the following forms of manifestation of the toxic process initiated by GABA-receptor blockers of neuronal membranes: transient toxic reactions (in the form of reversible disorders of higher nervous activity); intoxication of various severity (from psychotic form to epileptic status); allobiotic states (in the form of post-intoxication asthenia and moderate immunosuppression).

When discussing the mechanisms of formation and development of the pathological process, attention is focused on the ratio of specific and non-specific mechanisms of pathogenesis. Inhibition of the chlorine-ion conductivity of GABA receptors, which leads to an imbalance of neurotransmitter processes in the extrapyramidal and limbic-reticular structures of the brain, is a trigger pathogenetic mechanism. The importance of such endogenous pathogenetic mechanisms as disinhibition and hyperactivation of neurons, the formation of pathological integrations in the form of self-sustaining pathological systems is emphasized. The features of the course of toxic stress are analyzed. As a result of the implementation of specific and non-specific pathogenetic mechanisms, suppression of the activity of the physiological systems of the brain, a stable pathological state is formed. In these conditions, a combination of cardiorespiratory disorders and manifestations of convulsive activity, closing in a "vicious" circle, forms typical pathological processes (hypoxia, shock, coma), leading to death. The transfer to a lower information and energy level of the Central nervous system functioning in some cases ensures the mobilization of energy and plastic reserves of the nervous system and the survival of animals. The significance of the contribution of typical non-specific mechanisms to the formation of the pathological process should be taken into account when justifying the search for drug therapy. Experimentally justified is the inclusion of clinical manifestations of anticonvulsants, tranquilizers, antioxidants and nootropics in the scheme of relief.

**ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ У СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ  
ЕДИНОБОРСТВАМИ И ЦИКЛИЧЕСКИМИ ВИДАМИ СПОРТА**

**Н.В. Гладырь, И.М. Габибов, М.Ф. Шишонок**

ФГУП «НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия.  
[gladyrnv@gmail.com](mailto:gladyrnv@gmail.com)

В настоящее время в совершенствовании процесса подготовки спортсменов высокого класса большое количество исследований посвящено изучению влияния стресса на успешность спортсменов [1]. Одним из факторов, провоцирующих стресс у спортсменов, является боль. Спортсмен испытывает болевые ощущения обычно в двух случаях: 1) при занятиях, требующих физического контакта; 2) при спортивной



деятельности, требующей проявления выносливости [2, 3]. К настоящему времени, исследований, с целью изучения порогов болевой чувствительности у спортсменов проведено крайне мало.

В исследовании участвовало 45 человек добровольцев\* (мужчины в возрасте 18-22 года). Из них спортсмены, занимающиеся единоборствами (бокс, самбо, дзюдо) 15 чел. (I-группа). Спортсмены, занимающиеся циклическими видами спорта (биатлон, лыжные гонки, конькобежный) 15 чел. (II-группа) и III-группа – норма, лица не имеющие отношения к спорту 15 чел.

Исследование определения болевой чувствительности проводилось с помощью прибора MERID, который отсчитывает количество тепловых импульсов. Для всех испытуемых давали одинаковое по силе воздействие. Оценка ощущения боли велась по 10 бальной шкале, где 10 сильное болевое ощущение, а 1 – самое слабое.

Результаты исследований показали, что в зависимости от вида спортивной деятельности оценка интенсивности болевого ощущения различаются. У спортсменов I-группы показатель оценки степени выраженности болевой чувствительности составил 1,91 балла, у спортсменов II-группы этот показатель составил 3,2 балла, у лиц III-группы (норма) уровень оценки уровня болевой чувствительности составил около 4,0 баллов

Таким образом, установлено, что более высокая толерантность к боли была выявлена у спортсменов, занимающихся единоборствами. Субъективно они в меньшей степени воспринимали болевое воздействие, чем группы, занимающиеся циклическими видами спорта и нормой (соответственно II- и III-группы).

Результаты исследований показывают, что степень выраженности болевой чувствительности в дальнейшем можно использовать, как один из критериев оценки уровня подготовленности спортсменов разной категории.

1. Кретти, Брайент Дж. Психология в современном спорте. Изд-во М.: ФиС, 1978. -С. 26-40.

2. Леонов С.В. Переживание спортивной травмы. Национальный психологический журнал – 2012. №2. -С. 137-139

3. Спортсмены легче переносят боль. По материалам электронного ресурса:

[www.myhealthnewsdaily.com](http://www.myhealthnewsdaily.com)

\*Все исследования проведены с информационного согласия участников эксперимента

#### **EVALUATION OF INDICATORS OF PAIN SENSITIVITY AT ATHLETES EXERCISED IN UNIVERSAL AND CYCLIC SPORTS**

**N.V. Gladyr, I.M. Gabibov, M.F. Shishonok**

Research Institute of human hygiene, occupational pathology and ecology of Federal Mediko-biological agency, Saint-Petersburg, Russia. E-mail: [gladyrnv@gmail.com](mailto:gladyrnv@gmail.com)

Currently, in improving the training process for high-class athletes, a large number of studies are devoted to studying the effect of stress on the success of athletes [1]. One of the factors that provoke stress in athletes is pain. An athlete usually experiences pain in two cases: 1) during exercises requiring physical contact; 2) in sports activities requiring the manifestation of endurance [2, 3]. To date, very little research has been done to study the thresholds of pain sensitivity in athletes.

The study involved 45 volunteers \* (men aged 18-22). Of these, athletes involved in martial arts (boxing, sambo, judo) 15 people (I-group). Athletes involved in cyclic sports (biathlon, skiing, speed skating) 15 people. (II-group) and III-group - the norm, persons not related to sports 15 people.

The study of determining pain sensitivity was carried out using the MERID device, which measures the number of thermal pulses. For all subjects, they were given the same effect. Assessment of pain was conducted on a 10-point scale, where 10 is a strong pain sensation, and 1- is the weakest.

The research results showed that depending on the type of sports activity, the assessment of pain intensity varies. For athletes of the I group, the indicator for assessing the severity of pain sensitivity was 1.91 points, for athletes of the II group this indicator was 3.2 points, for persons of the III group (normal) the level of assessment of the level of pain sensitivity was about 4.0 points

Thus, it was found that a higher tolerance to pain was found in athletes involved in martial arts. Subjectively, they were less likely to perceive pain than the groups involved in cyclic sports and the norm (groups II and III, respectively).

The research results show that the degree of severity of pain sensitivity in the future can be used as one of the criteria for assessing the level of preparedness of athletes of different categories.

1. Cretty, Bryant J. Psychology in modern sports. Publishing House M.: FiS, 1978. -P. 26-40.

2. Leonov S.V. Experiencing sports injury. National Psychological Journal – 2012. No2. -FROM. 137-139

3. Athletes tolerate pain more easily. Based on materials from the electronic resource: [www.myhealthnewsdaily.com](http://www.myhealthnewsdaily.com)

\*All studies were conducted with the informational consent of the experiment participants

#### **КЛЕТОЧНЫЕ СТРЕССЫ КАК ПРИЧИНА ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО СТАРЕНИЯ**

**Глушкова О.В., Шарапов М.Г., Парфенюк С.Б., Хренов М.О., Лунин С.М.,  
Новоселова Т.В., Новоселова Е.Г.**

Институт биофизики клетки Российской академии наук - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Пущинский научный центр биологических исследований Российской академии наук», Пущино, Россия;

[glushckova@mail.ru](mailto:glushckova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m996.sudak.ns2020-16/149-150>

Известно, что старение - это процесс, сопровождающийся повреждениями генома и нарушениями антиоксидантного статуса, метаболизма, иммунитета и протеостаза. Показано, что старение и хронические

возрастные заболевания имеют общий набор основных биологических механизмов, одним из важнейших этапов этого процесса является старение (сенесценция) клеток (Franceschi et al., 2018, Furman et al., 2019). Накопление сенесцентных клеток приводит к ускоренному старению всего организма и развитию возраст-ассоциированных заболеваний, а элиминация стареющих клеток замедляет эти процессы (Childs et al., 2015). В настоящее время установлено, что в механизмах сенесценции клеток принимают участие онкогены и некоторые виды стресса.

В настоящей работе с использованием клеточных линий фибробластов (3T3) и моноцитов/макрофагов (RAW 264.7) были исследованы 3 модели клеточного стресса: репликативное старение, окислительный стресс (20% O<sub>2</sub>, 24 или 48 часов) и ионизирующее излучение (16 и 30 Gy). Уровень стрессового ответа определяли по активации ключевых стрессовых и сигнальных белков. Сенесценция клеток была подтверждена по активации классических маркеров - SA-β-gal, каспазы 3 и γH2AX. Было обнаружено, что все исследованные стрессы вызывают накопление сенесцентных клеток в культуре. Интересно, что клетки с нокаутом генов белка-антиоксиданта пероксиредоксина 6 (PRDX6) обладали сниженным стрессовым ответом на окислительный стресс и облучение, но уровень гибели и сенесценции этих клеток был выше по сравнению с клетками с нормальным уровнем экспрессии PRDX6.

Таким образом, окислительный стресс и ионизирующее излучение приводили к клеточному старению и накоплению сенесцентных клеток. Формирование стрессовых ответов клеток со сниженным антиоксидантным статусом коррелировало с усиленной сенесценцией. Белок-антиоксидант PRDX6 проявил свойства сеноморфного агента при усиленном старении, вызванном стрессами.

*Работа поддержана РФФИ, проект № 20-015-00216.*

### CELLULAR STRESSES AS CAUSE OF ACCELERATED SENESCENCE

**Glushkova Olga V., Sharapov Mars G., Parfenyuk Svetlana B., Khrenov Maxim O., Lunin Sergey M.,  
Novoselova Tatiana V., Novoselova Elena G.**

Institute of Cell Biophysics of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia; [glushckova@mail.ru](mailto:glushckova@mail.ru)

It is known that aging is a process accompanied by genome damages and impaired antioxidant status, metabolism, immunity and proteostasis. It has been shown that aging and chronic age-related diseases have a common set of basic biological mechanisms, one of the most important stages of this process is the cellular aging named as senescence (Franceschi et al., 2018, Furman et al., 2019). The accumulation of senescent cells leads to accelerated aging of the whole organism and age-associated diseases progress, and the elimination of senescent cells slows down these processes (Childs et al., 2015). It has now been established that oncogenes and some types of stress are involved in senescence mechanisms.

In this work, using cell cultures of fibroblasts (3T3) and monocytes / macrophages (RAW 264.7), we studied 3 models of cellular stresses: replicative aging, oxidative stress (20% O<sub>2</sub>, 24 or 48 hours) and ionizing radiation (16 and 30 Gy). The level of stress response was determined by the activation of key stress and signal proteins. Senescence was confirmed by activation of classic markers - SA-β-gal, caspase 3 and γH2AX. It was found that these stresses cause the accumulation of senescent cells in the culture. Interestingly, cells with knockout of peroxiredoxin 6 (PRDX6) had a reduced stress response to oxidative stress and irradiation, but the death and senescence rate of these cells were higher compared to cells with normal PRDX6 expression level.

Thus, oxidative stress and ionizing radiation led to cell aging and the accumulation of senescent cells. The formation of stress responses of cells with reduced antioxidant status correlated with accelerated senescence. Protein-antioxidant PRDX6 showed the properties of a senomorphic agent in accelerated senescence caused by stress.

*This work was supported by the RFBR, project No. 20-015-00216.*

### ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ НЕЙРОПРОТЕКТОРНЫХ СВОЙСТВ ВНЕКЛЕТОЧНЫХ ВЕЗИКУЛ МУЛЬТИПОТЕНТНЫХ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТРОМАЛЬНЫХ КЛЕТОК

**Головичева Виктория В.<sup>1,3</sup>, Данилина Татьяна И.<sup>1</sup>, Шевцова Юлия А.<sup>2</sup>, Горюнов Кирилл В.<sup>2</sup>,  
Плотников Егор Ю.<sup>1</sup>, Туровский Егор А.<sup>3</sup>, Зинченко Валерий П.<sup>3</sup>, Зоров Дмитрий Б.<sup>1</sup>,  
Силачев Денис Н.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт Физико-Химической Биологии им. А.Н. Белозерского, Москва, Россия, [silachev.dn@genebee.msu.ru](mailto:silachev.dn@genebee.msu.ru)

<sup>2</sup>Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени акад. В.И. Кулакова, Москва, Россия

<sup>3</sup>Институт биофизики клетки РАН - обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ ПНЦБИ РАН, Пущино, Московская область, Россия

<https://doi.org/10.29003/m997.sudak.ns2020-16/150-151>

**Введение.** Внимание научного сообщества последние несколько лет приковано к изучению нейропротекторных свойств внеклеточных везикул (ВВ) мультипотентных мезенхимальных стромальных клеток (ММСК), однако, механизмы их действия пока не выяснены.

**Материалы и методы.** ВВ были получены методом дифференциального центрифугирования из кондиционированной среды от ММСК, полученных из послеродовой плаценты. Первичную оценку терапевтической способности ВВ in vivo проводили на моделях черепно-мозговой травмы (ТБИ) взрослых крыс и неонатальной гипоксии-ишемии (НИ) 7сут. крысят. Неврологический дефицит оценивался в тестах «Цилиндр» и «Постановка конечности на опору». Объем повреждения оценивали по МР-изображениям. Для более детального изучения терапевтических механизмов ВВ использовали модель кислородно-глюкозной депривации (OGD) (40 минут) и модель NH<sub>4</sub>Cl-токсичности (48 часов, 8 мМ) на нейроглиальной культуре клеток гиппокампа крысы, клетки предварительно инкубировали 24 часа с различными концентрациями ВВ.

В экспериментах оценивалось влияние ВВ на кальциевую сигнализацию нейронов и астроцитов до повреждения и во время OGD, также оценивалось влияние ВВ на выживаемость клеток культуры. Уровень  $[Ca^{2+}]_i$  клеток оценивали с помощью красителя Fura-2AM (1 мкг/мл). Число жизнеспособных и мертвых клеток определяли с использованием двойного окрашивания Hoechst 33342 (1 мкг/мл) и Propidiumiodide (1 мкг/мл).

**Результаты.** Курсовая интраназальная инстилляцией ВВ достоверно восстанавливает сенсомоторные функции после TBI и HI. ВВ статистически значимо защищают клетки гиппокампа от гибели после OGD через снижение  $[Ca^{2+}]_i$  во время глобального роста цитозольного кальция. ВВ также запускают aberrantную осцилляцию  $[Ca^{2+}]_i$  в астроцитах через 30 минут инкубирования в нормальных условиях. Инкубация 24 часа с ВВ культуры гиппокампа приводит к достоверному снижению количества мертвых клеток после 48 часов гипераммонимии. ВВ значительно ускоряют рост нейритов в ходе развития нейроглиальной сети гиппокампа in vitro в течение первых 7 суток культивирования.

**Выводы.** MSC-EV препятствуют глобальному повышению  $[Ca^{2+}]_i$  во время второй фазы ишемического ответа, что, как мы предполагаем, обуславливает их нейропротекторные свойства. Вероятно, MSC-EV содержат ростовые факторы и противовоспалительные факторы, модулирующие  $[Ca^{2+}]_i$  осцилляции астроцитов в нормальных условиях и после повреждения. *Работа поддержана грантом РФФИ 20-015-00414.*

#### STUDY OF THE EXTRACELLULAR VESICLES NEUROPROTECTIVE EFFECTS DERIVED FROM MULTIPOTENT MESENCHYMAL STROMAL CELLS

Golovicheva Victoria V.<sup>1,3</sup>, Danilina Tatyana I.<sup>1</sup>, Schevchova Yulia A.<sup>2</sup>, Goryunov Kirill V.<sup>2</sup>,  
Plotnikov Egor Yu.<sup>1</sup>, Turovsky Egor A.<sup>3</sup>, Zinchenko Vladimir P.<sup>3</sup>, Zorov Dmitry B.<sup>1</sup>, Silachev Denis N.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> A.N. Belozersky research institute of physic-chemical biology, Moscow, Russia

<sup>2</sup> V.I. Kulakov National medical research center for obstetrics, gynecology and perinatology, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Institute of Cell Biophysics of the Russian Academy of Sciences, Federal Research Center "Pushchino Scientific Center for Biological Research of the Russian Academy of Sciences", Pushchino, Russia

**Introduction.** The attention of the scientific community over the past few years has been focused on the extracellular vesicles (EV) neuroprotective properties isolated from multipotent mesenchymal stromal cells (MSC), however, their mechanism of action are still not clear.

**Materials and methods.** MSC were obtained from postpartum placenta. EV were isolated from conditioned medium using ultracentrifugation. The initial assessment of the therapeutic ability of EV was carried out in vivo using models of traumatic brain injury (TBI) in adult rats and neonatal hypoxia-ischemia (HI) in seven-day-old rats. Neurological deficit was assessed in the tests "Cylinder" and "Limb placing test". Volume of brain injury was evaluated by MR images. In order to study the neuroprotective mechanisms of EV, we used an oxygen-glucose deprivation (OGD) model (40min) and an NH<sub>4</sub>Cl toxicity model (48h, 8 mM) on a neuron-glia cultures of rat hippocampus. The cells were pre-incubated for 24 hours with different doses of EV. There were evaluated effects of EV on  $[Ca^{2+}]_i$  in neurons and astrocytes prior to damage and during OGD, and assessed the effects of EV on cells survival after OGD. Measurement of intracellular calcium levels were made by the fluorescent Ca(2+) indicator - Fura-2AM dye (1μg/ml). The quantity of viable and dead cells was determined using double staining with Hoechst 33342 (1μg/ml) and Propidiumiodide (1μg/ml).

**Results.** The course intranasal administration of EV significantly restored sensorimotor functions after TBI and HI. EV significantly protected neuronal cells from death induced OGD through a decrease  $[Ca^{2+}]_i$  during phase of the cytosolic calcium overload. EV also causes aberrant oscillation  $[Ca^{2+}]_i$  in astrocytes after 30 minutes of incubation with EV in normal conditions. Incubation of cell cultures for 24h with EV resulted in a significant decrease in the number of dead cells after 48h of hyperammonimia. The EV significantly accelerated the growth of neurites during the development of the hippocampal neuroglial network in the first 7 days of cultivation.

**Conclusions.** EV prevented the global increase of  $[Ca^{2+}]_i$  during the second phase of the ischemic response, which, as we assume, determines their neuroprotective effects. It is probably, EV contain various growth factors and chemokines that could modulate spontaneous astrocytic  $Ca^{2+}$  oscillations under normal and pathological conditions. *This study was supported by the Russian Foundation for basic research 20-015-00414.*

#### АНАЛИЗ НЕЙРОПРОТЕКТОРНЫХ СВОЙСТВ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ШАПЕРОНОВ ГЛЮКОЦЕРЕБРОЗИДАЗЫ НА МОДЕЛИ DROSOPHILA MELANOGASTER

Голомидов И.М., Большакова О.И., Емельянов А.К., Саранцева С.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение "Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра "Курчатовский институт", Гатчина,

Ленинградская обл., Россия; [ilia\\_stv@mail.ru](mailto:ilia_stv@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m998.sudak.ns2020-16/151-152>

Ген GBA кодирует лизосомный белок глюкоцереброзидазу (GCase), который гидролизует гликолипид глюкозилкерамид (GlcCer). Гомозиготные мутации в GBA вызывают легкую или тяжелую форму болезни Гоше (БГ), при которой из-за низкой ферментативной активности в органах накапливается субстрат фермента GCase.

У *Drosophila melanogaster* имеется 2 ортолога гена GBA человека: CG31414 (GBA1b) и CG31148 (GBA1a). Они расположены на 3 хромосоме и кодируют белки на 31% и 50% соответственно гомологичные белку человека. Существуют 2 линии *Drosophila melanogaster*, которые содержат вставку мобильного элемента Minos в CG31414 и CG31148. В каждом случае инсерция приводит к преждевременному прекращению синтеза белка. В результате мутантные белки на 129 и 34 аминокислоты короче, чем белок дикого типа.



Было показано, что вставка мобильного элемента *Minos* в *CG31414* вызывает накопление гидрокси-*GlcCer* во всем теле дрозофилы, а также вызывает снижение локомоторной активности, нарушение сна и сокращение продолжительности жизни при нормальных условиях.

Целью нашей работы была оценка эффективности действия новых молекулярных шаперонов глюкоцереброзидазы на процессы нейродегенерации на модели БГ на *Drosophila melanogaster* и сравнение ее с эффективностью известного на сегодняшний день молекулярного шаперона *GBA* – изофагомина. Новые соединения относятся к классу аллостерических активаторов, они связываются с ферментами на участке его поверхности, не входящим в состав активного центра. Данные соединения являются производными пирозолопиримидинов, влияние которых на активность мутантных форм *GBA* было показано ранее.

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что новые соединения оказывают положительный эффект на общий уровень нейродегенерации мух линии *CG31414Mi* также, как и изофагомин. Стоит также отметить, что у мух линии *CG31414Mi*, получавших молекулярные шапероны, сохранялась повышенная двигательная активность и большее число дофаминергических нейронов.

Работа проводится при поддержке гранта РФФ №17-75-20159 «Анализ нейропротекторных свойств фармакологических шаперонов глюкоцереброзидазы».

#### ANALYSIS OF NEUROPROTECTIVE PROPERTIES OF PHARMACOLOGICAL GLUCOCEREBROSIDASE CHAPERONES ON THE DROSOPHILA MELANOGASTER MODEL

Golomidov Ilya M., Bolshakova Olga I., Emelyanov Anton K., Sarantseva Svetlana V.  
Petersburg Nuclear Physics Institute of National Research Centre "Kurchatov Institute",  
Gatchina, Russia; [ilia\\_stv@mail.ru](mailto:ilia_stv@mail.ru)

The *GBA* gene encodes the lysosomal enzyme glucocerebrosidase (GCase), which hydrolyzes the glycolipid glucosylceramide (*GlcCer*). Homozygous *GBA* mutations cause mild to severe forms of Gaucher's disease (GD), due to accumulation of GCase substrate in various organs resulted from low GCase enzymatic activity.

Two *GBA* homologs present in chromosome 3 of *Drosophila melanogaster*, designated *CG31414* (*GBA1b*) and *CG31148* (*GBA1a*), which encode proteins with 31% identity and 50% similarity to the human GCase. There are two fly lines, each carrying a *Minos* transposable element insertion in *CG31414* and *CG31148*. In each case the *Minos* insertion leads to premature termination of the fly GCase protein synthesis. As a result, mutant GCases are 129 and 34 amino acids shorter, respectively, than the corresponding wild-type fly proteins.

The *Minos* transposable element insertion in *CG31414* (*CG31414Mi*) has been shown to cause hydroxy-*GlcCer* accumulation in the entire body of the *Drosophila* fly, defects of climbing ability, impaired night sleep and a shortened lifespan under normal conditions.

The main goal of our work was to evaluate the effectiveness of novel molecular glucocerebrosidase chaperones on neurodegeneration and compare it with the effectiveness of the currently known molecular chaperone *GBA*, isophagomine, in *Drosophila melanogaster* model. Novel compounds belong to the class of allosteric activators, which bind to the surface of enzymes different from their active sites. These compounds are derivatives of pyrazolopyrimidines, whose effect on the activity of *GBA* mutant forms has been shown previously.

Our data suggest that the novel compounds have a positive effect on the neurodegeneration of *CG31414Mi* flies similar to effects of isophagomine. It is worth noting that *CG31414Mi* flies that received molecular chaperone treatment retained increased motor activity and a greater number of dopaminergic neurons.

The work is supported by the Russian Scientific Foundation grant #17-75-20159 "Analysis of neuroprotective properties of pharmacological glucocerebrosidase chaperones".

#### ПЕРЕСАДКА ЭМБРИОНОВ ВЛИЯЕТ НА МОРФОЛОГИЮ И МЕТАБОЛИТЫ МОЗГА ПОЛОВОЗРЕЛЫХ МЫШЕЙ ЛИНИИ CD-1

Гон Я.<sup>1</sup>, Анисимова М.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия; <sup>2</sup> Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук (ИЦиГ СО РАН), г. Новосибирск, Россия; [gongyanli@yandex.ru](mailto:gongyanli@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m999.sudak.ns2020-16/152-153>

Пересадки эмбрионов широко применяется как в медицине, так и в животноводстве. В этой связи возникает вопрос о фенотипических последствиях пересадок, изучение которых имеет существенное значение для оценки вспомогательных репродуктивных технологий, как факторов риска постнатальных патологий, а также для определения их вклада в фенотипические отклонения лабораторных и сельскохозяйственных животных. Для изучения фенотипических эффектов разных вариантов пересадок эмбрионов были выполнены исследования на мышах аутбредной линии CD-1 свободных от видоспецифических патогенов в Центре генетических ресурсов лабораторных животных ИЦиГ СО РАН. Морфо-функциональные характеристики мозга были исследованы у половозрелых (12-14 нед) потомков обоего пола, полученных: при естественном размножения (Контроль); при пересадке 2-х клеточных эмбрионов в яйцевод (2КЛ); при пересадке бластоцист в полость матки (БЛ); при пересадке зародышей, полученных путем инкубации 2-х клеточных эмбрионов до стадии бластоцисты (2КЛ-БЛ). Самок той же линии готовили к вынашиванию эмбрионов путем скрещивания с вазэктомизированными самцами. После рождения и выкармливания подопытных животных распределяли по однополом группам и содержали в индивидуально вентилируемых клетках по 4-6 особей. Прижизненное исследование общих размеров мозга и его отдельных структур, кровотока в сонных артериях и спектра метаболитов в амигдале проводили с помощью сверх высокопольного магнитно-резонансного томографа BioSpec Avance (11.7 T) фирмы Bruker. Результаты, показывают, что пересадки ранних эмбрионов отражаются на кровоснабжении мозга. Сечение сонных артерий, максимальная и объемная скорость кровотока имели наибольшие значения у самцов и самок группы БЛ, а наименьшие в группе Контроль. Исследуемые группы различались также по

содержанию нейрометаболитов в миндалевидных ядрах - у самцов в левой амигдале были отмечены статистически значимые различия в балансе тормозных (ГАМК) и возбуждающих (глутамат, глутамин) нейротрансмиттеров. Этот баланс был сдвинут в пользу возбуждающих метаболитов в группе БЛ по сравнению с группами 2КЛ. Такой же эффект, но только в правой амигдале был установлен при сравнении профиля метаболитов самок из разных экспериментальных групп. Таким образом, пересадки эмбрионов могут быть причиной устойчивых морфофункциональных изменений мозга половозрелых потомков. Это обстоятельство равно значимо как для медицинской практики, так и для животноводства.

#### **EFFECTS OF EMBRYO TRANSFER ON BRAIN MORPHOLOGY AND METABOLITES IN ADULT CD-1 MICE**

**Gong Yanli<sup>1</sup>, Anisimova Margarita V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia; <sup>2</sup> Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IC&G SB RAS), Novosibirsk, Russia; [gongyanli@yandex.ru](mailto:gongyanli@yandex.ru)

Embryo transfer is widely used in both medicine and livestock. This raises the question of the phenotypic effects of embryo transfers, which are essential for the evaluation of assisted reproductive technologies as risk factors for postnatal pathologies, as well as for determining their contribution to phenotypic abnormalities of laboratory and farm animals. To evaluate the phenotypic effects of different variants of embryo transfers, we performed study on specific-pathogen-free mice of the outbred strain CD-1 in the Center for Genetic Resources of Laboratory Animals of IC&G SB RAS. Morphofunctional characteristics of the brain were investigated in adult (12-14 wk) offsprings of both sexes, obtained by: natural mating (Control); by transfer of 2-cell embryo into an oviduct (2CL); by transfer of blastocyst into the uterus (BL); by transfer of embryos obtained by incubation in vitro from 2-cell to blastocyst stage (2CL-BL). Females of the same strain were prepared to embryo transfer by mating with vasectomized males. After birth and weaning stage experimental animals were distributed to groups according to sex and kept by 4-6 individuals in individually ventilated cages. A lifetime study of total volume of the brain and size of particular areas of the brain, blood flow in carotid arteries and metabolite concentrations in amygdala were determined using the horizontal tomography with a magnetic field of 11.7 T (BioSpec Avance, Bruker). The results show that transfer of early embryos affected the blood circulation in the brain. The diameter, maximum blood velocity and volume flow in carotid arteries were the highest in males and females of the BL group, and the lowest in the Control group. The study groups also significantly differed in the content of metabolites in the amygdala. Differences in the balance of inhibitory (GABA) and excitatory (glutamate, glutamine) neurotransmitters were found in the left amygdala in males. This balance has been shifted in favour of excitatory metabolites in the BL group compared to the 2CL groups. The same effect, but only in the right amygdala was found when comparing the profile of metabolites of females from different experimental groups. Thus, embryo transfer can be the cause of persistent morphofunctional brain changes of adult offspring. This effect is equally significant for both medicine and animal husbandry.

#### **ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ И ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНО-ТИРЕОИДНОЙ СИСТЕМЫ У ПРИМАТОВ**

**Гончарова Н.Д., Радкевич А.М., Оганян Т.Э., Чигарова О.А., Тимошенко Н.В.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицинской приматологии», Сочи, Россия; [ndgoncharova@mail.ru](mailto:ndgoncharova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1000.sudak.ns2020-16/153-154>

Проблема индивидуальных особенностей функционирования различных органов и физиологических систем, прежде всего адаптивных нейроэндокринных систем, в процессе старения представляет существенный интерес в плане индивидуального прогнозирования интенсивности процесса старения и развития возрастной патологии. Цель исследования – изучение возрастных особенностей функционирования гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной системы (ГГТС) у индивидов с тревожным и депрессивным поведением по сравнению нормальным здоровым поведением на модели лабораторных приматов. В экспериментах использовали 10 молодых и 8 старых самок макак резус, половину из которых составляли особи с тревожным и депрессивно-подобным поведением (DAB), а другую половину – особи с обычным стандартным поведением (SB). У животных, различающихся по поведению, изучали возрастные особенности циркадианных ритмов тиреоидных гормонов, а также особенности реакции гипофизарно-тиреоидной оси на тест с тиреолиберинем (ТРГ) в летнее время. Выявлено, что базальные уровни тиреотропина (ТТГ) и стимулированные введением ТРГ у молодых животных с DAB существенно ниже, чем у молодых животных со SB. При этом не было обнаружено статистически значимых межгрупповых различий в концентрации свободного тироксина (Т4) и свободного трийодтиронина (Т3) как в базальных условиях, так и в ответ на введение ТРГ. Однако концентрация тиреоидных гормонов (особенно Т3) у молодых животных с DAB показывала тенденцию к более высоким значениям по сравнению с молодыми животными с SB. У старых животных, в отличие от молодых, не было выявлено существенных межгрупповых различий в концентрации ТТГ в результате главным образом возрастного увеличения секреции ТТГ у животных с DAB, но были выявлены существенно более низкие значения концентрации Т4 и более высокие показатели молярного соотношения Т3/Т4 в базальных условиях и на фоне введения ТРГ. Это происходило главным образом вследствие выраженного возрастного снижения концентрации Т4 у старых животных с DAB. Следует отметить, что у этих животных отмечалось также выраженное возрастное снижение секреции Т4 не только в 9.00ч, но и 21.00ч. В тоже время не было выявлено существенных возрастных различий в секреции тиреоидных гормонов у животных с SB как в базальных условиях с учетом циркадианного ритма секреции, так и в ответ на введение ТРГ. Таким образом, функция ГГТС при старении у приматов ассоциирована с особенностями адаптивного поведения индивида: снижается у индивидов с DAB и не претерпевает существенных изменений у приматов с SB.



## INDIVIDUAL AND AGE-RELATED CHARACTERISTICS OF FUNCTIONING OF THE HYPOTHALAMIC-PITUITARY-THYROID SYSTEM IN PRIMATES

**Goncharova Nadezhda D., Radkevich Alexandra M., Oganyan Tamara E.,  
Chigárova Olga A., Timoshenko Natalya V.**

Research Institute of Medical Primatology, Sochi, Russia; [ndgoncharova@mail.ru](mailto:ndgoncharova@mail.ru)

The problem of individual characteristics of the functioning of various organs and physiological systems, primarily adaptive neuroendocrine systems, in the aging process is of significant interest in terms of individual prediction of the aging process intensity and the age-related pathology development. The aim of research was to study the age-related features of the hypothalamic-pituitary-thyroid system functioning (HPTS) in individuals with anxious and depressive behavior compared to normal healthy behavior in the laboratory primate model. 10 young adult and 8 old female rhesus monkeys were used in the experiments, half of which were individuals with depression-like and anxiety-like behavior (DAB), and the other half were individuals with normal standard behavior (SB). We studied the age-related features of thyroid hormone circadian rhythms, as well as the peculiarities of the pituitary-thyroid axis reaction to the thyroliberin (TRH) test in animals with various types of adaptive behavior, in the summer time. It was found that the basal levels of thyrotropin (TSH) and ones stimulated by the TRH injection in young animals with DAB were significantly lower than in young animals with SB. And in this case, there were not found statistically significant between-group differences in the free thyroxine (T4) and free triiodothyronine (T3) concentrations, both under basal conditions and in the response to the TRH injection. However, the concentration of thyroid hormones (especially T3) in young animals with DAB showed a tendency to higher values compared to young animals with SB. In old animals, unlike young animals, no significant intergroup differences in TSH concentrations were detected, mainly as a result of an age-related increase in TSH secretion in animals with DAB, but significantly lower T4 concentrations and higher molar ratios of T3 / T4 were revealed in basal conditions and against the TRG introduction background. This was mainly due to a pronounced age-related decrease in T4 concentration in old animals with DAB. It should be noted that these animals also showed a pronounced age-related decrease in T4 secretion not only at 9.00 h, but also at 21.00 h. At the same time, there were no significant age differences in the secretion of thyroid hormones in animals with SB both in basal conditions and in the response to the TRH introduction, in view of the secretion circadian rhythm. Thus, the HPTS function during aging in primates is associated with features of individual adaptive behavior: it decreases in individuals with DAB and does not undergo significant changes in primates with SB.

## ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ СОМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ПОДРОСТКОВОМ И ЮНОШЕСКОМ ВОЗРАСТЕ НА ФОНЕ УСИЛЕНИЯ УРОВНЯ АНТРОПОГЕННОГО СТРЕССА (ПО МАТЕРИАЛАМ РОССИИ ЗА ПОСЛЕДНЕЕ СТОЛЕТИЕ)

**Горбачева А.К., Федотова Т.К.**

ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Москва, Россия,  
[angoria@yandex.ru](mailto:angoria@yandex.ru)

Проведен мета-анализ секулярного тренда соматических показателей детей 13-ти и 17-ти лет России и бывшего СССР на широком историческом интервале с 1880х по 2010е годы. К анализу привлечены 308 ростовых исследований (литературные данные), городские выборки, численность половозрастной группы в каждом исследовании около 100 человек. Показано, что на фоне усиления уровня антропогенной нагрузки (увеличения численности и плотности населения городских агломераций, уровня техногенных загрязнений среды, уровня информационного стресса) отмечается существенное увеличение показателей длины и массы тела, обхвата груди детей обоего пола в разные возрастные периоды (подростковый и юношеский). Выявлено, что более значительные соматические секулярные изменения касаются 13-летних подростков в момент ростового спурта сравнительно 17-летними юношами и девушками на фоне завершения активных ростовых процессов. Несколько более чувствительными к временному (антропогенному) фактору оказываются представители мужского пола как в подростковом, так и в юношеском возрасте. Наибольший вклад временной фактор вносит в секулярную динамику показателей длины тела —  $r=0,78$ ,  $p=0,00$  и  $r=0,75$ ,  $p=0,00$  для мальчиков и девочек 13 лет соответственно и меньшие уровни корреляций для 17-леток ( $r=0,3$  —  $0,6$ ). Более умеренным, но существенным, является вклад временного фактора в динамику массы тела 13-летних подростков —  $r=0,69$ ,  $p=0,00$  и  $r=0,59$ ,  $p=0,00$  для мальчиков и девочек — и юношей 17 лет ( $r=0,40$ ,  $p=0,00$ ), в то время как масса тела девушек 17 лет нарастает за столетие незначительно ( $r=0,19$ ,  $p=0,02$ ). Картина для секулярной изменчивости обхвата груди аналогична по интенсивности с динамикой массы тела. Сочетание временной динамики разных антропометрических показателей свидетельствует об эпохальном усилении лептосомности телосложения в первую очередь девушек.

## TEMPORAL DYNAMICS OF BASIC SOMATIC TRENDS IN ADOLESCENCE AND YOUTH IN CONNECTION WITH INCREASE OF THE LEVEL OF ANTHROPOGENIC STRESS (BASED ON RUSSIAN DATA THROUGH LATEST CENTURE)

**Gorbacheva Anna K., Fedotova Tatiana K.**

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, [angoria@yandex.ru](mailto:angoria@yandex.ru)

The goal of study is meta-analysis of secular trend of somatic traits of 13-year-old adolescents and 17-year-old juveniles from Russia and former USSR through the vast historic interval from 1880s till 2010s. Data includes 308 growth studies (literary data), urban samples, each age/sex group encounters about 100 persons. The analysis fix significant increase of height, weight and chest girth of children of both sexes in different ontogenesis periods (adolescence and youth), which is associated with the escalation of the anthropogenic stress level (growth of quantity and density of population of urban agglomerations, level of pollution, level of information stress). Its revealed that more significant somatic secular changes belong to 13-year-old adolescents in the peak of growth

spurt as compared to 17-year-old juveniles in completion of growth processes. Boys appear to be more sensitive to the temporal (anthropogenic) factor both during adolescence and youth. The major contribution of temporal factor is fixed for secular dynamics of height ( $r=0,78$ ,  $p=0,00$  and  $r=0,75$ ,  $p=0,00$  for 13-year old boys and girls and about  $r=0,3 - 0,6$  for 17-year-olds). The contribution of the temporal factor to the dynamics of weight of 13-year-old adolescents is comparatively less -  $r=0,69$ ,  $p=0,00$  and  $r=0,59$ ,  $p=0,00$  for boys and girls, even smaller for 17-year-old boys and most modest for 17-year-old girls ( $r=0,19$ ,  $p=0,02$ ). The picture of secular variations of chest girth reminds the same for weight. The combination of secular dynamics of different anthropometric traits witnesses to the increase of body leptosomy, first of all in girls.

#### **АНАЛИЗ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЦЕЛОСТНОСТИ ОРГАНИЗМА НА МАТЕРИАЛАХ ВЫБОРКИ МОСКОВСКИХ ЮНОШЕЙ-СТУДЕНТОВ: СОМА, ЭЭГ, ПСИХОМЕТРИКА**

**Горбачева А.К., Федотова Т.К.**

ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», Москва, Россия,  
[angoria@yandex.ru](mailto:angoria@yandex.ru)

На материалах выборки московских студентов мужского пола юношеского возраста численностью  $N=95$  методом факторного анализа анализируется взаимосвязанность показателей трех разных систем признаков внутри конституциональной целостности организма: соматические показатели ( $N=23$ ), ЭЭГ параметры в альфа диапазоне ( $N=52$ ); психологические характеристики ( $N=10$ ). Рассматриваются 6 факторов в соответствии с критерием отсеивания Кеттелла. Показана относительная независимость внутригрупповой изменчивости показателей трех систем признаков — соматических, психологических, ЭЭГ параметров. Выявлена известная автономность вариации комплекса продольных скелетных размеров, описываемых 1м фактором; размеров, определяющих поперечное развитие тела — жиротложение и поперечные скелетные размеры (плечевой и тазогребневой диаметры), описываемых 2м фактором, отметим, что содержание этого фактора для девушек ограничивается вариацией исключительно показателей подкожного жиротложения; нейрофизиологических показателей мощности ЭЭГ (3й фактор) и когерентности ЭЭГ (4й фактор), показателей когерентности для разных поддиапазонов альфа ритма ЭЭГ (5й фактор), для лобно-затылочных и теменных отведений (6й фактор). Показана обратная связь показателей личностной тревожности и показателей саморегуляции внутри психологической системы признаков. Результаты подтверждают фундаментальные биологические представления о насущности ослабления связей между отдельными системами признаков как условия целостности и пластичности организма в процессе жизнедеятельности. Автономность вариации показателей внутри одной системы признаков (скелетный-жировой компоненты; сомы; параметры мощности и когерентности ЭЭГ) свидетельствует о разной степени наследственной обусловленности в формировании показателей и внутри одной системы признаков.

#### **ANALYSIS OF MORPHOFUNCTIONAL INTEGRITY OF THE ORGANISM BASED ON DATA OF THE SAMPLE OF MOSCOW MALE STUDENTS: SOMA, EEG, PSYCHOMETRICS**

**Gorbacheva Anna K., Fedotova Tatiana K.**

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, [angoria@yandex.ru](mailto:angoria@yandex.ru)

Association of parameters of three different systems of traits inside constitutional integrity of the organism is analysed by means of factor analysis. The sample is represented by 95 Moscow male students aged 18-20 years, the program includes 23 somatic, 52 alpha EEG and 10 psychometric parameters. 6 factors are under discussion in accordance to Cattell screening criteria. The relative independence of intergroup variability of parameters of three systems is shown: somatic, psychometric, EEG. The autonomy of variation of the complex of longitudinal skeletal dimensions is described by factor 1. Variation of the parameters describing the transversal body development – adiposity and transversal skeletal diameters, biacromial and pelvic – is described by factor 2. To compare the biological essence of 2<sup>nd</sup> factors for females is limited by exceptionally variation of subcutaneous fat. The rest factors describe variability of EEG power parameters (factor 3), EEG coherence parameters (factor 4), coherence parameters for different subbands of alpha EEG (5 factor), frontal-occipital and parietal cuts (6 factor). The inverse correlation of parameters of personal anxiety and self-regulation inside the psychological system of traits is shown. The results support the basic biological conception of the necessity of slackening of associations of different systems of traits as the condition of integrity and plasticity of the organism in the cause of vital activity. Autonomy of variability of parameters inside one system of traits (skeletal-fat soma components; power-coherence EEG parameters) witness to different degree of genetic influence in development of parameters inside one system of traits as well.

#### **НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАССТРОЙСТВ СПЕКТРА АУТИЗМА**

**Горбачевская Н.Л.<sup>1,2</sup>**

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный психолого-педагогический университет<sup>1</sup>, Москва, Россия; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр психического здоровья<sup>2</sup>, Москва, Россия;  
[gorbachevskaya@yandex.ru](mailto:gorbachevskaya@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1001.sudak.ns2020-16/155-156>

Аутизм – это в настоящее время широко распространенная группа (1: 59 по данным США, 2019 г.) расстройств развития нервной системы, возникающее в раннем возрасте и проявляющаяся дефицитом социального взаимодействия и определенными поведенческими нарушениями. Патогенез расстройств определяется как генетическими, так и средовыми факторами. Оказалось, что люди с РАС более

чувствительны к средовым факторам, что связано со сниженным числом активных рибосомных генов (Пороховник и др.). Выявлено более 100 генов, мутация в которых встречается у детей с этой патологией. По современным данным расстройство возникает на ранних этапах внутриутробного онтогенеза и приводит к нарушению базовых (врожденных) поведенческих программ. В 10-15% случаев причиной расстройств могут быть определенные генетические заболевания (синдром Мартина-Белла, синдром Ретта, туберозный склероз, синдром Ангельмана и др.). Например, потеря экспрессии белка FMRP при синдроме Мартина-Белла приводит к изменению морфологии дендритных шипиков и увеличению долговременной депрессии (LTD) уже на ранних стадиях эмбриогенеза. Увеличение синтеза метаботропных глутаматных рецепторов (mGluR) и нарушение функционирования тормозных (GABA) рецепторов лежат в основе нейробиологической теории этого синдрома. При расстройствах аутистического спектра также описано нарушение глутаматергической и гамкергической передачи сигналов, что вызывает большой интерес к исследованиям этих двух форм нарушения развития. Из всех предложенных нейробиологических методов самым предпочтительным оказался метод сравнительного ЭЭГ-картирования, как самый доступный и информативный. В лекции будут подробно изложены способы использования данных ЭЭГ –картирования в качестве метода для оценки сходства и различий фоновой активности между отдельными группами пациентов с генетическими и недифференцированными формами РАС и переходы к выявлению биологических маркеров с помощью дискриминантного анализа ЭЭГ. Использование сравнительного ЭЭГ-картирования с нормативной базой ЭЭГ-данных может привести к ранней скрининговой диагностике на доклиническом уровне, а также и подойти к пониманию нейробиологических процессов, задействованных в нарушении базовых механизмов функционирования мозга при этих расстройствах развития. *Работа поддержана грантом РФФИ № 19-013-00750*

### **NEUROPHYSIOLOGICAL STUDIES OF AUTISM SPECTRUM DISORDERS** **Gorbachevskaya Natalia L. <sup>1,2</sup>**

Federal State Educational Institution of Higher Education Moscow State Psychological and Pedagogical University<sup>1</sup>, Moscow, Russia; Federal State Budget Scientific Institution Mental Health Research Center<sup>2</sup>, Moscow, Russia; [gorbachevskaya@yandex.ru](mailto:gorbachevskaya@yandex.ru)

Autism is currently a widespread group (1: 59 according to the United States, 2019) of nervous system development disorders that occurs at an early age and is manifested by a lack of social interaction and certain behavioral disorders. The pathogenesis of the disorder is determined by both genetic and environmental factors. It turned out that people with ASD are more sensitive to environmental factors, which is associated with a reduced number of active ribosomal genes (Porokhovnik et al. 2014). More than 100 genes have been identified in which mutations are found in children with this pathology. According to current data, the disorder occurs in the early stages of intrauterine ontogenesis and leads to a violation of the basic (congenital) behavioral programs. In 10-15% of cases, certain genetic diseases (Martin-Bell syndrome, Rett syndrome, tuberous sclerosis, Angelman syndrome, etc.) may be the cause of the disorder. For example, the loss of FMRP protein expression in Martin-Bell syndrome leads to a change in the morphology of dendritic spines and an increase long-term depression (LTD) is already in the early stages of embryogenesis. Increased synthesis of metabotropic glutamate receptors (mGluR) and impaired functioning of inhibitory (GABA) receptors are the basis of the neurobiological theory of this syndrome. In ASD, mGluR and GABA signaling impairment are also described, which causes great interest in studies of these two forms of developmental disorders. Of all the proposed neurobiological methods, the most preferable was the method of comparative EEG mapping, as the most accessible and informative. The lecture will detail the methods for using EEG mapping data as a method for assessing the similarities and differences in background activity between individual groups of patients with genetic and undifferentiated forms of ASD and the passage to identifying biological markers using discriminant EEG analysis. The use of comparative EEG mapping with a regulatory framework of EEG data can lead to early screening diagnostics at a preclinical level, as well as to understanding the neurobiological processes involved in disturbing the basic mechanisms of brain functioning in these developmental disorders. *This work was supported by the RFBR grant No. 19-013-00750*

### **НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПИЩЕДОБЫВАТЕЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ В РЕТРОСПЛЕНИАЛЬНОЙ КОРЕ КРЫС.**

**Горкин А.Г., Кузина Е.А.**  
ФГБУН Институт психологии РАН, г. Москва, Россия, [agorkin@yandex.ru](mailto:agorkin@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1002.sudak.ns2020-16/156-157>

В системно-эволюционном подходе в психофизиологии (Швырков, 1995, Александров, 2005) специализация нейронов относительно функциональной системы поведенческого акта и соответственно элемента индивидуального опыта является ключевым положением. В то же время, как отмечалось ранее (Горкин, Шевченко, 1995), нейроны с одинаковой специализацией имеют разные проекции межсистемных отношений на их активность вне специфического акта. В связи с этим возник вопрос, а не может ли формально одна и та же специализация, выделяемая по критерию обязательной активации нейрона при выполнении конкретного компонента поведения, быть различной в отношении роли активности соответствующего нейрона в организации поведения?

В данном исследовании было проанализировано распределение популяции специализированных нейронов по такому параметру, как отношение частоты активности нейрона в специфическом акте к активности в остальном поведении. Были дополнительно обработаны ранее опубликованные результаты экспериментов по различиям в активности популяции ретросплениальных нейронов на разных стадиях консолидации инструментального навыка у крыс (Кузина и др. 2015). Сопоставление активности 379 зарегистрированных у 12 животных нейронов с пищедобывательным инструментальным поведением получения пищи в кормушке после нажатия педали на одной из сторон экспериментальной клетки



позволило выявить 60 специализированных нейронов. Для этих нейронов было рассчитано отношение частоты в специфическом акте к активности в остальном поведении. Гистограмма числа клеток с разными значениями этого отношения на логарифмической шкале абсцисс (бин соответствовал 30% увеличению отношения) показало, что для этого распределения характерны два выраженных пика – первый в диапазоне 2.6 – 3.4 раза (17 клеток), а второй – в диапазоне 7.4 – 9.6 раз (6 клеток). Между ними был провал в диапазоне 5.7 – 7.4 раза (одна клетка).

Соотношение из первой части распределения было характерно для зарегистрированных хронически вживленными электродами в сессиях формирования нового поведения специализированных относительно формируемых актов нейронов, которые демонстрировали стабильные активации, начиная с первых реализаций новых актов. В то же время значения из второй части распределения соответствуют тем, которые имели нейроны, специализированные относительно «понятий» из работ других авторов (Lin et al., 2007 и др.). Можно предположить, что эти две группы специализаций связаны с разными аспектами реализации функциональных систем: первая соответствует необходимым для достижения результата элементам телесной организации, а вторая выделяет эту систему, как особенный элемент опыта в субъективном мире индивида. *Работа поддержана грантом РФФИ №18-29-22045.*

#### **UNEVEN POPULATION OF SPECIALIZED FOOD-ACQUISITION NEURONS IN THE RETROSPLENIAL CORTEX OF RATS**

**Gorkin Alexander G., Kuzina Evgeny A.**

Institute of psychology of the RAS, Moscow, Russia, [agorkin@yandex.ru](mailto:agorkin@yandex.ru)

In the system-evolutionary approach in psychophysiology (Shvyrkov, 1995, Alexandrov, 2005), the specialization of neurons in relation to functional system of a behavioral act and, accordingly, an element of individual experience is a key position. At the same time, as noted earlier (Gorkin, Shevchenko, 1995), neurons with the same specialization have different projections of intersystem relationships on their activity outside of the specific act. In this regard, the question arose whether formally the same specialization, allocated according to the criterion of obligatory activation of a neuron when performing a specific component of behavior, may be different in relation to the role of the corresponding neuron activity in the organization of behavior. In this study, we analyzed the distribution of the population of specialized neurons by such parameter as the ratio of spiking frequency of a neuron in a specific act to activity in the rest of the behavior. We further processed previously published experimental results on the activity of a population of retrosplenial neurons (Kuzina et al. 2015). Comparing the activity of 379 neurons registered in 12 animals with the food-acquisition instrumental behavior of getting food in the feeder after pressing the pedal on one side of the experimental cage allowed us to identify 60 specialized neurons. For these neurons, the ratio of frequency in a specific act to activity in the rest of the behavior was calculated. A histogram of the number of cells with different values of this ratio on the logarithmic abscissa scale (bin corresponded to a 30% increase in the ratio) showed that this distribution is characterized by two pronounced peaks – the first in the range of 2.6 – 3.4 times (17 cells), and the second in the range of 7.4 – 9.6 times (6 cells). Between them there was a dip in the range of 5.7 – 7.4 times (one cell). The ratio from the first part of the distribution was typical for the specialized neurons relative to the formed acts registered by chronically implanted electrodes in the sessions of forming new behavior, which demonstrated stable activation starting from the first realizations of new acts. At the same time, the values from the second part of the distribution correspond to those of neurons specialized with respect to "concepts" from other authors (Quiroga et al. al., 2005, Lin et al., 2007, etc.). It can be assumed that these two groups of specializations are related to different aspects of the implementation of functional systems: the first corresponds to the elements of the bodily organization necessary for achieving the result, and the second distinguishes this system as a special element of experience in the subjective world of the individual. *The work was supported by RFBR grant #18-29-22045.*

#### **ВЫРАЖЕННОСТЬ НЕВРОТИЧЕСКИХ ЧЕРТ ЛИЧНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С НАРУШЕНИЯМИ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ (НПП)**

**Горчакова Н.М.**

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия; [gorchakova05@mail.ru](mailto:gorchakova05@mail.ru)

Нарушения пищевого поведения (НПП) принято рассматривать с трех сторон: как аддиктивное поведение, как психосоматическую патологию, и как пограничное невротическое нарушение (Вознесенская, 2014). В рамках личностного подхода исследуется роль личности в развитии и поддержании нарушений пищевого поведения, приводящих к росту массы тела. У пациентов с НПП встречаются синдромы невротического спектра астенодепрессивный, обсессивно-фобический и астенический, которые усугубляют клинические проявления нарушений пищевого поведения (Федорова, 2007). Альтернативный взгляд на проблему существования специфических личностных черт у пациентов с лишним весом состоит в утверждении, что их нельзя отнести к определенному личностному типу, так как они представляют гетерогенную группу. В обследовании женщин с лишним весом мы использовали опросник невротической личности KON-2006 разработанный польским психиатром Е. Александровичем. В 2017 году была выполнена апробация опросника на российской выборке П. К. Тромбчиньски и Г. Л. Исуриной. Методика позволяет оценить уровень дисфункций личности, связанных с развитием невротических расстройств, различать невротические расстройства и другие стрессовые реакции (особенно «острые»), на образование которых личностные дисфункции практически не влияют. В исследовании приняли участие 50 женщин среднего возраста (от 21 до 45 лет) средний возраст 34,1 года. Выборка была разделена на 2 группы по 25 человек: первую группу составили женщины с нормальным ИМТ; вторую группу составили женщины с избыточной массой тела, ИМТ которых равен или больше 30, что является диагностическим критерием наличия ожирения I и II стадий. Исследование показало, что чем сильнее выражены нарушения пищевого

поведения, тем в большей степени свойственны нарушения невротического спектра, сильнее личностная дисфункция. Наиболее взаимосвязана с невротическим чертами личности шкала «Булимия». Склонные к приступам неконтролируемого передания (булимии) воспринимают себя неспособными проявлять инициативу и самостоятельно управлять своей жизнью, зависимыми от других людей, судьбы и обстоятельств, нуждающимися в поддержке, но при этом с ощущением непонимания со стороны других и чувством, что их постоянно используют. Они психически слабые с частой сменой настроения, склонны к раздражимости, зависти, мнительности, чувству вины и обидчивости. Наиболее взаимосвязаны с нарушением пищевого поведения четыре невротической черты: «чувство зависимости», «импульсивность», «экзальтация» и «чувство вины». Определенный комплекс невротических черт личности взаимосвязан с конкретным типом нарушения пищевого поведения: при эмоциогенном типе нарушения пищевого поведения у женщин наблюдаются явные проблемы в межличностных взаимоотношениях, эмоциональная незрелость, недовольство собой и миром в целом. Нарушения пищевого поведения по данному типу свойственны женщинам с проблемами в отношениях и с другим людьми, которые чувствуют себя одинокими, без должной поддержки, с трудностями в установлении контактов с окружающими. При этом они очень зависимы от окружения, уступчивы, избегают проявлять инициативу. Их отличает низкая самооценка, мнительность, повышенное чувство вины. Зачастую они чувствуют упадок сил, нехватку жизненной энергии, апатию. Также эмоциогенная пищевая стратегия чаще встречается у людей завистливых и (или) импульсивных. Эстернальный тип пищевого поведения свойственен женщинам, у которых повышена потребность получать восхищение со стороны окружающих и представлять себя в лучшем свете, с сильной зависимостью от происходящего и других людей, с высоким ожиданием неудач. Ограничительного типа пищевого поведения взаимосвязан с общим уровнем невротизации X-KON и ощущением эмоциональной и физической перегруженности. То есть при ограничительном пищевом поведении риск возникновения невротического расстройства возрастает из-за состояния хронического стресса из-за сильных пищевых ограничений и страха набрать лишний вес. Таким образом, именно эти черты личности «чувство зависимости», «импульсивность», «экзальтация» и «чувство вины», при своем взаимовлиянии, усиливают риск нарушений пищевого поведения.

#### **THE SEVERITY OF THE NEUROTIC PERSONALITY FEATURES OF THE PATIENTS WITH EATING DISORDER Gorchakova N.**

Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia; gorchakova05@mail.ru

Eating disorder is usually viewing from three sides: as the addictive behavior, as the psychosomatic pathology, and as the borderline neurotic disorder (Voznesenskaya, 2014). In the framework of the personal approach, the role of the individual of the development and maintenance of eating disorders leading to increase body weight is investigating. Patients with eating disorder have neurotic spectrum syndromes, such as the astheno-depressive, the obsessive-phobic, and the asthenic. These syndromes are exacerbating the clinical manifestations of eating disorders (Fedorova, 2007). The alternative view of the problem of the existence of specific personality traits of overweight patients is the assertion that they cannot be attributed to a certain personality type, since they represent a heterogeneous group. In the examination of overweight women, we've used the KON-2006 neurotic personality questionnaire was developed by the Polish psychiatrist E. Alexandrovich. In 2017, the questionnaire was tested on a Russian sample by P.K. Trombchinski and G.L. Isurina. The technique allows us to assess the level of personality dysfunctions that associated with the development of neurotic disorders, to distinguish neurotic disorders and other stressful reactions (especially "acute"), the formation of what personality dysfunctions practically do not affect. The study involved 50 middle-aged women (21–45 years old) with an average age of 34.1 years. The date was divided into 2 groups of 25 people: the first group consisted of women with normal BMI; the second group consisted of women with overweight, whose BMI is equal to or greater than 30, which is a diagnostic criterion for the presence of obesity I and II stages. The study showed, that the progressive eating disorder is increasing characteristic the disorder of the neurotic spectrum and the personality dysfunction. The Bulimia scale is near with neurotic personality features. Potential patients with uncontrolled overeating (bulimia) are perceiving themselves unable to take the initiative and independently manage their lives, they are dependent on other people, fate and circumstances, looking for the support from outside, but they are thinking that nobody knows them. They are suspecting that they are constantly being used. They are mentally weak with frequent changes of mood, prone to irritability, envy, suspiciousness, guilt and resentment. Four neurotic features are the most interconnected to the eating disorders: "feeling of addiction", "impulsivity", "exaltation" and "guilt". A certain set of neurotic personality features is interconnected with a specific type of eating disorder: women with the emotiogenic type of eating disorder have obvious problems with interpersonal relationship, emotional immaturity, dissatisfaction with oneself and the world as a whole. Eating disorders of this type are characteristic of women with problems in relationship and with other people who feel lonely, without proper support, with difficulties of establishing contacts with others. Moreover, they are very dependent on the environment, they are compliant, and they're avoiding initiative. They are distinguished to low self-esteem, suspiciousness and increased feeling of guilt. Sometimes, they are feeling a breakdown, lack of vitality, apathy. Also, emotional nutritional strategy is more common for people who are envious and (or) impulsive. The estranal type of eating behavior is characteristic of women who have the increased need to receive admiration from others and present themselves in a better light, with a strong dependence on what is happening and what other people do, with a high expectation of failure. The restrictive type of eating behavior is interconnected with the general level of neurotization of X-KON and a feeling of emotional and physical overload. So, restrictive eating behavior is leading to the risk of the neurotic disorder because of chronic stress, eating restrictions and anxiety to gain overweight. In this case, these personality features such as a sense of addiction, impulsiveness, exaltation, and guilt, when combined, are increasing the risk of eating disorder.



**ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ НИЗИННЫХ ТОРФОВ НА АДАПТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗМА ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ В УСЛОВИЯХ ФИЗИЧЕСКОГО ПЕРЕУТОМЛЕНИЯ**  
Гостюхина А.А.<sup>1</sup>, Замощина Т.А.<sup>1,2,3</sup>, Зыкова М.В.<sup>2</sup>, Зайцев К.В.<sup>1</sup>, Светлик М.В.<sup>2,3</sup>, Жукова О.Б.<sup>1</sup>, Прокопова А.В.<sup>1,3</sup>, Логвинова Л.А.<sup>2</sup>, Братишко К.А.<sup>2</sup>, Лопущая А.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Сибирский федеральный научно-клинический центр федерального медико-биологического агентства, г. Северск, Томская обл., Россия, [exper@med.tomsk.ru](mailto:exper@med.tomsk.ru);

<sup>2</sup>Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, России;

<sup>3</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1003.sudak.ns2020-16/159>

Для повышения и коррекции адаптивных возможностей организма человека в сложных условиях труда, экологических ситуациях, при повышенных физических нагрузках, используют различные препараты и композиции. Гуминовые кислоты (ГК) являются природными биополимерами, содержатся в торфе, буром угле, сапропелях и пелоидах. Известны их иммуностропные, антиоксидантные, дезинтоксикационные, противовоспалительные, адаптогенные и другие свойства. В настоящем исследовании предпринята попытка обосновать возможность применения торфяных ГК для увеличения адаптивных возможностей организма крыс в условиях физического переутомления.

**Материалы и методы.** Экспериментальное исследование выполнено на 40 половозрелых аутбредных крысах-самцах Wistar. Использована методика принудительного плавания крыс до полного утомления. Гуминовые кислоты вводили внутривентрикулярно по 0,5 мл 1% раствора на 100 г массы животного за 30 мин до нагрузки. Контрольным животным в аналогичных условиях вводили 0,9 % раствор натрия хлорида. После завершения плавательного теста проводился тест «открытое поле». В сыворотке крови определяли уровень лактата и кортикостерона общепринятыми методами. Гистологический анализ надпочечников проводили по стандартной методике.

**Результаты.** Установлено, что хроническое пятидневное введение раствора стандартизованных ГК низинного древесно-травяного торфа на фоне предъявления животным плавательного теста до состояния полного утомления, сопровождалось повышением их работоспособности, резистентности к физической нагрузке и стрессоустойчивости. При этом уровень лактата и кортикостерона в сыворотке крови и объём ядра клеток пучковой зоны коры надпочечника не изменялись. Таким образом, ГК торфа можно рассматривать как перспективные терапевтические агенты, способные повышать работоспособность, ускорять тренировочный процесс, и увеличивать адаптивные возможности организма на уровне анаэробных процессов.

**THE EFFECT OF HUMIC ACIDS OF LOWLAND PEAT ON THE ADAPTIVE CAPABILITIES OF THE ORGANISM OF LABORATORY ANIMALS IN CONDITIONS OF PHYSICAL OVERWORK**

Gostyukhina Alena A.<sup>1</sup>, Zamoshchina Tatyana A.<sup>1,2,3</sup>, Zykova Maria V.<sup>2</sup>, Zaitsev Konstantin V.<sup>1</sup>, Svetlik Michael V.<sup>2,3</sup>, Zhukova Oksana B.<sup>1</sup>, Prokopova Alena V.<sup>1,3</sup>, Logvinova Lyudmila A.<sup>2</sup>, Bratishko Kristina A.<sup>2</sup>, Loputskaya Arina A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Federal state budgetary institution "Siberian Federal science-clinical center of Federal medicobiological agency" (Russia, Tomsk region, Seversk), [exper@med.tomsk.ru](mailto:exper@med.tomsk.ru);

<sup>2</sup>Siberian State Medical University SSMU (Russia, Tomsk); <sup>3</sup>Tomsk State University (Russia, Tomsk)

To increase and correct the adaptive capabilities of the human body in difficult working conditions, environmental situations, with increased physical exertion, various preparations and compositions are used. Humic acids (HA) are natural biopolymers found in peat, brown coal, sapropels and peloids. Their immunotropic, antioxidant, detoxification, anti-inflammatory, adaptogenic and other properties are known. In this study, an attempt was made to justify the possibility of using peat HA to increase the adaptive capacity of the rat organism under conditions of physical overwork.

**Materials and methods.** An experimental study was performed on 40 sexually mature Wistar male outbred rats. The method of forced swimming of rats to complete fatigue was used. Humic acids were administered intragastrically in a dose of 0.5 ml of a 1% solution per 100 g of animal mass 30 minutes before loading. Control animals under similar conditions were injected with 0.9% sodium chloride solution. After completing the swimming test, an open field test was performed. Serum levels of lactate and corticosterone were determined by conventional methods. Histological analysis of the adrenal glands was performed according to a standard technique.

**Results.** It was established that chronic five-day administration of a solution of standardized HA of low-lying tree-grass peat against the background of presentation of a swimming test to animals to the state of complete fatigue was accompanied by an increase in their working capacity, resistance to physical activity, and stress resistance. In this case, the level of lactate and corticosterone in the blood serum and the volume of the nucleus of the cells of the bundle zone of the adrenal cortex did not change. Thus, peat HA can be considered as promising therapeutic agents that can increase performance, accelerate the training process, and increase the body's adaptive capabilities at the level of anaerobic processes.

**ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ**

Грандильевская И.В., Исурина Г.Л., Тромбчиньски П.К., Подсадная М.О.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; [i.grandilevskaja@spbu.ru](mailto:i.grandilevskaja@spbu.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1004.sudak.ns2020-16/159-161>

С начала 2000-х годов отмечается бум в создании виртуальных симуляторов для медицины, которые в настоящее время соответствуют практически всем существующим медицинским специальностям.

Высокотехнологичные тренажеры активно внедряются в медицинское образование и практическое здравоохранение, они используются в процессе обучения будущих врачей, последипломного обучения, проведения сертификации и аттестации, выполнения научных исследований, испытаний медицинской техники и технологии без риска для пациентов. В настоящее время многие медицинские ВУЗы и медицинские учреждения России имеют симуляционные центры, в которых осуществляется обучение и повышение квалификации с использованием симуляционных технологий. В 2012 году было создано Российское общество симуляционного обучения в медицине (РОСОМЭД), которое содействует внедрению в медицинское образование и практическое здравоохранение симуляционных технологий. Симуляция в медицинском образовании – это современная технология практической подготовки и оценки медицинского персонала, включающая освоение практических навыков, выработку автоматически повторяемых действий, оперативного принятия адекватных решений, основанная на моделировании клинических и иных ситуаций, в том числе рискованных, максимально приближенных к реальным условиям.

В настоящее время существует большой спектр симуляторов различного уровня реалистичности и сложности, предназначенных для обучения врачей. Актуальность, эффективность и безопасность симуляционных методов обучения является общепризнанной. Создание системы использования симуляционного обучения в подготовке и повышении квалификации медицинских работников – врачей и медицинских сестер является важной задачей.

Актуальность исследования определяется все более широким внедрением в медицинское образование и практическое здравоохранение симуляционных технологий для приобретения навыков и умений, проведения сертификации и аттестации, выполнения научных исследований и испытаний медицинской техники и технологий без риска для пациентов. Симуляционные технологии представляют собой имитацию профессиональной деятельности по определенному достаточно жесткому алгоритму, что имеет много достоинств и преимуществ. Однако при использовании высокотехнологических тренажеров могут возникать и определенные проблемы, связанные со спецификой использования этих технологий (восприятие студентами «симуляции и реальности», высокий уровень «оценочной» обратной связи и пр.), что может приводить к образованию психологических барьеров и замедлять или нарушать адаптацию студентов и ординаторов к новым формам обучения. В этих условиях важными становятся вопросы изучения психологических факторов адаптации и дезадаптации студентов в процессе подобного обучения, возникающих наиболее характерных проблем психологического характера, а также разработки принципов адекватного, научно обоснованного психологического сопровождения учебного процесса в условиях симуляционного центра на всех этапах обучения. Психологическое сопровождение процесса обучения студентов-медиков в симуляционном центре необходимо ориентировать на развитие мотивации обучающихся к активному использованию высокотехнологичных тренажеров, оптимизации психологического состояния обучающихся, а также процесса обучения и повышение его результативности.

Одной из важнейших практических задач является разработка основ психологического сопровождения обучающихся в процессе использования высокотехнологических тренажеров. На сегодняшний день представленная проблема решается междисциплинарной командой специалистов (психологов, врачей и педагогов) медицинского и психологического факультетов СПбГУ, а также Клиники высоких медицинских технологий на базе Центра медицинских аккредитаций научного парка СПбГУ.

#### **PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF TEACHING MEDICAL STUDENTS USING HIGH-TECH SIMULATORS.**

**Grandilevskaya Irina V., Isurina Galina L., Trabczynski Piotr K., Podsadnaya Maria O.**

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, [i.grandilevskaja@spbu.ru](mailto:i.grandilevskaja@spbu.ru)

Since the beginning of the 2000s, there has been a boom in the creation of virtual simulators for medicine, which currently correspond to almost all existing medical specialties. High-tech simulators are actively introduced into medical education and practical healthcare, they are used in the process of training future doctors, postgraduate training and certification, research, testing medical equipment and technology without risk to patients. Currently, many medical universities and medical institutions in Russia have simulation centers, which provide training and advanced training with the use of simulation technologies. In 2012, the Russian Society for Simulation Education in Medicine (ROSOMED) was created, which promotes the introduction of simulation technologies in medical education and practical healthcare. Simulation in medical education is a modern technology for the practical training and assessment of medical personnel, including the development of practical skills, the development of automatically repeated actions, the prompt adoption of adequate decisions, based on modeling clinical and other situations, including risky ones, as close as possible to real conditions.

Currently, there is a wide range of simulators with various levels of realism and complexity, designed for training doctors. The relevance, effectiveness and safety of simulation training methods are widely recognized. Creating a system for using simulation training in the training and professional development of medical workers - doctors and nurses is an important task.

The relevance of the study is determined by the ever-wider introduction of simulation technologies in medical education and practical health care for the acquisition of skills, certification and certification, research and testing of medical equipment and technologies without risk for patients. Simulation technologies are an imitation of professional activity according to a certain fairly rigid algorithm, which has many advantages. However, when using high-tech simulators, certain problems may arise related to the specifics of using these technologies (students' perception of "simulation and reality", a high level of "evaluative" feedback, etc.), which can lead to the formation of psychological barriers and slow down or disrupt adaptation of students and graduates to new forms of training. The issues of studying the psychological factors of adaptation and maladaptation of students in the learning process, the most characteristic problems of a psychological nature, as well as the development of principles of adequate, scientifically based psychological support of the educational process in a simulation center at all stages of training, become important. The psychological support of the training process for medical students in the simulation center must be focused on the development of students' motivation for the active use of high-tech simulators, optimization of the psychological state of students, as well as the learning process and increase its effectiveness.

One of the most important practical tasks is to develop the foundations of psychological support for students in the process of using high-tech simulators. To date, the presented problem is being solved by an interdisciplinary team of specialists (psychologists, doctors and teachers) of the medical and psychological faculties of St. Petersburg State University, as well as the High Medical Technology Clinic based on the Medical Accreditation Center of the St. Petersburg State University Science Park.

**ВЕГЕТАТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ ПРИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА И МЕТОДЫ ИХ КОРРЕКЦИИ**  
**Грачева Е.В., Кудреватых А.В., Милыхина И.В., Новикова Т.В., Сергеев Т.В., Суворов Н.Б.**  
ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», ул. Павлова, 12 Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1005.sudak.ns2020-16/161>

Вегетативные расстройства при болезни Паркинсона (БП) занимают значительное место в клинической картине заболевания и значительно ухудшают качество жизни пациентов.

Цель исследований: изучить особенности сердечного ритма у пациентов с БП при различных постральных нагрузках, их прогностическое значение, возможности кардиореспираторного тренинга (КРТ) как метода восстановления кардиореспираторной синхронизации.

Всего обследовано 55 больных (26 женщин, 29 мужчин) с различными стадиями БП (шкала Хен и Яр). Средний возраст 61,2, средняя длительность заболевания 7,8. В контрольную группу были включены 30 испытуемых, сопоставимых по возрасту с основной группой. Проведены: анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) и кардиоритмограмм (КРГ) при постральных нагрузках у пациентов и группы сравнения (2 минуты больной сидел в кресле в состоянии расслабленного бодрствования с открытыми глазами, затем вставал и 2 минуты находился в ортостатическом положении, затем снова садился в кресло и 2 минуты пребывал в состоянии сидя); изучение взаимосвязи параметров ВСР при постральных нагрузках у больных БП с клиническими показателями на разных стадиях заболевания; исследования эффективности КРТ с обратной связью по сердечному ритму с привлечением функции дыхания; исследования переходных процессов на кардиоритмограмме в момент вставания.

У большинства больных БП наблюдались нарушения ритма сердца в виде либо единичных «выбросов» на КРГ, либо в виде повторяющихся последовательностей «выбросов» (наджелудочковая экстрасистолия?). Больные с количеством «выбросов» более 5 в минуту исключались из исследования.

Выделено 3 типа реагирования на простую постральную нагрузку при явно выраженном переходном процессе – тоническая, выраженная фазическая и умеренная фазическая реакции. Возможно, что указанные феномены в реагировании на нагрузку связаны с «источником» тремора или формой БП? Их специфичность для пациентов с болезнью Паркинсона остаётся под вопросом.

Технология КРТ с привлечением дыхания оказалась перспективной для восстановления кардиореспираторной синхронизации (КРС) и для коррекции изменений, связанных со снижением ВСР и нарушением вегетативного баланса. Для получения устойчивой и воспроизводимой КРС необходим цикл КРТ, состоящий из 5 и более сеансов по 4-8 активных проб в каждом. При этом обязательна кардиологическая оценка состояния пациентов до и после процедуры КРТ.

**AUTONOMIC DISORDERS IN PARKINSON'S DISEASE AND METHODS OF THEIR CORRECTION**  
**Grachova Elizaveta V., Kudrevatykh Anastsia V., Miliukhina Irina V., Novikova Tatiana V.,**  
**Sergeev Timofey V., Suvorov Nikolay B.**

Federal State Budget Scientific Institution "Institute of Experimental Medicine", Acad. Pavlov Str. 12, St. Petersburg, 197376, Russia

Autonomic dysfunction in Parkinson's disease (PD) have a significant place in the clinical picture of the disease and greatly impair the quality of patient's life.

Objective studies: especially cardiac arrhythmias in patients with PD for different postural loads, their prognostic value, cardiorespiratory training possibilities as the method of cardiorespiratory synchronization recovery.

55 patients were examined (26 women, 29 men) with various stages of PD (Hoehn and Yahr Rating Scale). The average age is 61,2, the average duration of the disease is 7,8. The comparison group included 30 subjects comparable to the main group in age. The authors carried out the following: analysis of heart rate variability (HRV) and cardiac rhythmograms (HRG) with postural exertions in patients and in the comparison group (for 2 minutes the patient sat in a chair in a state of relaxed wakefulness with his eyes open, then he got up and was in orthostatic position for 2 minutes, then sat down again and was in a sitting position for 2 minutes); examining the relationship of HRV parameters during postural stress in PD patients with clinical signs of the disease at different stages; efficacy studies of cardiorespiratory training (CRT) with feedback on heart rate involving the respiratory function; studying of transients on the cardiac rhythmograms when standing up.

The majority of PD patients were observed cardiac arrhythmias or in the form of single "ejections" on the CRG, either in the form of repetitive sequences "ejections" (supraventricular extrasystole?). Patients with the number of "ejections" more than 5 per minute were excluded from the examination.

There are 3 types of response to the simple postural loads in the presence of a transition process – tonic, pronounced phasic and moderate phasic reactions. Is it possible that these phenomena in response to stress are associated with a "source" of tremor or a form of PD? Their specificity for patients with PD remains uncertain.

The technology of CRT involving breathing proved to be promising for the recovery of cardiorespiratory synchronization (CRS) and for correcting the changes associated with reducing HRV and vegetative balance disturbance. To obtain the stable and reproducible CRS it is necessary to carry out CRT cycle consisting of 5 or more active sessions of 4-8 tests in each. The cardiological diagnosis of the patient's condition before and after the cardiorespiratory training procedure is obligatorily.



## ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ГОРМОНОВ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПРИ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ И ВВЕДЕНИИ СУБСТАНЦИИ Р В ЦЕНТРАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ МОЗГА

Гребенкина Е.П., Исакова А.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования Ижевская государственная медицинская академия Минздрава Российской Федерации, УР, Ижевск, Россия, [helena10664@gmail.com](mailto:helena10664@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1006.sudak.ns2020-16/162>

Возникновение и протекание нейрогенного стресса осуществляется с вовлечением лимбико-ретикулярных структур мозга. Эти же структуры мозга оказывают влияние на эндокринные функции организма. Известно, что в структурах центральной нервной системы содержится различное количество субстанции Р, к которой имеются специфические рецепторы, и, тем самым, субстанция Р обуславливает дозозависимый эффект. В связи с этим мы исследовали состояние гормонального профиля крови при введении субстанции Р в гипоталамические структуры и боковой желудочек мозга.

**Цель работы:** изучить влияние пролонгированной электростимуляции и введение субстанции Р в вентромедиальное ядро гипоталамуса и боковой желудочек мозга на уровень инсулина и глюкагона в поджелудочной железе.

**Материалы и методы исследований:** хронические опыты проведены на кроликах массой 3,5-4 кг, которым по стереотаксическим координатам атласа мозга имплантировали электроды и канюли. Пролонгированную электростимуляцию вентромедиального ядра гипоталамуса [AP=-1; V=-5; D=0,7] и введение субстанции Р 100 нг в боковой желудочек мозга [AP=-1; S=2,7 V=1,5] осуществляли с помощью микроинъектора-хемитрода через день в течение 30 дней. Содержание инсулина и глюкагона определяли радиоиммунологическим методом по стандартным сывороткам.

### Результаты исследований

При электростимуляции вентромедиального ядра гипоталамуса уровень инсулина увеличивался с  $88,6 \pm 4,4$  н моль/л (контрольное значение) до  $120,6 \pm 10,4$  н моль/л ( $p < 0,05$ ) и уменьшалось содержание в крови глюкагона с  $58,2 \pm 6,2$  (контрольное значение) до  $42,8 \pm 3,2$  н моль/л ( $p < 0,05$ ). При введении субстанции Р в вентромедиальное ядро гипоталамуса количество инсулина уменьшилось до  $70,1 \pm 2,4$  н моль/л, ( $p < 0,01$ ), а при введении в боковой желудочек мозга - до  $63,8 \pm 7,7$  н моль/л ( $p < 0,05$ ) тогда, как уровень глюкагона не претерпевал достоверных изменений.

Таким образом, электростимуляция вентромедиального ядра гипоталамуса оказывала стресс-реализующее действие, как модель эмоциогенного стресса, в то время как, введение субстанции Р в соответствующие структуры мозга - стресс-лимитирующий эффект.

## CHANGES IN THE LEVEL OF PANCREATIC HORMONES DURING ELECTRICAL STIMULATION AND THE INTRODUCTION OF SUBSTANCE P INTO THE CENTRAL STRUCTURES OF THE BRAIN.

Grebenskina Elena P., Isakova Anastasia A.

Federal State Budgetary Institution of Higher Education Izhevsk State Medical Academy of the Ministry of Health of the Russian Federation, UR, Izhevsk, Russia, [helena10664@gmail.com](mailto:helena10664@gmail.com)

The emergence and course of neurogenic stress is carried out with the involvement of the limbicorecticular structures of the brain. These same brain structures affect the endocrine functions of the body. It is known that the structures of the central nervous system contain a different amount of substance P, to which there are specific receptors, and thereby substance P causes a dose-dependent effect. In this regard, we investigated the state of the hormonal profile of blood with the introduction of substance P into the hypothalamic structures and the lateral ventricle of the brain.

**Purpose of the study:** to study the effect of prolonged electrical stimulation and the introduction of substance P into the ventromedial nucleus of the hypothalamus and lateral ventricle of the brain on the level of insulin and glucagon in the pancreas.

**Materials and research methods:** chronic experiments were carried out on rabbits weighing 3.5-4 kg, which were implanted with electrodes and cannulas according to the stereotactic coordinates of the atlas of the brain. Prolonged electrical stimulation of the ventromedial nucleus of the hypothalamus [AP = -1; V = -5; D = 0,7] and the introduction of the substance P 100 ng into the lateral ventricle of the brain [AR = -1; S = 2,7; V = 1,5] was performed using a microinjector-chemitrode every other day for 30 days. The content of insulin and glucagon was determined by radioimmunological method using standard sera.

### Research results

During electrical stimulation of the ventromedial nucleus of the hypothalamus, the insulin level increased from  $88.6 \pm 4.4$  n mol / l (control value) to  $120.6 \pm 10.4$  n mol / l ( $p < 0.05$ ) and the blood glucagon content decreased with  $58.2 \pm 6.2$  (control value) to  $42.8 \pm 3.2$  n mol / l ( $p < 0.05$ ). With the introduction of substance P into the ventromedial nucleus of the hypothalamus, the amount of insulin decreased to  $70.1 \pm 2.4$  n mol / l, ( $p < 0.01$ ), and when introduced into the lateral ventricle of the brain, to  $63.8 \pm 7.7$  n mol / l ( $p < 0.05$ ) whereas the level of glucagon did not undergo significant changes.

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ РАСТЕНИЙ

Греченко Т.Н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт психологии Российской Академии Наук, Москва, Россия, [grecht@mail.ru](mailto:grecht@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1007.sudak.ns2020-16/162-163>

Более 100 лет известно, что растения имеют электрическую активность, но ее значение обсуждается до сих пор. Многие работы сфокусированы на изучении процессов, которые запускаются при реакциях на повреждающие воздействия, однако экспериментальные факты свидетельствуют о возможности участия

электрических процессов в регуляции многих функций. В работе представлены данные о частотно-временных характеристиках электрических полевых потенциалов, зарегистрированных от плодов различных растений и их предполагаемой роли в коммуникации. Электрофизиологические опыты выполнены на срезах моркови *Daucus carota subsp. Sativus*, яблока *Malus domestica 'Jonagold'*, огурца *Cucumis sativus* и проростков горошка. Толщина срезов 2-2,5 мм. Для отведения электрической активности применяли стеклянные электроды, заполненные 1 М раствором KCl. В части опытов использовалась регистрация одновременной двумя электродами, помещенными в разные области среза плода. Регистрация макроэлектродами от клеток плодов моркови *Daucus carota subsp. sativus*, яблока *Malus domestica 'Jonagold'*, огурца и горошка позволила обнаружить ритмическую электрическую осцилляторную активность, организованную в веретена. Длительность регистрации осцилляторной активности, организованной в специфические паттерны – веретена, группы осцилляций или одиночные волны – может быть разной как на срезах одного и того же плода, так и у разных плодов. Анализ спектрального состава показал локализацию пиков в области 3-5, 7-12, 15-16, 28-32 Гц. В части опытов применялась регистрация двумя электродами, расположенными в разных зонах исследуемого объекта. В этом случае анализировалось взаимодействие между клетками плода, разделенными некоторым расстоянием – в проведенных опытах это 0,1 – 1,5 см. Кросскоррелограммы показали, что между клетками плода устанавливаются функциональные отношения, которые могут претерпевать изменения во времени (например, происходит смена "лидера диалога"). Интересные результаты получены при одновременной регистрации от разноименных плодов, например, яблока и огурца. Наличие периодов, в течение которых электрическая активность демонстрирует высокую степень синхронности, дает возможность предполагать информационный обмен между этими объектами. Возникает вопрос о функциональном значении таких взаимодействий, в частности, является ли частотно-временная структура электрических полевых потенциалов плодов растений способом передавать информацию о характере воздействия и побуждать растение к специфическим ответам. Это вопрос для будущих исследований.

*Работа выполнена по Госзаданию №0159-2019-0001.*

### FUNCTIONAL ROLE OF PLANT ELECTRICAL POTENTIALS

**Grechenko Tatiana N.**

Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, [grecht@mail.ru](mailto:grecht@mail.ru)

For more than 100 years, plants have been known to have electrical activity, but its significance is still under discussion. Many works focus on the study of processes that are triggered by reactions to damaging effects, however, experimental evidence suggests the possibility of electrical processes being involved in the regulation of many functions. The paper presents data on the frequency-time characteristics of electrical field potentials recorded from the fruits of various plants and their intended role in communication. Electrophysiological experiments are performed on slices of carrots *Daucus carota subsp. Sativus*, apple *Malus domestica 'Jonagold'*, cucumber *cucumber sativus* and pea seedlings. Thickness of slices 2-2.5 mm, Glass electrodes filled with 1 M KCl solution were used to record electrical activity. In part of the experiments, registration by simultaneous two electrodes placed in different regions of the fruit cut was used. Registration by macroelectrodes from cells of fruit of carrots *Daucus carota subsp. Sativus*, *Malus domestica 'Jonagold'* apple, cucumber *cucumber sativus*, and peas allowed the detection of rhythmic electrical oscillatory activity organized into a veil. Duration of registration of oscillatory activity organized into specific patterns - spindle, groups of oscillations or single waves - can be different both on sections of the same fruit and in different fruits. Analysis of spectral composition showed localization of peaks in the range of 3-5, 7-12, 15-16, 28-32 Hz. In terms of experiments, registration with two electrodes located in different zones of the object under investigation was used. In this case, the interaction between fetal cells separated by a certain distance was analyzed - in the experiments carried out it is 0.1 - 1.5 cm. Crosscorrelograms have shown that functional relations are established between fetal cells, which can undergo changes in time (for example, there is a change of "dialogue leader"). Interesting results are obtained with simultaneous registration from different fruits, for example, apple and cucumber. The presence of periods during which electrical activity exhibits a high degree of synchronism makes it possible to assume information exchange between these objects. A question arises as to the functional significance of such interactions, in particular whether the frequency-time structure of the electrical field potentials of plant fruits is a way to convey information about the nature of the exposure and to induce the plant to specific responses. This is a question for future research.

*The study was supported by the Ministry of Education and Science, assn. nos. 0159-2019-0001*

### ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У МАЛЬЧИКОВ – УРОЖЕНЦЕВ Г. МАГАДАНА В ПОДРОСТКОВЫЙ ПЕРИОД ОНТОГЕНЕЗА

**Гречкина Л.И., Карандашева В.О.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-исследовательский центр «Арктика»  
ДВО РАН, Магадан, Россия; [ludmila-50@mail.ru](mailto:ludmila-50@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1008.sudak.ns2020-16/163-164>

Исследовали онтогенетические закономерности функционирования системы кровообращения у мальчиков – подростков 11-17 лет г. Магадана (n=809). Исследования показали, что изменения функциональных показателей кардиогемодинамики в данном периоде онтогенеза происходили в соответствии с возрастными закономерностями развития и имели разнонаправленный вектор. Такие показатели как САД, ДАД, СВ и УО с возрастом закономерно увеличивались, а ЧСС, ОПСС и ВИК – понижались. Было установлено, что максимальные изменения гемодинамических параметров происходят в период 12-16 лет, совпадая с периодом максимального темпа роста тотальных размеров тела. Выявлено, что показатели в пределах возрастных нормативов артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) имели 77,2% и 70,2% мальчиков, соответственно, из числа всех обследованных



подростков. Показатели АД, близкие к верхней границе возрастного норматива («высокая норма»), имели 11,3% подростков, а у 11,5% – была выявлена гипертензия. Показатели ЧСС выше возрастных нормативов – «тахикардия» – отмечены у 18%, а ниже – «брадикардия» – у 11,8% обследованных школьников. В зависимости от возраста это соотношение изменялось, что можно объяснить интенсивным морфофункциональным и половым развитием организма ребенка в пубертатном периоде онтогенеза.

Значения ВИК во всех группах положительные, что свидетельствует о преобладании симпатических влияний на сердечную деятельность и напряженности функционирования сердечно-сосудистой системы у магаданских подростков, находящихся в состоянии покоя. Наиболее высокие показатели ВИК отмечены в младшем подростковом возрасте 11-13 лет (18,3 – 17,8 усл. ед.), а минимальные – у 17-летних (5,5 усл. ед.). Статистически значимое снижение показателей ВИК происходит в 14 и 16 лет, что отражает процессы возрастания парасимпатического тонуса и формирования сбалансированной вегетативной регуляции сердечной деятельности, которые завершаются к 18-19 годам.

В результате исследований было выявлено, что среди магаданских подростков встречается большое число лиц, имеющих дисгармоничное телосложение, особенно в старшем подростковом возрасте, что сказывается на функциональных возможностях сердечно-сосудистой системы. В этом возрасте выявлен значительный процент подростков, склонных к повышению или повышенному артериальному давлению. Эта проблема особенно актуальна, учитывая, что формирование новой популяции человека на Северо-Востоке России происходит в экстремальных природно-климатических условиях

#### **PROFILES OF CARDIOVASCULAR SYSTEM FUNCTIONING IN ONTOGENESIS OF ADOLESCENT BOYS IN THE CITY OF MAGADAN**

**Grechkina Lyudmila I., Karandasheva Viktoriya O.**

Scientific Research Centre "Arktika" FEB RAS, Magadan, Russian Federation; [ludmila-50@mail.ru](mailto:ludmila-50@mail.ru)

The ontogenetic patterns of the circulatory system functioning were studied in adolescent boys of 11-17 years old in Magadan (n = 809). Studies have shown that changes in the functional indicators of cardiohemodynamics in this period of ontogenesis occurred in accordance with age-related patterns of development and had a multidirectional vector. Indicators such as BP<sub>s</sub>, BP<sub>D</sub>, CO and SV regularly increased with age, and HR, TPR and Kerdo Index - decreased. It was found that the maximum changes in hemodynamic parameters occur in the age period of 12-16, coinciding with the period of the maximum growth rate of total body sizes. It was revealed that 77.2% and 70.2% of the examined boys, respectively, among all the examined adolescents, had indicators within the age normal values of blood pressure (BP) and heart rate (HR). Of note that 11.3% of adolescents had blood pressure indices close to the upper limit of the age norm ("high norm"), and hypertension was detected in 11.5% of the examinees. Heart rates above age standards, "tachycardia", were observed in 18%, and below the standards, "bradycardia", in 11.8% of the subjects. Depending on age, this ratio changed, which can be explained by the intense morphofunctional and sexual development of the child's body in the puberty period of ontogenesis.

Values of Kerdo Index in all groups are positive, which indicates the predominance of sympathetic influences on cardiac activity and the intensity of the functioning of the cardiovascular system in Magadan adolescents at rest. The highest Kerdo Index indicators were observed in young adolescents aged 11-13 (18.3 - 17.8 arb. units), and the minimum in 17-year-olds (5.5 arb. units). A statistically significant decrease in Kerdo Index indicators occurs at the age of 14 and 16, which reflects the processes of increasing parasympathetic tone and the formation of balanced autonomic regulation of cardiac activity, which are completed by 18-19 years of old.

As a result of the studies, it was found that among Magadan adolescents a large number of people with disharmonious body physique can be seen, especially in older adolescents, which affects the functional capabilities of the cardiovascular system. At this age, there are a significant percentage of adolescents with the tendency towards increased or high blood pressure. This problem is especially urgent; moreover, a new human population in the North-East of Russia is developing in extreme climatic conditions.

#### **ВЕРИФИКАЦИЯ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОТНОШЕНИЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА К ДЕТЯМ С АТИПИЧНЫМ РАЗВИТИЕМ.**

**Григорьев А.С., Городный В.А.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия; [a.s.grigoriev89@gmail.com](mailto:a.s.grigoriev89@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1009.sudak.ns2020-16/164-165>

В настоящее время переход к персонализированной медицине является одним из приоритетных направлений развития научно-технологического комплекса России. Одновременно с этим во всем мире уже достаточно давно поднимается проблема отношения к лицам с атипичным развитием (например, умственной отсталостью или генетическими нарушениями). С конца 80-х годов XX века в зарубежной литературе (Wright В.А., 1988) описывается неразглашаемая в обществе предвзятость к людям с атипичным развитием, что приводит к сложностям в оказании им должной медицинской помощи, социализации, определении их места и роли в современном мире. На сегодняшний день отсутствуют систематизированные данные о степени подготовленности студентов и выпускников медицинских вузов к взаимодействию с детьми с атипичным развитием. Нами разработан методический подход, который позволяет оценить взаимодействие студентов медицинского вуза с детьми с атипичным развитием. Целью данного исследования является изучение адекватности разработанного нами методического подхода для оценки отношения студентов первого курса Санкт-Петербургского государственного медицинского педиатрического университета к детям с атипичным развитием.

В работе используется метод перцептивного эксперимента, в ходе которого студентам предъявляются тестовые последовательности, содержащие речевые сигналы детей с атипичным развитием. После перцептивного эксперимента, аудиторы отвечают на вопросы, касающиеся их отношения к прослушанным речевым сигналам. В ходе проведения перцептивного эксперимента осуществляется параллельная видеозапись поведения аудиторов, что позволяет верифицировать их ответы с помощью специализированного программного обеспечения FaceReader, определяющего истинное эмоциональное состояние человека по его мимической экспрессии. Психоэмоциональный статус студентов определяется до и после проведения перцептивного эксперимента с использованием батареи психологических тестов. Дополнительно определены психофизиологические и физиологические параметры испытуемых. Полученные результаты позволяют сделать вывод об адекватности разработанного методического подхода для оценки отношения студентов медицинского вуза к детям с атипичным развитием.

*Работа выполняется при финансовой поддержке РФФ проект № 19-78-00057.*

#### **VERIFICATION OF THE METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESS THE MEDICAL STUDENTS' ATTITUDE TOWARD CHILDREN WITH ATYPICAL DEVELOPMENT**

**Grigorev Aleksey S., Gorodnyi Viktor A.**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint Petersburg State University", St Petersburg, Russia; [a.s.grigoriev89@gmail.com](mailto:a.s.grigoriev89@gmail.com)

The transition to personalized medicine is currently one of the priority areas for the development of the scientific and technological complex of Russia. Meanwhile, there has been a problem of attitude toward individuals with atypical development (for example, intellectual disabilities or genetic disorders) around the world. Since the end of the 1980s, foreign literature (Wright B.A., 1988) has described an undisclosed bias in society against people with atypical development that leads to difficulties in providing them with proper medical care, socialization, determination of their place and role in the modern world. To date, there are no systematic data on the degree of preparation of medical students and graduates to interact with children with atypical development. We have developed a methodological approach to assess the interaction of medical students with children with atypical development. The aim of this work is to study the adequacy of the methodological approach to the attitude assessment of first-year students of St Petersburg State Pediatric Medical University toward children with atypical development.

In our work, we use the method of perceptual experiment in which students listen to test sequences containing speech signals of children with atypical development. After that, the listeners answer questions concerning their attitude to the speech signals. We record the video of listeners' behavior in parallel with the perceptual experiment to verify their answers using the specialized software "FaceReader", which determines the true emotional state of a person by his facial expression. To determine the psychoemotional status of students, we apply a battery of psychological tests before and after the perceptual experiment. In addition, the psychophysiological and physiological parameters of the students are determined. The obtained findings infer that the developed methodological approach is adequate to assess the attitude of medical students to children with atypical development.

*The work is financially supported by the grant of Russian Science Foundation № 19-78-00057.*

#### **ИСПЫТАНИЯ ЭКЗОСКЕЛЕТА НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ИНТЕРФЕЙСА МОЗГ-КОМПЬЮТЕР МОТОРНО-ВООБРАЖАЕМОГО ТИПА**

**Григорьев Н.А., Савосенков А.О., Шамшин М.О., Лобов С.А., Гордлеева С.Ю.**

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия;  
[na0grigorev@gmail.com](mailto:na0grigorev@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1010.sudak.ns2020-16/165-166>

В данной работе исследуется эффективность управления экзоскелетом нижних конечностей при помощи интерфейса мозг-компьютер (ИМК). Ключевой особенностью исследования является использование воображаемых движений ногами в качестве команд для экзоскелета.

В исследовании приняли участие 8 здоровых испытуемых (5 женщин, 3 мужчин) в возрасте 20-27 лет, не имевших ранее опыта управления ИМК. Сигналы записывались с 15 каналов – 7 электродов для снятия ЭЭГ располагались по моторной коре головного мозга и 8 электродов для снятия ЭМГ симметрично на исследуемых мышцах. Каждый испытуемый был обучен методике воображения движений и после калибровки проходил онлайн тестирование: 3 теста с управлением экзоскелетом при помощи реальных движений ног и 3 теста с управлением воображаемыми движениями. В первом случае испытуемому предъявлялись на мониторе 3 задачи - движение левой, правой ногой и задача «покой», во втором предъявлялись две задачи – воображаемое движение ведущей ногой и задача «покой». При правильном выполнении задачи, экзоскелет сгибал целевую ногу или оставался неподвижен (для «покоя»).

По результатам онлайн классификации ЭЭГ для двух задач точность распознавания в среднем составила 78.3 % (60-100 %), результат онлайн классификации ЭМГ для трех задач в среднем равен 83.4 % (61-100 %). При офлайн классификации ЭМГ записей оценивалась точность распознавания по каналам ЭЭГ. В результате офлайн классификации средняя точность для трех задач (движение левой, правой ногой и «покой») составила 51.3 % (33-66.3 %). При офлайн классификации двух задач (левая или правая нога и «покой») средняя точность составила 78.13 % (70.6-86.7 %). Причина низкой точности классификации ЭЭГ для реальных движений для разных ног может заключаться в том, что представления ног на моторной коре располагаются достаточно близко друг к другу и достаточно глубоко относительно поверхности головы, что получаемый сигнал не разделяем на ЭЭГ. Несмотря на это, эффективность системы управления возможно повысить при добавлении к сигналам ЭЭГ другой модальности, а именно сигналов ЭМГ.

*Работа выполнена при поддержке РФФ соглашение No 19-79-0025400254 и Гранта Президента ИШ-2653.2020.2.*

## TESTING OF A LOWER LIMBS EXOSKELETON CONTROLLED BY THE MOTOR-IMAGERY BRAIN-COMPUTER INTERFACE

**Grigorev Nikita A., Savosenkov Andrey O., Shamahin Maxim O., Lobov Sergey A., Gordileeva Susan U.**  
National Research Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, Nizhni  
Novgorod, Russia; na0grigorev@gmail.com

In this study, we investigate the effectiveness of controlling a lower limb exoskeleton using the brain-computer interface (BCI). A key feature of the study is using motor imagery leg movements as commands for the exoskeleton.

The study involved 8 healthy subjects (5 women, 3 men) aged 20-27 years who did not have previous experience in managing BCI. The signals were recorded with 15 channels — 7 electrodes for EEG recording were located on the motor cortex scalp and 8 electrodes for EMG recording were symmetrically placed on muscles of interest. Each subject was trained to perform technique of motor imagery and after calibration take part in online testing: 3 tests of exoskeleton control using real foot movements and 3 tests with control by motor imagery. In the first case, the subject was presented with 3 tasks on the monitor — the movement with left, right foot and the "rest" task, in the second, two tasks — the motor imagery of a leading foot and the "rest" task. When the task was performed correctly, the exoskeleton bent the target leg or remained motionless (for the "rest" task).

According to the results of online EEG classification for two tasks, recognition accuracy in average is 78.3% (60-100%), in result for online EMG classification for three tasks we had in average 83.4% (61-100%). In the offline classification of EMG records, the recognition accuracy was assessed by EEG channels. Result for offline classification, for three tasks (movement with the left, right foot and "rest") accuracy in average was 51.3% (33-66.3%). Offline classification results for two tasks (left or right leg and "rest"), accuracy in average was 78.13% (70.6-86.7%). The reason for the low accuracy of the EEG classification of real movements for different legs may be that the representation of legs on the motor cortex are located close enough to each other and deep enough relative to the surface of the head that the received signal cannot be divided in EEG. Despite this, the efficiency of the control system can be increased by adding another modality to the EEG signals, specifically EMG signals.

*This work was supported by the RSF agreement No. 19-79-0025400254 and Grant of the President НШ-2653.2020.2*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ЛАГА ПИК-ВОЛНОВЫХ РАЗРЯДОВ КРЫС ЛИНИИ WAG/RIJ – ГЕНЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ АБСАНСНОЙ ЭПИЛЕПСИИ

**Грищенко А.А.<sup>1,2</sup>, Сысоева М.В.<sup>3,1</sup>, Сысоев И.В.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Саратовский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН; <sup>2</sup>Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Саратов;

<sup>3</sup>Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина, Саратов.  
E-mail: vili\_von@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m1011.sudak.ns2020-16/166-167>

Цель данной работы – определить, как меняется характерное время (лаг), отвечающее за сохранение в сигнале локальных потенциалов мозга информации о прошлом состоянии с началом, во время течения и с окончанием пик-волновых разрядов – основного энцефалографического признака абсансной эпилепсии. Это время необходимо для построения предсказательных моделей с целью оценки связанности между структурами мозга, а также детектирования и предсказания эпилептиформной активности.

В данной работе используется функция взаимной информации, рассчитанная между сигналом и им же со сдвигом, сдвиг выбирается в шагах выборки от нуля до половины характерного периода колебаний. Для статистического анализа различия распределений рассчитанного лага между животными и записями использован критерий Манна–Уитни.

Проанализированы по две записи 5 крыс линии WAG/Rij – генетических моделей абсансной эпилепсии из лобной, теменной и затылочной коры и гиппокампа, для каждой записи – по 28 разрядов (в сумме проанализированно 280 разрядов). Использованы 6 временных интервалов длиной 2 с каждый: в фоне, перед разрядом, первые 2 с, следующие 2 с, последние 2 с разряда и 2 с сразу по его окончании. Построены и усреднены по всем 10 записям распределения лага для всех 6 интервалов для 4 рассмотренных отведений. Проведён статистический анализ сходств распределения лага между различными записями.

Обнаружено, что с началом разряда происходит унификация распределения лага между отдельными животными, при этом для двух записей одного и того же животного степень общности, как правило, ещё выше. Менее всего процесс унификации выражен в теменной коре; в лобной коре и гиппокампе он заканчивается с окончанием разряда, а в затылочной унификация сохраняется и после окончания разряда.

*Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда 19-72-10030.*

## MODELING OF SPIKE-WAVE DISCHARGES DETERMINATION OF THE OPTIMAL LAG VALUE FOR MODELING PEAK WAVE DISCHARGES OF WAG/RIJ RATS – MODELS OF ABSESS EPILEPSY

**Grishchenko Anastasia A.<sup>1,2</sup>, Sysoeva Marina V.<sup>3,1</sup>, Sysoev Ilya V.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Saratov Branch of the Institute of Radioengineering and Electronics of Russian Academy of Sciences; <sup>2</sup>Saratov State University, Saratov, Russia ; <sup>3</sup>Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia;

E-mail: vili\_von@mail.ru

The purpose of the current study is to determine how the characteristic time (lag) responsible for keeping information about the previous dynamics in the brain local field potential signals evaluates in time. This time is necessary to know in order to construct forecasting models for coupling estimation and seizure prediction and detection.



Mutual information function calculated between a signal with itself shifted in time is used. The shift varies from 0 to one half of characteristic oscillation period. Mann–Whitney test is used for comparative statistical analysis of distributions of the lag obtained for different animals and recordings.

Two records of local field potentials for each of five WAG/Rij rats (genetic models of absence seizures) were analyzed. Four channels were taken into account: frontal, parietal and occipital cotexes and hippocampus. There were 28 investigated seizures for each recording. Six time intervals of length 2 s were considered, starting from baseline, then preictal, begin of seizure, middle of seizure, immediately before the termination and after it. Distributions of lag for different records were compared statistically.

The lag distribution unification for different animals was detected at the seizure beginning, with distributions from records of the same animal being usually closer than for different ones. This unification is expressed in the parietal cortex least of all. In the frontal cortex and hippocampus the unification ends with the seizure, while in the occipital cortex it remains even after seizure termination.

*This work was supported by Russian Science Foundation, grant No 19-72-10030.*

### **СВЯЗЬ СЕНСОРНОГО ПРОФИЛЯ С ПОВЕДЕНЧЕСКИМИ ПРОБЛЕМАМИ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА**

**Громова М.О.<sup>1</sup>, Мамохина У.А.<sup>1</sup>, Горбачевская Н.Л.<sup>1,2</sup>**

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный психолого-педагогический университет<sup>1</sup>, Москва, Россия; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр психического здоровья<sup>2</sup>, Москва, Россия;  
[gromova.kspk@yandex.ru](mailto:gromova.kspk@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1012.sudak.ns2020-16/167-168>

Сенсорные нарушения у детей с РАС могут являться одной из основных проблем, мешающих их социальной адаптации и интеграции в общество. Целью исследования являлось выявление особенностей сенсорного профиля у детей с РАС и их связи с поведенческими нарушениями, адаптивными навыками, биоэлектрической активностью головного мозга. Особенности сенсорного профиля у детей определялись с помощью опросника SEQ 3.0 (Baranek et al; Перевод на русский: Варламов А.А.) , который в настоящее время валидизируется на большой группе детей с нарушениями развития. Также в работе использовалась скрининговая методика «Социально-Коммуникативный опросник» (SCQ, М.Раттер, 2003), Шкала Адаптивного поведения Вайленд (Vineland Adaptive Behavior Scale-VABS), ЭЭГ –картирование. В исследовании принимали участие 40 детей младшего школьного возраста с диагностированными расстройствами аутистического спектра, в возрасте от 7,5 до 11 лет. Испытуемые были разделены на 2 подгруппы, в первую их которых вошли 20 детей с интеллектуальными нарушениями, во вторую — 20 детей без нарушений интеллекта. Во второй группе исследовалась связь между нейрофизиологическими показателями и особенностями сенсорного реагирования детей с РАС. Анализ результатов настоящего исследования показал, что сенсорные нарушения характерны для детей с РАС вне зависимости от уровня их интеллектуального развития, хотя их выраженность как по общему баллу, так и по отдельным паттернам реагирования была выше у детей со сниженным интеллектом. В обеих группах была найдена достоверная связь сенсорных нарушений с показателями шкалы дезадаптивного поведения, что позволяет предполагать зависимость нежелательного поведения от особенностей сенсорных нарушений у детей с РАС. Кроме того, значимые корреляции были получены между паттернами сенсорного реагирования и данными ЭЭГ: большинство показателей сенсорной чувствительности положительно коррелировали с уровнем бета-1 активности в лобно-центральных зонах коры головного мозга.

*Работа частично поддержана грантом РФФИ № 19-013-00750*

### **RELATIONSHIP OF THE SENSOR PROFILE WITH BEHAVIORAL PROBLEMS AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS IN YOUNGER SCHOOL AGE CHILDREN WITH THE AUTISM SPECTRUM DISORDERS**

**Gromova Maria O.<sup>1</sup>, Mamohina Uliana A.<sup>1</sup>, Gorbachevskaya Natalia.L.<sup>1,2</sup>**

Federal State Educational Institution of Higher Education Moscow State Psychological and Education University<sup>1</sup>, Moscow, Russia; Federal State Budget Scientific Institution Mental Health Research Center<sup>2</sup>, Moscow, Russia;  
[gromova.kspk@yandex.ru](mailto:gromova.kspk@yandex.ru)

Sensory impairment in children with ASD may be one of the main problems hindering their social adaptation and integration into society. The aim of the study was to identify the characteristics of the sensory profile in children with ASD and their relationship with behavioral disorders, adaptive skills, and the brain bioelectric activity. The characteristics of the sensory profile in children were determined using the SEQ 3.0 questionnaire (Baranek et al; Translation into Russian: A. Varlamov), which is currently validated in a large group of children with developmental disorders. We also used the screening methodology "Social Communicative Questionnaire" (SCQ, M. Ratter, 2003), the Vineland Adaptive Behavioral Scale-VABS Scale, EEG mapping. The study involved 40 children of primary school age with autism spectrum disorders, aged 7.5 to 11 years. The subjects were divided into 2 subgroups, the first of which included 20 children with intellectual disabilities, the second - 20 children without intellectual disabilities. In the second group, the relationship between neurophysiological indicators and the sensory responses of children with ASD was investigated. An analysis of the results of this study showed that sensory impairment is characteristic of children with ASD regardless of their level of intellectual development, although their severity both in terms of overall score and in individual response patterns was higher in children with intellectual disabilities. In both groups, a significant relationship was found between sensory impairment and indicators of

maladaptive behavior. This suggests the dependence of unwanted behavior on the characteristics of sensory impairment in children with ASD. In addition, significant correlations were obtained between sensory response patterns and EEG data: most sensory sensitivity indicators positively correlated with the level of beta-1 activity in the fronto-central and temporal regions of the cerebral cortex.

*This work was partly supported by the Russian Foundation for Basic Research [grant 19-013-00750].*

### **РАННИЙ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫЙ СТРЕСС ПРИВОДИТ К УСИЛЕНИЮ ИМПУЛЬСИВНОГО И ПОВЕДЕНИЯ У КРЫС**

**Груздева Валентина Андреевна, Брошевицкая Надежда Дмитриевна, Павлова Ирина Вячеславовна, Зайченко Мария Ильинична, Григорьян Григорий Агаларович, Закиров Феликс Хайдарович**  
ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия;

<https://doi.org/10.29003/m1013.sudak.ns2020-16/168>

В последние годы много внимания уделяется причинно-следственным отношениям между стрессом раннего возраста и психоневрологическими заболеваниями взрослого организма. Многочисленные работы свидетельствуют о том, что стресс, пережитый в раннем возрасте, нарушает нормальное развитие гипоталамо-гипофизарно- надпочечниковой, иммунной, нервно-гуморальной и других систем, что в результате приводит к развитию целого ряда поздних психопатологий. Чрезмерная импульсивность, которая лежит в основе СДВГ, наркомании, агрессивного поведения, ряда биполярных расстройств и др. также может быть следствием пережитого в раннем детстве сильного стресса. Одним из возможных механизмов, через который ранний стресс оказывает отрицательное действие, является нейровоспаление. В нашей работе мы изучали влияние раннего провоспалительного липополисахаридного (ЛПС) стресса на проявления импульсивного поведения в зависимости от возраста и пола.

С целью создать нейровоспаление новорожденным крысам на 3- 5-й дни подкожно вводили ЛПС (50 мкг/кг) и физиологический раствор. Проявления импульсивного поведения у крыс изучали в возрасте 2.5 мес. (поздний подростковый возраст) и в 6 мес. (взрослые животные). Импульсивность оценивали по методике delay-discounting, суть которой в том, что животному предоставляется выбор между малоценным немедленным и более ценным, но задержанным подкреплением. Были получены следующие результаты. У контрольных групп по мере взросления импульсивность снижалась. Молодые животные (2,5 мес.) статистически значимо были более импульсивными, чем 6-и месячные крысы. Половые различия отчетливо проявлялись у молодых крыс и стирались у взрослых животных. Ранний провоспалительный ЛПС стресс не влиял на импульсивное поведение крыс-подростков, но статистически значимо увеличивал импульсивность у взрослых животных. Таким образом, в процессе жизни обнаруживаются связи не только между импульсивным поведением и возрастом/полом, но и влиянием на эти связи раннего провоспалительного стресса.

### **EARLY INFLAMMATORY STRESS LEADS TO INCREASED IMPULSIVE BEHAVIOR IN RATS**

**Gruzdeva Valentina Andreevna, Broshevitskaya Nadezhda Dmitrievna, Pavlova Irina Vyacheslavovna, Zaichenko Maria Ilyinichna, Grigoryan Grigory Agalarovich, Zakirov Felix Haidarovich**  
Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of the RAS, Moscow, Russia

In recent years a lot of attention was paid to casual relationship between an early life stress and psycho-neurological diseases in adulthood. In many papers there was shown that the early life stress disturbs the normal development of the hypothalamic-pituitary-adrenal, immune, neuro-hormonal and other systems resulting in appearance of a number of psychopathologies in future life. An excessive impulsiveness that underlies such disorders as ADHD, drug dependence, aggressive behavior, bipolar disorder, etc may also be a result of a strong stress in early childhood. One of the possible mechanisms through which the early life stress produces its negative action is a neuroinflammation. In our study we investigated the influence of the early proinflammatory lipopolysaccharide (LPS) stress on manifestations of impulsive behavior in dependence on sex and age.

With purpose to induce neuroinflammation we have injected subcutaneously to new-born rats on the postnatal days 3 and 5 LPS (50 mkg/kg) or Saline (controls). The impulsive behavior was studied in rats at the age of 2, 5 months (late adolescent age) and 6 months (adults). Impulsive behavior was assessed by the method of delay discounting when an animal was given a choice between a low valuable immediate and high valuable delayed reinforcements. The following results were obtained. In control animals the impulsivity decreased by the age. The adolescent rats were more impulsive than older animals. The sex difference was distinctive in the young rats, but this was disappeared at the later age. The early LPS stress did not affect the impulsive behavior in the adolescent rats, but significantly increased impulsivity in the older animals. Thus there are not only existing the links between impulsive behavior and sex/age during aging, but also the effects of proinflammatory LPS stress on these links.

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИНФАРКТА МОЗГА У КРЫС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ТРАНСПЛАНТАЦИИ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТЕВЛОВЫХ КЛЕТОК НА ЦЕРЕБРАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ** **Губский Л.В., Наместникова Д.Д., Губский И.Л.**

Федеральный центр цереброваскулярной патологии и инсульта, Москва, Российская Федерация;  
[gubskii@mail.ru](mailto:gubskii@mail.ru)

Модели церебрального инфаркта широко используются для испытания новых методов лечения данной патологии. Наиболее часто (до 70%) у людей наблюдается поражение средней мозговой артерии (СМА), в экспериментальных исследованиях также наиболее широко используется модель с эндоваскулярной окклюзией СМА (ОСМА), которая минимально инвазивна и вызывает достаточно



предсказуемое поражение мозга. Для неинвазивной оценки характера изменений мозга используется мультипараметрический протокол МРТ исследования, который должен включать T2 взвешенные изображения (ВИ), T2\* ВИ или SWI и диффузионно-ВИ с построением карты вычисленного коэффициента диффузии. Использование МР-ангиографии позволяет контролировать степень окклюзии и последующий характер реканализации СМА. Изучена группа крыс (51 животное) с контролем положения филамента методом МРТ на МР-томографе 7-Tesla ClinScan, кровотока по сосудам мозга и выявления возможных осложнений. Через 90 минут после операции филамент удаляли и определяли объем участка ишемического поражения мозга и геморрагические осложнения. 24-х часовая летальность в группе животных без восстановления кровотока составила 80% а в группе с полным восстановлением кровотока летальность составила всего 5,2%. Геморрагические осложнения наблюдались у 3 животных (6%), отсутствие фокального ишемического поражения мозга – у 3 животных (6%) и успешное моделирование инфаркта мозга – у 45 крыс (88%) Установлено, что мезенхимальные стволовые клетки (МСК), меченные железом, по данным МРТ исследования способны к направленной миграции в головном мозге крыс в зону ишемического повреждения, а также в субвентрикулярную и парагиппокампальные области. При внутривенной трансплантации меченные МСК обнаруживались в зоне ишемии на 7-е сутки после введения, а после интрацеребрального введения только после 14 дней. Избыточное продвижение филамента могло вызвать разрыв сосуда и кровоизлияние. Таким образом, применение эндоваскулярной модели окклюзии средней мозговой артерии в течении 90 минут вызывает фокальное ишемическое поражение коры и подкорковых отделов мозга крыс, включая гиппокамп и базальные узлы при низкой частоте послеоперационных осложнений. МРТ контроль церебральных изменений при ОСМА у крыс позволяет надежно определять положение филамента в сосудах, развитие инфаркта мозга и геморрагических осложнений, а также кровотока в сосудах мозга. Данная модель может использоваться для изучения влияния МСК.

#### **EXPERIMENTAL MODEL OF BRAIN INFARCT IN RAT FOR INVESTIGATION OF MSC TRANSPLANTATION AT CEREBRAL CHANGES**

**Gubsky Leonid V., Namestnikova Darya D., Gubsky Ilya L.**

Federal Centre of Cerebrovascular Pathology and Stroke, Moscow, Russian Federation; [gubskii@mail.ru](mailto:gubskii@mail.ru)

Models of cerebral infarct widely used for the design of new approaches for therapy. Endovascular model of the middle cerebral artery occlusion (MCAO) in rats is minimally invasive, causes relatively low and controllable damage to brain structures. Rats (n = 51), were subjected to MRI-guided MCAO into a MRI scanner (7-Tesla ClinScan system for small animals) for the control of the filament position and possible complications. Ninety minutes after the onset of MCAO, the filament was removed in rats and MRI control of the infarct volume and hemorrhagic complications performed by multi-parametric protocol of MRI investigation which include T2 weighted image (WI), T2\* WI or SWI and diffusion WI with construction of ADC chart. Magnetic resonance angiography using allows to control the occlusion power and consequent way of MCA recanalization. Excessive insertion of the filament tip can cause the rupture of intracranial vessels and hemorrhagic complications, hemorrhagic complications were detected in 3 rats (6%), no stroke in 3 rats (6%), and successful stroke formation in 45 rats (88%). It was established that the power of bloodstream non-recovery along the MCA correlates with 24-hour lethality of animals - the absence of the MCA recanalization was accompanied by loss of 80% of animals within the next days, while 24-hour lethality was only 5.2% of animals with full restoration of blood flow. By local proton spectroscopy method, spectra in the ischemic damage brain site are studied in dynamics. Progressive decreasing amplitude of NAA content was observed to 24 hours from occlusion of MCA, then recovering this indicator to initial level goes through 7 days. According to MRI study, mesenchymal stem cells (MSC) marked by Fe are capable to directional migration to the ischemic damage zone and so on to the subventricular and para-hippocampal areas. Migration rates of MSC in the ischemic damage zone are different for considered methods of injection: marked MSC were found in ischemic zone after 7 days from intravascular injection; however after intracerebral transplantation – only after 14 days. Application of endovascular model for middle cerebral artery (MCA) occlusion with controlled duration 90 minutes allows to reproduce an ischemic zone (region of basal ganglia, hippocampus, temporal-parietal lobes) with low percent of after surgery complications. MRI based MCAO guiding provided real-time intra-operational monitoring of crucial parameters determining MCAO suitability for stroke modeling, including better assessment of the operation outcomes in individual animals and significant enhancement of the model success rate. The possibility of simultaneous visualization of the filament, blood flow in the arteries, brain tissue, and hemorrhagic complications is the principal advantage of the proposed method over other instrumental methods of MCAO quality control.

#### **ЭЭГ-МАРКЕРЫ ХРОНИЧЕСКОГО НЕДОСЫПАНИЯ У КРЫС**

**Гузев М.А., Симонова В.В., Курмазов Н.С., Пастухов Ю.Ф.**

Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург

<https://doi.org/10.29003/m1014.sudak.ns2020-16/169-170>

Хроническое недосыпание широко распространено в современном обществе. К последствиям недосыпания относят ухудшение когнитивных функций, снижение настроения и мотивации и развитие хронических расстройств, связанных с метаболизмом, эндокринной и иммунной системой. Чтобы проследить, какие признаки свидетельствуют о переходе недосыпания в хроническую форму, мы изучили изменения ЭЭГ-активности крыс при длительном (в течение 5 дней) ограничении сна (ОС) по протоколу "3/1". Данные ЭЭГ сенсомоторной коры записывали в течение двух суток до начала ОС (контроль), на первый, третий и пятый дни ОС во время периодов покоя и в течение двух суток после окончания ОС. Спектральный анализ ЭЭГ в диапазоне 0,5-50 Гц проводили независимо для 5 стадий цикла сон-бодрствование: бодрствование, медленноволновый сон (МВС), переходная стадия от бодрствования к МВС

(Б-МВС), парадоксальный сон (ПС) и состояние с тета-ритмом и высокоамплитудной веретеной активностью, характерное для перехода к ПС (МВС-ПС).

В первый день ОС наибольшие изменения ЭЭГ наблюдались в диапазоне 1-5 Гц во время МВС. На третий день изменения в этом диапазоне в МВС были выражены слабее, на пятый – опустились до контрольных значений. На третий и пятый дни в МВС наблюдался прирост амплитуды в диапазоне 5-50 Гц. Изменения в характеристиках ЭЭГ переходной стадии Б-МВС были аналогичны изменениям в МВС, но выражены значительно слабее. В первый день ОС в ПС и МВС-ПС изменения были выражены слабо, а на третий и пятый повышалась амплитуда ЭЭГ в диапазонах 1-5 Гц, 8-10 Гц и 13-22 Гц. В бодрствовании наблюдался прирост амплитуды в диапазоне 1-5 Гц и 10-35 Гц. В первые сутки после окончания ОС описанные спектральные изменения сохранялись во всех состояниях. На вторые сутки статистически значимые изменения были только в МВС и бодрствовании, при этом в МВС амплитуда ЭЭГ активности в диапазоне 8-50 Гц вернулась к контрольному уровню, а медленноволновая активность (1-5 Гц) снизилась.

Наиболее выраженным признаком хронического недостатка сна можно считать изменение соотношения между низкими частотами (1-5 Гц) и высокими (8-50 Гц) в МВС. Признаками хронического недостатка сна являются также повышение бета-диапазона (12-25 Гц) во всех состояниях и повышение высокочастотной составляющей тета-ритма (8-10 Гц) в ПС. Все эти изменения возникают на 3-й день ОС и сохраняются не менее суток после его окончания, поэтому могут служить маркерами хронического недостатка сна. *Работа выполнена при поддержке госзадания (тема № АААА-А18-118012290427-7).*

### EEG MARKERS OF CHRONIC SLEEP RESTRICTION IN RATS

Guzeev Mikhail A., Simonova Valentina V., Kurmazov Nikita C., Pastukhov Yuri. F.

Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry RAS, Saint-Petersburg, Russia

Chronic sleep restriction is widespread in modern society. It has a wide range of consequences including impaired cognitive functioning, decreased motivation, and the development of chronic disorders associated with metabolism, endocrine and immune systems. To find the signs indicating that sleep loss becomes chronic, we studied changes in the EEG activity during prolonged (up to 5 days) sleep restriction (SR) according to the 3/1 protocol in rats. The EEG data of the sensorimotor cortex were recorded within two days before the start of the SR (control), during rest periods on the first, third and fifth days of the SR, and within two days after the SR. Spectral analysis of the EEG in the range of 0.5-50 Hz was carried out independently for the 5 stages of the sleep-wake cycle: wakefulness, slow wave sleep (SWS), the transition stage from wakefulness to SWS (W-SWS), REM sleep (REMs), and stage with theta rhythm and high-amplitude spindle activity, typical for the transition to REMs (SWS-REMs).

At the first day of the SR, the strongest increase in EEG amplitude was observed in the range of 1-5 Hz during SWS. These changes weakened on the third and fifth days but were followed by an increase in the range of 5–50 Hz. EEG changes similar to SWS, although less distinct, characterized the transitional W-SWS stage. On the first day of the SR, the changes in REMs and SWS-REMs were weak, but on the third and fifth days EEG amplitude increased in the range of 1-5 Hz, 8-10 Hz and 13-22 Hz. In wakefulness, EEG amplitude increased in the range of 1-5 Hz and 10-35 Hz. On the first day after the end of the SR, the described spectral changes were preserved in all states. On the second day, statistically significant changes were found only in SWS and wakefulness, and the amplitude of the EEG activity in the SWS in the range of 8-50 Hz returned to the control level, while the slow-wave activity (1-5 Hz) decreased below the control.

Thus, the most noticeable sign of a chronic sleep restriction is a change in the ratio between low (1-5 Hz) and high frequencies (8-50 Hz) in SWS. An increase in beta-range (12-25 Hz) in all sleep stages is also a sign of chronic sleep restriction, as well as an increase in the high-frequency component of the theta rhythm (8-10 Hz) in REMs. All these signs develop by the 3rd day of the SR and persist for at least a day after the SR, so they can be used as markers of chronic sleep restriction.

*The research was supported by the state assignment (theme № АААА-А18-118012290427-7).*

### ПОКАЗАТЕЛИ ВНИМАНИЯ У ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ

Гурова О.А., Карасева Н.В.

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия; [oagur@list.ru](mailto:oagur@list.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1015.sudak.ns2020-16/170-171>

Изучение различных аспектов адаптации организма студентов в процессе обучения в настоящее время является весьма актуальным. Напряжение в функционировании организма студентов проявляется снижением концентрации их внимания на занятиях. Вместе с тем, от адаптационных возможностей организма, степени напряжения его систем зависит здоровье студентов. Иностранные студенты, обучающиеся на русском языке, испытывают значительную умственную и физическую нагрузку.

С целью изучения продуктивности внимания у иностранных студентов, обучающихся на русском языке, показатели внимания регистрировались у 34 иностранных (18 юношей и 16 девушек) и 46 российских (21 юноша и 25 девушек) студентов 1-го курса с помощью теста Бурдона. Использовали буквы русского алфавита. Исследование проводилось в середине учебной недели в весеннем семестре. Показатели внимания рассчитывались автоматически и обрабатывались методами вариационной статистики.

Результаты исследования показали, что за определенное время иностранные студенты просматривают в тесте такое же количество букв, что и российские студенты. Однако количество правильно выбранных букв у иностранных студентов меньше на 26%, а количество неправильно выбранных букв больше на 37%, по сравнению с российскими студентами. При этом правильно выбранных букв у юношей-иностранцев меньше на 13%, а у девушек – на 36%, чем у россиян. Количество неправильно выбранных букв у иностранных юношей было больше на 71%, по сравнению с российскими юношами, а у девушек по

этому показателю различий не было. Но девушки-иностранки ошибочно пропустили значительно больше букв, чем россиянки (на 33%).

В целом коэффициент правильности выполнения теста у иностранных студентов оказался на 46% ниже, чем у российских студентов. Юноши-иностранцы показали результат на 36% ниже, а девушки-иностранки на 51% ниже, чем россияне. Следует отметить, что девушки, и россиянки и иностранки, выполняют тест медленнее, но качество выполнения теста у них выше, чем у юношей.

Проведенное исследование свидетельствует о имеющихся трудностях у иностранных студентов первого курса, обучающихся на русском языке.

#### **ATTENTION INDICATORS OF FOREIGN STUDENTS**

**Gurova Olga A., Karaseva Natalia V.**

RUDN University, Moscow, Russia; [oagur@list.ru](mailto:oagur@list.ru)

The study of various aspects of the adaptation of students in the learning process is very important. Tension in the functioning of the students' body is manifested by a decrease in the concentration of their attention in classes. At the same time, the health of students depends on the adaptation capabilities of the body and the degree of tension of its systems. Foreign students studying in Russian experience considerable mental and physical burden.

In order to study the productivity of attention among foreign students studying in Russian, 34 foreign students (18 young men and 16 girls) and 46 Russian students (21 young men and 25 girls) of the 1st year were registered with the help of the Bourdon test. The letters of the Russian alphabet were used. The study was conducted in the middle of the school week in the spring semester. Attention indicators were calculated automatically and processed by methods of variation statistics.

The results of the study showed that in a certain time foreign students view in the test the same number of letters as Russian students. However, the number of correctly selected letters in foreign students is less by 26%, and the number of incorrectly selected letters is more by 37%, compared to Russian students. At the same time correctly selected letters in young men-foreigners are less by 13%, and in girls - by 36% than in Russians. The number of incorrectly chosen letters in foreign young men was 71% more, compared to Russian young men, and girls by this indicator had no differences. But foreign girls mistakenly missed much more letters than Russians (33%).

In general, the test correctness rate for foreign students was 46% lower than for Russian students. Foreign boys showed the result 36% lower, and foreign girls 51% lower than Russians. It should be noted that girls, and Russian and foreign women, perform the test slower, but the quality of performance of the test in them is higher than in young men.

The study shows the difficulties of foreign first-year students studying in Russian.

#### **ПРОБЛЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЦИФРОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ЛИЧНОСТЬ РЕБЕНКА**

**Гут Ю.Н.**

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия;

[gut.julya@yandex.ru](mailto:gut.julya@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1016.sudak.ns2020-16/171-172>

В эпоху цифровизации образование уже не будет прежним, и уже сейчас мы видим, как новые информационные технологии активно внедряются в обучение российских школ.

Стоит отметить, что переход к цифровизации образования в России приходит тогда, когда в других странах уже начинается широкое обсуждение последствий введения цифровых школ.

В настоящее время во всем мире, как в широких слоях общества, так и в среде профессионалов – психологов, педагогов, психофизиологов и представителей других смежных специальностей ведутся интенсивные дискуссии, связанные с повсеместным внедрением цифровых технологий в образование (Mangen A., 2010; Пошехонова, 2018 и др.). При этом даются противоположные оценки этому явлению, от положительных, в которых подчеркивается формирование компетенции XXI века и готовность к успешной деятельности в условиях цифровой экономики до резко отрицательных, связывающих цифровые технологии с возникновением зависимости, снижением когнитивных способностей, а также возможными негативными последствиями, влияющими на здоровье и развитие личности, особенно детей (Нечаев В.Д., 2016; Dubey H. K., Singh A., Dubey S., 2019).

В большинстве своем исследования посвящены особенностям организации образовательного процесса с использованием информационных цифровых технологий (ИКТ), вопросам подготовки кадров, способных преподавать в новых условиях (Каракозов, Рыжова, 2016; Лубков, 2010; Солдатова, 2018; Gil-Flores, Rodríguez-Santero, 2017; McKnight et al., 2016; Prensky, 2018). В меньшей степени уделяется внимание оценке возможного вреда, который может принести применение информационно-коммуникационных технологий подрастающему поколению (Григорьев, 2014; Мухаметзянов, 2018).

И, несмотря на то, что работы в этом направлении ведутся, совершенно недостаточно изучены вопросы влияния внедрения цифровых технологий на свойства индивидуальности, когнитивную, эмоционально-мотивационную сферу личности и успешность учебной деятельности учеников, не ясны процессы и последствия цифровой социализации. Хотя актуальность таких исследований признается как зарубежными, так и отечественными учеными (Пошехонова, 2018; Aagaard, 2015; Morgan, 2015 и др.).

Теоретический анализ показал, что в нашей стране не достаточно исследований по проблеме применения цифровых технологий. Таким образом, необходимо проводить лонгитюдные исследования динамики нейро-когнитивного, эмоционального и личностного развития детей в условиях системной цифровизации школьного образования, которые могли бы на основе глубокого всестороннего анализа разработать нормы для применения данных технологий.



## THE PROBLEM OF STUDYING THE IMPACT OF DIGITAL EDUCATION ON THE CHILD'S PERSONALITY

Guth Yulia N.

Belgorod state national research University, Belgorod, Russia; gut.julya@yandex.ru

In the era of digitalization, education will not be the same, and we are already seeing how new information technologies are being actively introduced into the teaching of Russian schools.

It is worth noting that the transition to digitalization of education in Russia comes at a time when other countries are already beginning to discuss the consequences of the introduction of digital schools.

At present, intensive discussions are being held around the world, both in broad segments of society and among professionals – psychologists, teachers, psychophysicists and representatives of other related specialties, related to the widespread introduction of digital technologies in education (Mangen A., 2010; Poshekhonova, 2018, etc.). There are opposite assessments of this phenomenon, from positive ones, which emphasize the formation of the competence of the XXI century and readiness for successful activity in the digital economy to sharply negative ones, which link digital technologies with the emergence of addiction, a decrease in cognitive abilities, as well as possible negative consequences that affect the health and development of the individual, especially children (Nechaev V. D., 2016; Dubey H. K., Singh A., Dubey S., 2019).

Most of the research is devoted to the specifics of organizing the educational process using information and digital technologies (ICTs), as well as to training personnel capable of teaching in new conditions (Karakozov, Ryzhova, 2016; Lubkov, 2010; Soldatova, 2018; Gil-Flores, Rodríguez-Santero, 2017; McKnight et al., 2016; Prensky, 2018). Less attention is paid to assessing the possible harm that the use of information and communication technologies can bring to the younger generation (Grigoriev, 2014, Mukhametzyanov, 2018).

And, despite the fact that work in this direction is underway, the impact of the introduction of digital technologies on the properties of personality, cognitive, emotional and motivational sphere of personality and the success of students' educational activities is not clear, the processes and consequences of digital socialization are not clear. Although the relevance of such research is recognized by both foreign and domestic scientists (Poshekhonova, 2018; Aagaard, 2015; Morgan, 2015, etc.). Theoretical analysis has shown that in our country there is not enough research on the impact of digital technologies on the development of a child's personality. Thus, it is necessary to conduct longitudinal studies of the dynamics of neuro-cognitive, emotional and personal development of children in the conditions of systematic digitalization of school education, which could be based on a deep comprehensive analysis to develop standards for the application of these technologies.

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ КОГНИТИВНЫХ СТИЛЕЙ «ПОЛЕЗАВИСИМОСТЬ — ПОЛЕНЕЗАВИСИМОСТЬ» И «РИГИДНОСТЬ КОГНИТИВНОГО КОНТРОЛЯ — ГИБКОСТЬ КОГНИТИВНОГО КОНТРОЛЯ» С УРОВНЕМ САМООЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ У СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО КУРСА СИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Давыдов А.А., Корнетов А.Н., Буцык Е.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Томск, Россия; kaf.del.st.lab@mail.ru, alcornetov@gmail.com, [easy.katka9824@gmail.com](mailto:easy.katka9824@gmail.com).

<https://doi.org/10.29003/m1017.sudak.ns2020-16/172-173>

Успешность адаптации к учебному процессу у студента первого курса существенно зависит от собственного восприятия таких факторов как социальное благополучие, психическое и физическое здоровье, микросоциальная поддержка, самовосприятие, т. е. от самооценки качества жизни. Самооценка качества жизни является субъективным показателем, который может быть взаимосвязан со стилем мышления, т. е. когнитивным стилем. Так как на показатели самооценки существенно влияют средовые оценочные компоненты, то предполагается, что из когнитивных стилей наиболее связаны с самооценкой качества жизни «полезависимость – полenezависимость» и «ригидность когнитивного контроля – гибкость когнитивного контроля».

Цель исследования: выявить взаимосвязь когнитивных стилей «полезависимость – полenezависимость» и «ригидность когнитивного контроля – гибкость когнитивного контроля» с уровнем самооценки качества жизни у студентов первого курса Сибирского государственного медицинского университета.

Материалы и методы. Для диагностики полезависимости и полenezависимости использовалась методика «Включённые фигуры» (K.Gottschaldt. 1926); для диагностики ригидности и гибкости когнитивного контроля – методика «Словесно-цветовая интерференция» (J. R. Stroop, 1935); для диагностики самооценки качества жизни – краткий опросник ВОЗ для оценки качества жизни. Объём выборки составил 42 человека. Для оценки наличия и характера связи использовался критерий ранговой корреляции Спирмена.

Результаты. Была выявлена обратная линейная корреляционная связь между показателем когнитивного стиля «ригидность когнитивного контроля – гибкость когнитивного контроля» и показателем самооценки социального благополучия (при  $p < 0.05$ ,  $r = -0.323386$ ).

Выводы. Чем выше ригидность когнитивного контроля, тем ниже самооценка социального благополучия. Полученный результат может быть объяснён следующим образом: при высоком уровне ригидности когнитивного контроля человек ограничивает количество степеней свободы самореализации, тем самым снижая возможные параметры социального благополучия, которые мог бы достичь.

**THE RELATIONSHIP OF COGNITIVE STYLE «FIELD DEPENDENCE – FIELD INDEPENDENCE» AND «RIGIDITY OF COGNITIVE CONTROL - FLEXIBILITY OF COGNITIVE CONTROL» WITH THE LEVEL OF SELF-ASSESSMENT OF LIFE QUALITY AT STUDENTS OF THE FIRST COURSE OF THE SIBERIAN STATE MEDICAL UNIVERSITY**

**Davydov Artem A., Kornetov Alexandr N., Butsyk Ekaterina V.**

Federal state budgetary educational institution of higher education «Siberian state medical University» of the Ministry of health of the Russian Federation, Tomsk, Russian Federation; kaf.del.st.lab@mail.ru, alcornetov@gmail.com, [easy.katka9824@gmail.com](mailto:easy.katka9824@gmail.com)

The success of first-year student adaptation to the educational process substantially depends on their own perception of such factors as social well-being, mental and physical health, microsocial support, self-perception, i.e., on self-assessment of the quality of life. Self-assessment of the quality of life is a subjective indicator that can be interconnected with the style of thinking, i.e., cognitive style. Since environmental assessment components significantly affect self-esteem indicators, it is assumed that of cognitive styles, self-assessment of the quality of life is most associated with "field dependence - field independence" and "rigidity of cognitive control - flexibility of cognitive control".

The purpose of the study: to identify the relationship of cognitive styles "field dependence - field independence" and "rigidity of cognitive control - flexibility of cognitive control" with the level of self-assessment of quality of life among first-year students of Siberian State Medical University.

Materials and methods. To diagnose field dependence and field independence, the "Included Figures" methodology was used (K. Gottschaldt, 1926); for the diagnosis of rigidity and flexibility of cognitive control - the method of "Verbal-color interference" (J. R. Stroop, 1935); for the diagnosis of self-assessment of quality of life - a short WHO questionnaire to assess quality of life. The sample size was 42 people. To assess the presence and nature of the relationship, the Spearman rank correlation criterion was used.

Results. An inverse linear correlation was found between the cognitive style indicator "cognitive control rigidity - cognitive control flexibility" and the indicator of self-esteem of social well-being (at  $p < 0.05$ ,  $r = -0.323386$ ).

Conclusions. The higher the rigidity of cognitive control, the lower the self-esteem of social well-being. The result can be explained as follows: with a high level of rigidity of cognitive control, a person limits the number of degrees of freedom of self-realization, thereby reducing the possible parameters of social well-being that could be achieved.

**СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЭГ ДЕТЕЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ СЛУХОРЕЧЕВОЙ ПАМЯТИ**

**Давыдова Е.Ю., Салимова К.Р., Горбачевская Н.Л., Николаева Н.О.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный психолого-педагогический университет», Москва, Россия [el-davydova@mail.ru](mailto:el-davydova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1018.sudak.ns2020-16/173-174>

Целью настоящей работы являлось изучение корреляции нейропсихологических показателей слухоречевой памяти со спектральными характеристиками ЭЭГ в группах детей 7-8 и 9-10 лет, учащихся в массовой школе. (7-8 лет — 33 девочки и 32 мальчика; 9-10 лет — 37 девочек и 46 мальчиков). В настоящей работе представлено сравнение по показателю «суммарный слухоречевой балл» Методика «Лурия 2010». Запись ЭЭГ осуществлялась моно- и биполярно в состоянии спокойного бодрствования при закрытых и открытых глазах. Компьютерная обработка полученных данных осуществлялась методом быстрого преобразования Фурье при помощи системы картирования электрической активности головного мозга "Brainsys" (Россия). Подвергнутые компьютерной математической обработке данные были представлены в виде абсолютных значений спектральной плотности (СП) в узких частотных диапазонах (1,5 Гц). При этом в альфа- полосе выделялись 3 поддиапазона: альфа-1 (7,5-9 Гц), альфа-2 (9-10,5 Гц) и альфа-3 (10,5-12 Гц). Сравнение АСП в частотных диапазонах по 1,5 Гц проводилось в группах детей достоверно отличающихся по показателям ( $p < 0,001$ ) запоминания.

Было показано, что характер изменений ЭЭГ в группах с низкими показателями памяти зависит от специфики мнестических нарушений, а также от пола и возраста детей. У девочек 7-8 и 9-10 лет с низкими показателями слухоречевой памяти выявлены более высокие значения СП в  $\beta$  -1 полосе частот в теменных и лобно-центральных областях коры. У мальчиков с низкими показателями слухоречевой памяти в 7-8 лет выявляется увеличение  $\theta$  -активности в лобно-височных отведениях, а в возрасте 9-10 лет —снижение активности  $\alpha$  -2 диапазона.

Сопоставление результатов анализа возрастной динамики спектральных характеристик ЭЭГ в смешанных и разделенных по уровню слухоречевой памяти группах выявило различия между группами с высокими и низкими показателями слухоречевой памяти. В возрасте 7-8 —9-10 лет, как у мальчиков, так и у девочек с высокими показателями слухоречевой памяти изменения спектральных характеристик ЭЭГ практически совпадают с возрастными, являясь более выраженными.

В группах с низкими показателями слухоречевой памяти заметного изменения спектральных характеристик ЭЭГ в указанный возрастной период не выявляется, что может быть обусловлено гетерогенностью групп и различной этиологией нарушений слухоречевой памяти.

**CORRELATION OF EEG SPECTRAL CHARACTERISTICS WITH PARAMETERS OF AUDITORY-VERBAL MEMORY**

**Davydova Elizaveta Yu., Salimova Ksenia R., Gorbachevskaya Natalia L., Nikolaeva Natalia O.**

Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia, [el-davydova@mail.ru](mailto:el-davydova@mail.ru)



The study investigates correlation between neuropsychological parameters of auditory-verbal memory and EEG spectral characteristics in primary school children of 7–8 and 9–10 years old. (7-8 years old – 33 girls and 32 boys; 9-10 years old – 37 girls and 46 boys). Here we present the comparison with total auditory speech score of the "Luria-2010" method. EEG was registered with eyes open and closed in both monopolar and bipolar configurations. Data analysis included Fast Fourier transforms using "Brainsys" software for mapping brain electrical activity (Russia). The results were presented as absolute values of spectral density (SD) in narrow frequency ranges (1.5 Hz). Therefore, alpha-band was divided into 3 sub-bands: alpha-1 (7.5-9 Hz), alpha-2 (9-10.5 Hz) and alpha-3 (10.5-12 Hz). SD comparison in 1.5 Hz frequency ranges was carried out in groups which significantly differed on memory indices ( $p < 0.001$ ).

It was shown that EEG characteristics in groups with low memory indices depended on specificity of mnemonic impairments, as well as on children gender and age. Girls of 7–8 and 9–10 years with low index of auditory-verbal memory had higher SP values in beta-1 range in the parietal, frontal and central lobes. Boys of 7-8 years with low index of auditory-verbal memory showed an increased theta-activity in frontal and temporal lobes, while at 9-10 years - a decreased alpha-2 activity.

Analysis of age-related dynamics of EEG spectral characteristics in mixed groups and those divided by the level of auditory-verbal memory revealed differences between groups with high and low indices of auditory-verbal memory. EEG spectral characteristics of boys and girls with high indices of auditory-verbal memory at 7-8 and 9-10 years old almost did not differ from the age-related ones, but were more pronounced.

Groups with low indices of auditory-verbal memory showed no noticeable changes of EEG spectral characteristics within the indicated age period, probably due their heterogeneity and diverse etiology of impairments of audio-verbal memory.

### **МАНУАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ**

**Давыдова С.С., Сычев В.С.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семёнова-Тянь-Шанского», Липецк, Россия,  
[Selena-dav@rambler.ru](mailto:Selena-dav@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1019.sudak.ns2020-16/174>

Исследована динамика мануальной асимметрии (МА) в процессе обучения в вузе. Изменение МА у юношей и девушек носят схожий характер, хотя имеются количественные отличия. Более выражены они у юношей. На первом курсе у студентов физико-математического направления (информационная безопасность) и физического воспитания относительно велика (до 20%) доля лиц с сильно выраженной праворукостью (коэффициент 75-100%). На третьем курсе у спортсменов, практически, исчезает доля леворуких и значительно вырастает количество студентов с коэффициентом 25-50%. Изменения МА диагностируемые в течение обучения ранее показали разную динамику у различных молодых людей, часть из которых проявляла психофизиологический «консерватизм» (коэффициент праворукости не меняется). У студентов физико-математического направления полностью исчезала группа крайне праворуких и наблюдалось увеличение доли амбидекстров (до 10%). Максимум распределения приходится на интервал коэффициента праворукости 50-75%.

Мы полагаем, что специфические информационные нагрузки и высокий уровень двигательной активности активируют схожие механизмы адаптации, которые выражаются в повышении уровня значения правого полушария, по крайней мере, в моторной сфере.

### **MANUAL ASYMMETRY IN THE PROCESS OF TEACHING AT HIGHER EDUCATION INSTITUTION**

**Davydova Selena Stanislavovna, Sychev Valery Semenovich**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Lipetsk state pedagogical University  
named after P.P. Semenov-Tyan-Shansky", Lipetsk, Russia, [Selena-dav@rambler.ru](mailto:Selena-dav@rambler.ru)

The dynamics of manual asymmetry (MA) in the process of learning at a university is investigated. Change in MA in boys and girls are similar, although there are quantitative differences. They are more pronounced in young men. In the first year, students of the physical and mathematical direction (information security) and physical education have a relatively large (up to 20%) proportion of people with a pronounced right-handedness (coefficient 75-100%). In the third year, among athletes, the percentage of left-handed people practically disappears and the number of students with a coefficient of 25-50% grows significantly. Changes in MA diagnosed during training previously showed different dynamics in various young people, some of which showed psychophysiological "conservatism" (the rate of right-handedness does not change). The students of the physical and mathematical field completely disappeared the group of extremely right-handed people and there was an increase in the share of ambidextrous (up to 10%). The maximum distribution falls on the interval of the right-handedness coefficient of 50-75%.

We believe that specific information loads and a high level of motor activity activate similar adaptation mechanisms, which are expressed in increasing the level of the right hemisphere, at least in the motor sphere.

## ВЛИЯНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ХОЛЕРЕЗ И ХОЛЕКИНЕЗ

Давыдова Ю.А.<sup>1</sup>, Давыдова С.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко», Воронеж, Россия, [davydova.yuliana@yandex.ru](mailto:davydova.yuliana@yandex.ru); <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского», Липецк, Россия, [Selena-dav@rambler.ru](mailto:Selena-dav@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1020.sudak.ns2020-16/175>

Механизм эмоций, процессы холереза и холекинеза зависят от ЦНС и преобладания тонуса отделов автономной нервной системы. При возникновении эмоций активируется выработка различных групп биологически активных веществ. Повышение агрессивности связано с ростом концентрации норадреналина, который стимулирующее влияет на желчевыделительный аппарат, повышает тонус желчного пузыря. При снижении концентрации нейромедиатора повышается сократимость желчного пузыря и выход желчи в двенадцатиперстную кишку. Существуют сочетанные изменения функционального состояния коры головного мозга и изменения функционального состояния желчевыделительной системы. Гипоталамус одновременно является регулятором холереза и холекинеза, а также одним из центров мотиваций и эмоций. При раздражении его переднего отдела наблюдается выход желчи, затем стойкое расслабление шейки желчного пузыря, увеличение его размеров, приток печеночной желчи. Причиной первичных дисфункций желчевыводящих путей, в первую очередь, являются дискинезии психогенных факторов, часто их называют «соматовегетативными расстройствами», неврозами, депрессией. В формировании функциональной патологии большое значение имеют стрессовые факторы, отрицательные эмоции, формирующие очаги «застойного» возбуждения в гипоталамусе и ретикулярной формации. Нарушение подвижности нервных процессов в коре головного мозга приводит к ослаблению регуляции высших вегетативных центров, расстройству нейрогуморальных механизмов регуляции функций, а затем к нарушению моторики желчевыводящих путей. Под влиянием эмоций кора головного мозга «запускает» подкорковые структуры мозга, участвующие в формировании поведенческих реакций. В обычных условиях в них интегрируются различные раздражения, влияющие на пищеварительный аппарат. Область гипоталамуса постоянно контролирует холерез и холекинез. В случае отклонений в работе желчеотделения и желчевыделения возникают небольшие колебания физиологических функций и, собственно, нервная система приводит гепатобилиарную систему к нормальному физиологическому состоянию. Подкорковые отделы мозга через автономную нервную систему и гуморальным способом регулируют холерез и холекинез.

## THE INFLUENCE OF EMOTIONAL STRESS ON CHOLERESIS AND CHOLEKINESIS

Davydova Juliana Anatolyevna<sup>1</sup>, Davydova Selena Stanislavovna<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko", Voronezh, Russia, [davydova.yuliana@yandex.ru](mailto:davydova.yuliana@yandex.ru); <sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Lipetsk state pedagogical University named after P.P. Semenov-Tyan-Shansky", Lipetsk, Russia, [Selena-dav@rambler.ru](mailto:Selena-dav@rambler.ru)

The mechanism of emotions, the processes of choleresis and cholekinesis depend on the central nervous system and the predominance of the tone of the departments of the autonomic nervous system. When emotions arise, the production of various groups of biologically active substances is activated. Increased aggressiveness is associated with an increase in the concentration of norepinephrine, which has a stimulating effect on the biliary apparatus, and increases the tone of the gallbladder. With a decrease in the concentration of the neurotransmitter, the contractility of the gallbladder and the release of bile into the duodenum increase. There are combined changes in the functional state of the cerebral cortex and changes in the functional state of the biliary system. The hypothalamus is simultaneously a regulator of choleresis and cholekinesis, as well as one of the centers of motivation and emotions. With irritation of its anterior section, bile exit is observed, then persistent relaxation of the neck of the gallbladder, an increase in its size, an influx of hepatic bile. The cause of primary dysfunctions of the biliary tract, primarily, are dyskinesia of psychogenic factors, often called "somatovegetative disorders", neurosis, depression. In the formation of functional pathology, stress factors, negative emotions, forming foci of "stagnant" excitation in the hypothalamus and reticular formation are of great importance. Violation of the mobility of nerve processes in the cerebral cortex leads to a weakening of the regulation of higher autonomic centers, a violation of the neurohumoral mechanisms of regulation of functions, and then to a violation of the motility of the biliary tract. Under the influence of emotions, the cerebral cortex "launches" the subcortical structures of the brain involved in the formation of behavioral reactions. Under ordinary conditions, various irritations that affect the digestive apparatus are integrated into them. The area of the hypothalamus constantly monitors choleresis and cholekinesis. In case of deviations in the work of bile secretion and bile excretion, small fluctuations in physiological functions occur and, in fact, the nervous system leads the hepatobiliary system to a normal physiological state. The subcortical parts of the brain through the autonomic nervous system and in a humoral way regulate choleresis and cholekinesis.

## СЕТЬ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ НА ОСНОВЕ ПОРТАТИВНОГО УСТРОЙСТВА РЕАЛИЗИРУЮЩЕГО МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ BIOFEEDBACK

Дадашев Ф.Г.<sup>1</sup>, Аллахвердиев А.Р.<sup>2</sup>, Дадашева К.Г.<sup>2</sup>, Искендеров Н.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Национальная Академия Авиации, <sup>2</sup> Институт Физиологии им. А.И. Караева НАНА, Баку, Азербайджан,  
[dfh54@rambler.ru](mailto:dfh54@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1021.sudak.ns2020-16/176>

В докладе представлены принципы проектирования и функционирования портативного устройства на базе сети микроконтроллеров для реализации метода мультипараметрической BioFeedBack. В качестве архитектуры сети предложено использование принципов теории функциональных систем П.К. Анохина. Алгоритм реализации мультипараметрического BioFeedBack, основанный на функционировании биотехнической системы (БТС) опирается на решение многокритериальных задач. При этом целевая задача БТС решается поэтапно, позволяя максимально снять неопределенности, связанные с индивидуальными качествами испытуемого, тем самым максимально приблизиться к «желаемому состоянию».

Для общего конструктивного решения задачи, лежащей в основе многокритериальной BioFeedBack, целесообразно использовать синергетические принципы, для решения которой рекомендуется использование принципов векторной оптимизации, посредством самоорганизации (параметрической самонастройки) алгоритма управления.

В данном случае использование теории функциональной системы является полезным, как в концептуальном плане, так с конструктивной точки зрения, вследствие чего декомпозиция целевых задач БТС позволяет выявить динамику поэтапного приближения к «желаемому состоянию» (самоорганизации).

Использование в качестве архитектуры сети микроконтроллеров концепции архитектоники теории функциональных систем имеет ряд преимуществ, как для распараллеливания процессов, так и для снятия неопределенностей при реализации коррекционных работ.

В качестве совокупности параметров, идентифицирующих управляемые состояния, выбираются как различные характеристики одного электрофизиологического сигнала (ЭЭГ), так и показатели различных электрофизиологических сигналов (напр. ЭКГ, КГР, ЭМГ и т.д.).

Данную систему мультипараметрического BioFedBack может использовать как исследователь или врач для проведения коррекционных процедур, так и сам испытуемый с целью проведения саморегуляции.

*Работа выполнена в рамках гранта Фонда научного прогресса Государственной нефтяной компании Азербайджанской Республики «SOCAR» за 2019-2021 годы.*

## NETWORK OF MICROCONTROLLERS BASED ON A PORTABLE DEVICE PROVIDING A MULTI- PARAMETRIC BIOFEEDBACK

Dadashev Fuad H.<sup>1</sup>, Allahverdiev Ali R.<sup>2</sup>, Dadasheva Kamala.G.<sup>2</sup>, Isgandarov Nuraddin I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> National Aviation Academy, <sup>2</sup> Institute of Physiology. A.I. Karaeva ANAS, Baku, Azerbaijan, [dfh54@rambler.ru](mailto:dfh54@rambler.ru)

This paper presents the principles of design and operation of a portable device based on a network of microcontrollers for implementing the BioFeedBack multiparameter method. As a network architecture was proposed to use principles theory of functional systems P.K. Anokhina. The algorithm for implementing the multiparameter BioFeedBack, at base the functioning of the biotechnical system (BTS), is based on the solution of multicriteria task. In this case, the task of the BTS is solved stepwise, allowing to remove maximum indeterminacy related to the individual qualities of the test subject, thereby to get as close as possible to the "desired state".

For a constructive solution to the problem based on multicriteria BioFeedBack, use of synergistic principles is advised. For a solution that is recommended to use the principles of vector optimization, through self-organizing (parametric self-tuning) control algorithm.

In this case, the use of the theory of a functional system conceptually and constructively is beneficial, as a result, the decomposition of the target objectives of the BTS allows to identify the dynamics of a stepwise approach to the "desired state" (self-organizing).

The use of the concept of architectonics of the theory of functional systems as the architecture of a network of microcontrollers has advantages for parallelizing processes and for removing indeterminacy during corrective actions.

Various characteristics of one electrophysiological signal are selected (EEG), as well as indicators of various electrophysiological signals (e.g. ECG, EMG, etc.) as a set of parameters identifying a controlled state

The system multiparametric BioFedBack can be used by both a researcher or a doctor for corrective procedures, and the subject himself with the aim of conducting self-regulation

*The work was performed as part of a grant of the Foundation for Scientific Progress of the State Oil Company of the Azerbaijan Republic "SOCAR" for 2019-2021.*

## ОСОБЕННОСТИ ЭЭГ У БОЛЬНЫХ ДЕПРЕССИЕЙ ПОДРОСТКОВ С АУТОАГРЕССИЕЙ

Дамянович Е.В.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научный центр психического здоровья",  
Москва, Россия; [damjanov@iitp.ru](mailto:damjanov@iitp.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1022.sudak.ns2020-16/176-177>

Особенности спектральных параметров фоновой ЭЭГ в основной группе, состоявшей из 40 пациенток с депрессией (средний по группе балл по шкале HDRS-21 27.0±7.5) в возрасте 16-25 лет (средний возраст 18.9±2.9 лет), проявляющих несуицидальное самоповреждающее поведение (НССП) в виде множественных повторных самопорезов, выявляли методами описательной статистики по сравнению с базой ЭЭГ-данных

возрастной нормы и с ЭЭГ группы сравнения, включавшей 20 пациенток аналогичного возраста и тяжести депрессивного состояния, но без НССП. Методом корреляционного анализа выявляли связи между значениями спектральной мощности узких частотных диапазонов ЭЭГ и количественными клиническими оценками больных.

Спектральная мощность альфа-ритма у больных превышала значения возрастной нормы. Отмечался левополушарный акцент альфа1 (8-9 Гц), альфа2 (9-11 Гц), тета2 (6-8 Гц) и дельта (2-4 Гц) активности. Наличие в ЭЭГ всплеск тета-активности отражало повышенную возбудимость диэнцефальных структур на фоне слабости тормозных влияний с лобных областей коры и склонность к импульсивным поступкам. В группе пациенток с НССП по сравнению с группой без НССП были достоверно выше ( $p < 0.05 \div 0.01$ ) значения спектральной мощности низкочастотной дельта-активности (2-4 Гц) в обоих передневисочных (F7 и F8), левом центральном (C3) и средневисочном (T3) отведениях. Значения общей суммы баллов шкалы HDRS-21, кластера собственно депрессии и кластера тревоги достоверно ( $p < 0.05$ ) коррелировали с ЭЭГ-признаками активации правой височной области и лимбических структур при относительной заторможенности других областей коры. Значения суммы баллов кластера идеаторных расстройств коррелировали с ЭЭГ-признаками заторможенности передних областей левого и активации передних зон правого полушария. Это указывает на сниженное функциональное состояние областей коры, отвечающих за волевой контроль, при активации корковых зон, связанных с формированием отрицательных эмоций.

Полученные ЭЭГ-данные указывают на роль повышенной импульсивности и снижения волевого контроля в проявлении аутоагрессивного поведения у больных депрессией подростково-юношеского возраста. *Исследование поддержано грантом РФФИ №20-013-00129а*

### EEG-FEATURES IN DEPRESSIVE ADOLESCENTS WITH AUTOAGGRESSION

Damyanovich Elena V.

Federal State Budget Scientific Institution "Mental Health Research Centre, Moscow, Russia; [damjanov@iitp.ru](mailto:damjanov@iitp.ru)

Features of the spectral parameters of the background EEG recorded in the main group, consisting of 40 females with depression (mean group HDRS-21 scale score  $27.0 \pm 7.5$ ) aged 16-25 years (mean age  $18.9 \pm 2.9$  years), exhibiting non-suicidal self-harm behavior (NSSB) in the form of multiple repeated self-cuts were identified by descriptive statistics methods in comparison with the EEG-database and with EEGs of control group included 20 patients of similar gender and age and depression severity (but without NSSB). The correlation analysis identified the connections between the spectral power values of narrow frequency EEG bands and quantitative clinical assessments of patients' conditions.

The spectral power of alpha rhythm in patients exceeded the age normal values. There was a left-hemisphere accent of alpha1 (8-9 Hz), alpha2 (9-11 Hz), theta2 (6-8 Hz) and delta (2-4 Hz) activity. The presence of theta activity bursts in the EEG reflected the increased excitability of diencephalic structures against the background of weak inhibitory influences from the frontal areas of the cortex and a propensity for impulsive actions. In the group of patients with NSSB compared to the group without NSSB were reliably higher ( $p < 0.05 \div 0.01$ ) values of spectral power of low-frequency delta activity (2-4 Hz) in both anterior temporal (F7 and F8), and left central (C3), and mid-temporal (T3) zones. The total HDRS-21 scale scores, the cluster of depression and the anxiety cluster reliably ( $p < 0.05$ ) correlated with EEG signs of activation of the right temporal region and limbic structures in relative inhibition of other areas of the cortex. The values of the total score of the cluster of ideatory disorders correlated with EEG signs of inhibition of the frontal areas of the left hemisphere and of activation of the anterior zones of the right hemisphere. This indicates a reduced functional state of the areas of the cortex responsible for voluntary control, when activating cortical zones associated with the formation of negative emotions.

The EEG-findings indicate the role of increased impulsivity and reduced voluntary control in the manifestation of auto-aggressive behavior in adolescent depressive patients.

*The study supported by Russian Foundation for Basic Research (grant No.20-013-00129a).*

### ОСОБЕННОСТИ КОГНИТИВНОГО РАЗВИТИЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С МЕНТАЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

Данилина К.К.<sup>1</sup>, Салимова К.Р.<sup>1</sup>, Тюшкевич С.А.<sup>1</sup>, Переверзева Д.С.<sup>1</sup>, Мамохина У.А.<sup>1</sup>,  
Горбачевская Н.Л.<sup>2</sup>

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный психолого-педагогический университет<sup>1</sup>, Москва, Россия; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр психического здоровья<sup>2</sup>, Москва, Россия; [d-kk@mail.ru](mailto:d-kk@mail.ru).

<https://doi.org/10.29003/m1023.sudak.ns2020-16/177-178>

Синдром Мартина-Белл (FXS) - сцепленное с полом наследственное заболевание, характеризующееся умственной отсталостью, определенными фенотипическими особенностями и нарушениями аутистического спектра. При полной мутации гена FMR1, расположенного в длинном плече хромосомы X происходит увеличение числа тринуклеотидных CGG повторов (более 200), что приводит к метилированию промотора этого гена и полному отсутствию белка FMRP у лиц мужского пола. При этом заболевании наблюдаются когнитивные нарушения, эпилептические приступы, стереотипное поведение, трудности коммуникации и социального взаимодействия и др. В исследовании принимали участие 20 мальчиков с подтвержденным генетическим диагнозом «синдром Мартина-Белл» в возрасте от 7 до 12 лет. Уровень развития когнитивных способностей оценивался с помощью субтестов теста интеллекта Кауфманов (КАВС-II). Когнитивное развитие детей с синдромом FXS имеет свой специфический профиль. По сравнению с нормой, показатели когнитивного развития у мальчиков с FXS снижены: IQ  $50 \pm 2,1$ . Отмечается наличие трудностей в переработке информации, предъявленной в последовательной временной форме, тогда как целостное восприятие у детей относительно сохранное. Также трудности



вызывают задания на зрительно-пространственную и зрительно-моторную координацию, числовые операции, задачи на планирование и переключение внимания. Дети хорошо понимают речь, часто понимание речи в значительной мере превосходит экспрессивную речь. Экспрессивный словарь в тех областях, которые интересны ребенку, может быть значительно выше, чем то, что мы можем ожидать, опираясь на результаты стандартизованных тестов на интеллект. У детей с FXS хорошо развита ситуативная память. Сильной стороной в развитии является освоение социально-бытовых навыков. При этом относительно высокий уровень навыков социальной адаптации, в особенности навыков самообслуживания у детей с FXS может наблюдаться, несмотря на отсутствие выраженного интеллектуального прогресса, что позволяет предположить существование независимых механизмов формирования и развития различных сфер когнитивного развития. Именно поэтому стоит делать упор на развитие адаптивных навыков даже у детей с низкими показателями интеллекта.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 19-013-00750*

## **COGNITIVE DEVELOPMENTAL PROFILE IN ELEMENTARY SCHOOLCHILDREN WITH MENTAL DISORDERS**

**Danilina Kamilla K.<sup>1</sup>, Salimova Ksenia R.<sup>1</sup>, Tyushkevich Svetlana .A.<sup>1</sup>, Pereverzeva Daria.S.<sup>1</sup>,  
Mamokhina Uliana A.<sup>1</sup>, Gorbachevskaya Natalia L.<sup>2</sup>**

Federal State Educational Institution of Higher Education Moscow State Psychological and Education University<sup>1</sup>,  
Moscow, Russia; Federal State Budget Scientific Institution Mental Health Research Center<sup>2</sup>, Moscow, Russia; d-  
kk@mail.ru

Martin-Bell Syndrome (Fragile X syndrome, FXS) is a sex-linked inherited disorder characterized by mental retardation, certain phenotypic characteristics and autism spectrum disorders. Due to complete mutation of FMR1 gene on the long arm of X chromosome, the number of CGG trinucleotide repeats is increased (more than 200), which results in methylated promoter of the gene and complete absence of FMRP protein in males. The syndrome is characterized by cognitive impairment, epileptic seizures, stereotypical behavior, difficulties in communication and social interaction and other disruptions. Twenty boys confirmed FXS aged 7 to 12 years participated in the study. The level of cognitive development was assessed using subtests of the Kaufman test (KABC-II). Cognitive development in FXS children has its own specific profile. Compared to normal IQ, that of FXS boys is significantly lower:  $50 \pm 2.1$ .

There are difficulties in processing sequential information, while holistic perception is relatively safe. It is difficult to carry out tasks for visual-spatial and hand-motor coordination, switching attention and numerical operations. Children understand speech well, often better than speak themselves. Expressive vocabulary in the areas, interesting to the child, can be significantly higher than it would be expected, based on the results of standardized intelligence tests. FXS children usually have well-developed context-dependent memory. FXS children are strong in developing their social skills. A relatively high level of social adaptation skills, especially self-care skills in FXS children can be observed despite the lack of pronounced intellectual progress. Thus, we might suggest that various areas of cognitive development are formed and developed based on the independent mechanisms. That is why it is worth developing primarily adaptive skills even in children with low intelligence.

*The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research [grant 19-013-00750].*

## **РОЛЬ ИНГИБИТОРА ЦИКЛООКСИГЕНАЗЫ В РЕАЛИЗАЦИИ РЕСПИРАТОРНЫХ ЭФФЕКТОВ ИНТЕРЛЕЙКИНА-1 $\beta$**

**Данилова Г. А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Физиологии  
им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия, [galdanilova@rambler.ru](mailto:galdanilova@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1024.sudak.ns2020-16/178-179>

Известно, что воспаление или острая инфекция, которые сопровождаются повышением уровня провоспалительных цитокинов, вызывают респираторную депрессию. Возникают нарушения дыхания, такие как гипервентиляция, тахипноэ, апноэ, развитие гипоксических состояний. Предполагается, что основной причиной этого является изменение гипоксической хемочувствительности, вызванное резким повышением уровня цитокинов во время воспаления. Но хеморецепторные механизмы регуляции дыхания при системном воспалении и участие эндогенного увеличения уровня цитокинов в этих процессах практически не изучены.

Целью исследования было изучение паттерна дыхания и динамики вентиляторного ответа на гипоксию при повышении системного уровня ИЛ-1 $\beta$ , а также выяснение роли простагландинов в механизмах реализации респираторных эффектов ИЛ-1 $\beta$ .

Эксперименты проводились на наркотизированных трахеостомированных крысах с соблюдением основных норм и правил биомедицинской этики (European Community Council Directives 86/609/EEC). Для повышения системного уровня ИЛ-1 $\beta$  производилось его введение в хвостовую вену. Во второй серии экспериментов ИЛ-1 $\beta$  также вводился в хвостовую вену на фоне ингибирования циклооксигеназной активности диклофенаком. До и после введения препарата с помощью пневмотахографической методики производилась регистрация параметров внешнего дыхания, рассчитывалась минутная вентиляция легких. Методом масс-спектрометрии анализировался газовый состав альвеолярного воздуха.

Результаты проведенного исследования показали, что повышение системного уровня ИЛ-1 $\beta$  вызывает существенное изменение в паттерне дыхания. В экспериментах с возвратным дыханием гипоксической газовой смесью показали, что, через 40 мин после системного введения ИЛ-1 $\beta$  прирост ДО снижался на 30%, МОД – на 32% и средней скорости инспираторного потока на – 50% по сравнению с фоновыми величинами. При введении ИЛ-1 $\beta$  на фоне действия диклофенака снижение этих параметров не наблюдается.

Таким образом, полученные данные указывают на то, что повышении системного уровня ИЛ-1 $\beta$  вызывает снижение вентиляторной чувствительности к гипоксии. При этом увеличение системного уровня ИЛ-1 $\beta$  в организме на фоне действия диклофенака не оказывает влияния на вентиляторную чувствительность к гипоксии, свидетельствуя о том, что в основе модулирующих влияний провоспалительных цитокинов на хеморецепторные механизмы регуляции дыхания лежит усиление синтеза простагландинов.

#### **THE INFLUENCE OF CYCLOOXYGENASE INHIBITOR IN IMPLEMENTATION OF RESPIRATORY EFFECTS OF INTERLEUKIN-1 $\beta$**

**Danilova Galina A.**

Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy Sciences, Saint-Petersburg, Russia, [galdanilova@rambler.ru](mailto:galdanilova@rambler.ru)

It is known that inflammation or acute infection, which is accompanied by an increase in the level of pro-inflammatory cytokines, causes respiratory depression. There are respiratory disorders, such as hyperventilation, tachypnea, apnea, the development of hypoxic conditions. It is believed that the main reason for this is a change in hypoxic chemosensitivity caused by a sharp increase in cytokines during inflammation. But the chemoreceptor mechanisms of respiration regulation in systemic inflammation and the participation of an endogenous increase in the level of cytokines in these processes have not been studied.

The purpose of this study was to investigate the pattern of respiration and the dynamics of the ventilatory response to hypoxia with an increase in the systemic level of IL-1 $\beta$ , as well as to clarify the role of prostaglandins in the mechanisms of realization of the respiratory effects of IL-1 $\beta$ .

The experiments were performed on anesthetized tracheostomized rats. All animal procedures were conducted in accordance with the ethical guidelines of the European Community Council Directives 86/609/EEC. To increase the systemic level of IL-1 $\beta$ , it was introduced into the tail vein. In the second series of experiments, IL-1 $\beta$  was also introduced into the tail vein against the background of inhibition of cyclooxygenase activity by diclofenac. Before and after administration of the drug using the pneumotachographic technique, the parameters of external respiration were recorded, minute ventilation of the lungs was calculated. The mass composition of the alveolar air was analyzed by mass spectrometry.

The results of the study showed that an increase in the systemic level of IL-1 $\beta$  causes a significant change in the pattern of respiration. In experiments with re-breathing with a hypoxic gas mixture, it was shown that, 40 minutes after systemic administration of IL-1 $\beta$ , the increase in BS decreased by 30%, MOD - by 32% and the average inspiratory flow rate - by 50% compared to the background values. With the introduction of IL-1 $\beta$  against the background of the action of diclofenac, a decrease in these parameters is not observed.

Thus, the data obtained indicate that an increase in the systemic level of IL-1 $\beta$  causes a decrease in ventilatory sensitivity to hypoxia. At the same time, an increase in the systemic level of IL-1 $\beta$  in the body against the background of the action of diclofenac does not affect the ventilatory sensitivity to hypoxia, suggesting that the modulating effects of proinflammatory cytokines on the chemoreceptor mechanisms of respiration regulation are enhanced by the synthesis of prostaglandins.

#### **ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОГНИТИВНО-СПЕЦИФИЧЕСКОГО ВНИМАНИЯ ГОТОВНОСТИ ПРИ ВЕРБАЛЬНОМ ОБУЧЕНИИ.**

**Данько С.Г.<sup>1,2</sup>, Качалова Л.М.<sup>2</sup>, Куперман И.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мозга человека им. Н.П. Бехтерева Российской академии наук (ИМЧ РАН), Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Международная группа компаний «Электронное образование», Москва, Россия.

<https://doi.org/10.29003/m1025.sudak.ns2020-16/179-180>

Современные технологии позволяют обновить методики обучения, сегодняшний учащийся готов использовать эти технологии и стремится к этому. Их внедрению должны способствовать знания мозговых механизмов обучения. Электроэнцефалография (ЭЭГ) подходит и для эффективных исследований в этой области, и для эффективного контроля в прикладном электронном образовании, будучи и информативной и экономически эффективной. В частности метод оценки функциональных связей мозга посредством вычисления когерентности ЭЭГ обеспечивает воспроизводимые и значимые результаты, если применять его с группами, достаточно многочисленными.

В наших исследованиях ЭЭГ были зарегистрированы в 19 стандартных отведениях у 88 испытуемых в состояниях: обучение (L) - запоминание словесных двусловных семантических пар; контроль запоминания изученной информации (R); состояние покоя с открытыми глазами (REO - отдых с открытыми глазами). Оценки когерентности ЭЭГ в этих состояниях сравнивали с использованием статистических методов для полос частот  $\theta$ ,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  и  $\gamma$ . Результаты этого сравнения показали, что контрасты между L, R, REO приводили к множественным значимым различиям когерентности (SDC). С помощью теста Фишера LSD было выявлено 1698 SDC (55% от максимально возможного числа, 3078 всего, для 19 отведений в 3 контрастах и 6 частотных полосах). Эти изменения различались по интенсивности и охватывали практически всю кору головного мозга. При переходе из состояний REO в L преимущественно наблюдалось снижение когерентности ЭЭГ. Напротив, при переходе из состояний REO в R приращения когерентности ЭЭГ наблюдались в большинстве полос частот, кроме полосы  $\alpha_2$ .

Мы попытались определить наиболее важные элементы в массе SDC ЭЭГ путем оценки частоты появления («относительной частоты») SDC в конкретных парах отведений во всех полосах частот для каждого конкретного контраста. Появление в пяти полосах частот было выбрано в качестве порога. Наборы этих «наиболее существенных» или «основных» функциональных связей для сравнений L-REO и R-REO не имели общих элементов. Набор таких связей для L был локализован главным образом в передних областях

коры. Результаты хорошо согласуются с литературой и могут рассматриваться как проявления необходимого баланса экстероцептивно-интероцептивного внимания.

### **ELECTROENCEPHALOGRAPHIC CORRELATES OF COGNITIVE SPECIFIC ATTENTION DURING VERBAL LEARNING**

**Danko Sergey G.<sup>1,2</sup>, Kachalova Larisa M.<sup>2</sup>, Kuperman Ilya A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Bechtereva Institute of the Human Brain, Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia;

<sup>2</sup> International Group of Companies ELECTRONIC.EDUCATION, Moscow, Russia

Modern technologies are providing us with tools to revolutionize learning, and the student today is equipped to use these technologies and eager to do so. These opportunities will be effective if their introduction will be based on detailed enough knowledge of corresponding brain mechanisms. Electroencephalography (EEG) is the proper instrument here to get access to effective research in the field and to effective control in applied electronic education being both informative and cost-effective. In last decades common interest in cognitive psychophysiology has markedly shifted from searches in segregation to searches in integration, from zones to connections. However to-day estimation of brain connectivity measured with EEG coherence doesn't look so fruitful as one could hope when this technique was introduced (Ливанов 1972). Nevertheless in spite of some prejudice and complications the technique is handable enough to provide reproducible and instructive results if applied with groups of subjects numerous enough. We support this statement with some materials of our studies.

EEGs were recorded in 19 standard derivations in 88 subjects in a number of states: learning (L) - memorization of verbal bilingual semantic pairs; recollection (retrieval) of the learned information (R); rest state with opened eyes (REO - rest, eyes opened). Estimates of EEG coherence in these states were compared using statistical methods for the frequency bands  $\theta$ ,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , and  $\gamma$ . The results of this comparison showed that contrasts between L, R, REO produced multiple significant differences of coherence (SDC). There were 1698 SDC (55% of the maximum possible number, 3078, altogether for 19 derivations in 3 contrasts, and 6 frequency bands) revealed by the Fischer LSD test. These changes varied in intensity and embraced practically the entire cerebral cortex. In the transition from REO to L states decreases in EEG coherence were predominantly observed. In contrast, in the transition from REO to R states, increments of EEG coherence were observed in most of the frequency bands except the  $\alpha_2$  band.

We tried to identify the most important elements in the EEG SDC mass by assessing the frequency of occurrence ("relative frequency") of SDCs in specific pairs of derivations in all frequency bands for each particular contrast. The occurrence in five frequency bands was selected as the threshold. The sets of these "most substantial" or "basic" functional connections for L-REO and R-REO comparisons had no common elements. The set of electrodes for L was presented mainly in the anterior cortical areas.

### **ХАРАКТЕР РЕАГИРОВАНИЯ КАРДИОВАСКУЛЯРНОЙ И НЕРВНОЙ СИСТЕМ ЧЕЛОВЕКА НА РАЗЛИЧНЫЕ УРОВНИ ГИПОТЕРМИИ**

**Дёмин Д.Б., Поскотинова Л.В., Кривоногова Е.В., Кривоногова О.В.**

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лавёрова  
Российской академии наук, Архангельск, Россия; denisdemin@mail.ru

Цель исследования: оценка влияния уровня гипотермии на характер изменения параметров центральной гемодинамики, вариабельности сердечного ритма (BCP) и электроэнцефалограммы (ЭЭГ) при экспериментальном общем охлаждении организма человека. Обследованы 30 здоровых мужчин-добровольцев в возрасте 18-20 лет, они были разделены на две равные группы по значению медианы температуры тела в общей выборке (34,1 °C) во время охлаждения. Эксперимент включал три этапа: пребывание в состоянии покоя при температуре +20 °C; нахождение в условиях холодной камеры при температуре -20 °C в течение 10 мин; согревание при температуре +20 °C. ЭЭГ регистрировали во время каждого этапа исследования на портативном электроэнцефалографе «Нейрон-Спектр-СМ», одновременно регистрировали BCP, артериальное давление (АД), частоту сердечных сокращений (ЧСС) и температуру в слуховом проходе. Показано, что за время охлаждения температура тела испытуемых значительно снижалась в среднем на 1,4-3,1 °C. Исходные показатели в группах статистически не различались. В обеих группах лиц при охлаждении показано снижение индекса напряжения регуляторных систем, повышение общей мощности спектра BCP, повышение АД и снижение ЧСС, при согревании показатели стремились к исходным значениям. У лиц с более сильным уровнем гипотермии (33,1 °C) отмечена менее выраженная барорефлекторная реакция (незначительное снижение ЧСС), сопровождаемая более выраженной сосудистой реакцией (значимое повышение АД), что может обусловить риск холодовых повреждений сосудов. У лиц со слабым уровнем гипотермии (35,0 °C) отмечена лучшая сохранность барорефлекса, в виде значимого снижения ЧСС в ответ на повышение АД, что свидетельствует о более эффективном срабатывании адаптивных механизмов в условиях холода. Изменение амплитудно-частотных характеристик ЭЭГ, выявленное при охлаждении, детерминировано усилением активности подкорковых регуляторных механизмов (усиление тета-активности), вероятно, отражающим изменение условия управления функциональным состоянием мозга, с ростом доминирования лимбико-ретикулярных влияний. Холодовое воздействие проявляется: у лиц с более сильным уровнем гипотермии – преимущественно увеличением синхронизации альфа-активности ЭЭГ, вызванной повышением индивидуальной чувствительности таламокортикальной системы к холоду, а у лиц со слабым уровнем гипотермии – преимущественно усилением восходящих активирующих влияний на кору головного мозга, сопровождаемых десинхронизацией альфа-активности в 73 % случаев. Работа выполнена в рамках темы ФНИР ИФПА ФГБУН ФИЦКИА РАН № АААА-А19-119120990083-9.

## REACTIONS OF THE CARDIOVASCULAR AND NERVOUS HUMAN SYSTEMS AT VARIOUS LEVELS OF HYPOTHERMIA

**Demin D.B., Poskotinova L.V., Krivonogova E.V., Krivonogova O.V.**

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia;  
denisdemin@mail.ru

Objective: to assess the effect of the experimental hypothermia level on changes in central hemodynamic parameters, heart rate variability (HRV) and electroencephalogram (EEG) during experimental general cooling of the human body. 30 healthy male volunteers 18-20 years old, divided into two equal groups according to the median value in the total sample of body temperature during cooling (34.1 °C), were examined. The experiment included three stages: rest at a temperature of +20 °C; cooling in a cold chamber at a temperature of -20 °C during 10 min; warming at a temperature of +20 °C. EEG was recorded during each stage of the study using a portable Neuron-Spectrum-SM electroencephalograph. At the same time, we recorded HRV, blood pressure (BP), heart rate (HR) and temperature in the ear canal. It was shown that during cooling, the body temperature of the subjects significantly decreased by an average of 1.4-3.1 °C. The initial parameters in the groups did not differ statistically. In both groups of individuals, when cooling, a decrease in the stress index, an increase in the total power of the HRV spectrum, an increase in blood pressure and a decrease in heart rate are shown; when warming, these parameters tended to the initial values. In individuals with a stronger level of hypothermia (33.1 °C), a less pronounced baroreflex reaction (a slight decrease in heart rate) was observed, accompanied by a more pronounced vascular reaction (a significant increase in blood pressure), which may lead to a risk of cold vascular damage. In individuals with a weak level of hypothermia (35.0 °C), a more pronounced baroreflex was observed in the form of a significant decrease in heart rate in response to an increase in blood pressure. This indicates a more effective response of adaptive mechanisms in cold conditions. The change in the amplitude-frequency EEG characteristics detected during cooling is determined by an increase in the activity of subcortical regulatory mechanisms (an increase in the EEG theta activity), which probably reflects a change in the condition for controlling the functional state of the brain, with an increase in the dominance of limbic-reticular influences. Cold exposure is manifested: in individuals with a stronger level of hypothermia – mainly an increase in the synchronization of EEG alpha activity, caused by an increase in the individual sensitivity of the thalamocortical system to cold, and in individuals with a weak level of hypothermia – mainly an increase in ascending activating effects on the cerebral cortex, accompanied by desynchronization of EEG alpha activity in 73 % of cases. *The work was carried out on the research topic of N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, № AAAA-A19-119120990083-9.*

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ПСИХОКОРРЕКЦИИ У ЛИЦ С НЕВРОТИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ ЛИЧНОСТИ

**Денисова Е.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение Государственный научный центр Российской Федерации Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

<https://doi.org/10.29003/m1026.sudak.ns2020-16/181-182>

В настоящей работе изучали эффект мультимодальной психокоррекции у лиц, имеющих невротическое развитие личности (выявленное на доклиническом этапе формирования деструктивных изменений в структуре личности).

Психологическую диагностику проводили, используя методики СМЛП (Л.Н. Собчик): шкала выраженности тревожности Спилбергера-Ханина и шкала депрессии Зунга-Балашовой. Для статистической обработки использовали компьютерную систему SPSS.

В исследовании участвовало 42 человека. Из них 23 имели в анамнезе психосоматические и психовегетативные реакции на возрастание эмоционального напряжения и тревожность (психотравму, группа 1). 19 человек были с тревожными состояниями не травматического генеза, с тенденцией формирования фобических переживаний и развитие выраженных тревожно-мнительных реакций (группа 2). Средний возраст в группе 1 составил  $42,1 \pm 4,2$  лет; в группе 2 -  $38,4 \pm 4,7$  лет.

Особенность мультимодальной психокоррекции заключалась в использовании в процессе терапевтических процедур нескольких видов каналов восприятия информации (визуальный, аудиальный, кинестетический), применяя воздействия различной модальности.

Курс комбинированной психокоррекции составил 15 дней.

До проведения данного терапевтического курса у лиц первой группы в 52% отмечалась высокая реактивная тревожность (РТ  $54 \pm 5$  б.) при низкой личностной (ЛТ  $24 \pm 4$  б.). У 36% обследованных выявлялась высокая реактивная и личностная тревожность (РТ  $50 \pm 4$  б.; ЛТ  $49 \pm 3$  б.); 12 % обследованных имели умеренную реактивную и личностную тревожность (РТ  $38 \pm 5$  б.; ЛТ  $20 \pm 4$  б.). Во второй группе до проведения курса психокоррекции в 63% случаев отмечались высокие показатели как реактивной, так и личностной тревожности (РТ  $48 \pm 3$  б.; ЛТ  $50 \pm 4$  б.). У 37% - высокие показатели личностной тревожности (ЛТ  $52 \pm 3$  б.) в сочетании с умеренным повышением реактивной тревожности (РТ  $36 \pm 5$  б.).

После проведения курса психокоррекции у 83% лиц первой группы отмечено снижение реактивной тревожности до умеренных показателей при низкой личностной (РТ  $34 \pm 3$  б.; ЛТ  $20 \pm 4$  б.), у 17% - снижение показателей как реактивной, так и личностной тревожности (РТ  $27 \pm 2$  б.; ЛТ  $26 \pm 4$  б.). Во второй группе у 86% лиц после курса психокоррекции выявлена умеренно выраженная как реактивная, так и личностная тревожность (РТ  $38 \pm 3$  б.; ЛТ  $39 \pm 3$  б.). У 14% обследованных отмечено снижение реактивной тревожности (РТ  $35 \pm 3$  б.) без снижения личностной (ЛТ  $48 \pm 3$  б.).

Таким образом, положительная динамика после мультимодальной психокоррекции, в виде снижения уровня как реактивной, так и личностной тревожности отмечена у обследованных в группах 1 и 2. Изменения показателей тревожности в обеих группах статистически значимы по критерию Стьюдента



относительно соответствующих значений до процедуры психокоррекции с уровнем значимости  $p \leq 0,05$ . Большой эффект от проведения мультимодальной психокоррекции наблюдали у лиц первой группы, что можно связать с особенностью мотивационно-личностных и адаптационных качеств.

### **THE POSSIBILITY OF APPLYING MULTIMODAL THERAPY IN PERSONS WITH NEUROTIC DEVELOPMENT OF PERSONALITY**

**Denisova Elena A.**

Federal state budgetary institution State scientific center of the Russian Federation  
Federal medical biophysical center. A. I. Burnazyan FMBA of Russia, Moscow

In this paper we studied the effect of multimodal psychocorrection in persons with neurotic personality development (identified at the preclinical stage of the formation of destructive changes in the personality structure).

Psychological diagnostics were performed using the SMIL (L. N. Sobchik) methods: the Spielberger-Hanin anxiety severity scale and the Zung-Balashova depression scale. The SPSS computer system was used for statistical processing.

The study involved 42 people. Of these, 23 had a history of psychosomatic and psychovegetative reactions to increased emotional stress and anxiety (Psychotrauma, group 1). 19 people had anxiety conditions of non-traumatic origin, with a tendency to form phobic experiences and the development of expressed anxiety-suspicious reactions (group 2). The average age in group 1 was  $42.1 \pm 4.2$  years; in group 2,  $38.4 \pm 4.7$  years.

The peculiarity of multi-modal psychocorrection was the use of several types of information perception channels (visual, auditory, kinesthetic) in the course of therapeutic procedures, using effects of different modality.

The course of combined psychocorrection was 15 days.

Prior to this therapeutic course, 52% of the first group had high reactive anxiety ( $RT 54 \pm 5$  b) and low personal anxiety ( $LT 24 \pm 4$  b). 36% of the surveyed had high reactive and personal anxiety ( $RT 50 \pm 4$  b.;  $LT 49 \pm 3$  b); 12 % of the surveyed had moderate reactive and personal anxiety ( $RT 38 \pm 5$  b.;  $LT 20 \pm 4$  b). In the second group, before the course of psychocorrection, 63% of cases had high rates of both reactive and personal anxiety ( $RT 48 \pm 3$  b.;  $LT 50 \pm 4$  b). 37% had high levels of personal anxiety ( $LT 52 \pm 3$  b) combined with a moderate increase in reactive anxiety ( $RT 36 \pm 5$  b).

After the course of psychocorrection, 83% of the first group showed a decrease in reactive anxiety to moderate levels with low personal anxiety ( $RT 34 \pm 3$  b.;  $LT 20 \pm 4$  b.), 17% - a decrease in both reactive and personal anxiety ( $RT 27 \pm 2$  b.;  $LT 26 \pm 4$  b.). In the second group, 86% of individuals after the course of psychocorrection showed moderate both reactive and personal anxiety ( $RT 38 \pm 3$  b.;  $LT 39 \pm 3$  b). In 14% of the surveyed, there was a decrease in reactive anxiety ( $RT 35 \pm 3$  b.) without a decrease in personal anxiety ( $LT 48 \pm 3$  b).

Thus, positive dynamics after multimodal psychocorrection, in the form of a decrease in the level of both reactive and personal anxiety, was observed in the examined groups 1 and 2. Changes in anxiety indicators in both groups are statistically significant according to the student's criterion relative to the corresponding values before the psychocorrection procedure with a significance level of  $p \leq 0.05$ . A greater effect of multi-modal psychocorrection was observed in the first group of individuals, which can be associated with the peculiarity of motivational-personal and adaptive qualities.

### **ВОЗМОЖНАЯ РОЛЬ ИНСУЛИНОВОЙ СИСТЕМЫ МОЗГА В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНО-ГОНАДНОЙ И –ТИРЕОИДНОЙ ОСЕЙ**

**Деркач К.В., Шпаков А.О.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, e-mail: [derkach\\_k@list.ru](mailto:derkach_k@list.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1027.sudak.ns2020-16/182-183>

Основными регуляторами функциональной активности гипоталамо-гипофизарной системы являются пептидные релизинг-факторы, продуцируемые гипоталамическими нейронами, а также нейромедиаторные и гормональные сигнальные системы гипоталамуса и других структур мозга, которые осуществляют контроль синтеза и секреции этих релизинг-факторов. Так активность гипоталамо-гипофизарно-гонадной (ГГГ) оси регулируются релизинг-фактором гонадолиберин, ксипептином, меланокортиновыми пептидами, нейропептидом Y, лептином, адипонектином, в то время как функции гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной (ГГТ) оси – релизинг-фактором тиролиберин, нейропептидом Y,  $\alpha$ -меланоцитстимулирующим гормоном, агути-подобным пептидом, галанином, лептином. В последние годы стали появляться данные о том, что значимую роль в регуляции функциональной активности обеих осей играет инсулиновая система мозга. Преодолевая с помощью рецептор-опосредуемого эндоцитоза гематоэнцефалический барьер инсулин взаимодействует со специфическими к нему рецепторами на поверхности нейронов, которые образуют тесные контакты с гонадолиберин- и тиролиберин-экспрессирующими нейронами. Следует отметить, что в нейронах головного мозга имеются все основные компоненты инсулиновой сигнальной системы, включая нейрональную изоформу инсулинового рецептора, инсулинорецепторные субстраты 1-го и 2-го типа (IRS1/2), компоненты 3-фосфоинозитидного и фосфолипидного путей и каскада митогенактивируемых протеинкиназ. Нами впервые показано, что интраназальное введение инсулина самцам крыс приводит к усилению продукции тиреоидных и половых стероидных гормонов, что обусловлено стимуляцией гипоталамических звеньев ГГТ и ГГГ осей. Предполагается, что стимулирующее влияние инсулина может быть опосредовано как его прямым воздействием на синтез и секрецию релизинг-факторов, так и повышением активности лептиновой сигнальной системы, функциональная взаимосвязь которой с продукцией тиролиберина и гонадолиберина в настоящее время считается доказанной. Нами установлено, что эффекты интраназально вводимого инсулина на ГГТ и ГГГ оси усиливаются при его

совместном введении с С-пептидом проинсулина, который повышает биодоступность инсулина и способствует повышению его стимулирующего влияния на инсулиновые рецепторы и инсулин-зависимые сигнальные каскады.

*Работа поддержана грантом РФФИ (проект № 18-015-00144).*

#### **THE POSSIBLE ROLE OF THE BRAIN INSULIN SYSTEM IN THE FUNCTIONING OF THE HYPOTHALAMO-PITUITARY-GONADAL AND –THYROID AXIS**

**Derkach Kira V., Shpakov Alexander O.**

I. M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences,  
St. Petersburg, Russia; e-mail: derkach\_k@list.ru

The main regulators of the functional activity of the hypothalamic-pituitary system are the peptide releasing factors produced by the hypothalamic neurons, as well as the neurotransmitter and hormonal signaling systems of the hypothalamus and other brain structures that control the synthesis and secretion of these releasing factors. Thus, the activity of the hypothalamic-pituitary-gonadal (HPG) axis is regulated by the releasing factor gonadoliberein, kisspeptin, melanocortin peptides, neuropeptide Y, leptin, and adiponectin, while the functions of the hypothalamic-pituitary-thyroid (HPT) axis are regulated by releasing factor thyroliberin, neuropeptide Y,  $\alpha$ -melanocyte-stimulating hormone, agouti-like peptide, galanin, and leptin. In the recent years, evidence has begun to appear that the brain insulin system plays a significant role in the regulation of the functional activity of both axes. Overcoming the blood-brain barrier using a receptor-mediated endocytosis, the insulin interacts with its specific receptors on the surface of neurons, which form the close contacts with gonadoliberein and thyroliberin-expressing neurons. It should be noted that in the brain neurons there are all the main components of the insulin signaling system, including the neuronal isoform of the insulin receptor, the types 1 and 2 insulin receptor substrates (IRS1/2), and the components of the 3-phosphoinositide and phospholipid pathways and the cascade of mitogen-activated protein kinases. We have shown for the first time that intranasal administration of insulin to male rats leads to an increase in the production of the thyroid and sex steroid hormones, which is due to the stimulation of the hypothalamic components of the HPT and HPG axes. It is assumed that the stimulating effect of insulin can be mediated both by its direct influence on the synthesis and secretion of releasing factors, and by an increase in the activity of the leptin signaling system, the functional relationship of which with the production of thyroliberin and gonadoliberein is currently considered to be proven. We found that the effects of intranasally administered insulin on the HPT and HPG axes are enhanced when it is co-administered with the proinsulin C-peptide, which increases the bioavailability of insulin and increases its stimulating effect on the insulin receptors and insulin-dependent signaling cascades. This work was supported by a grant from the Russian Foundation for Basic Research (project № 18-015-00144).

#### **ВЛИЯНИЕ С-ПЕПТИДА ПРОИНСУЛИНА И ИНСУЛИНА НА ГОНАДНУЮ И ТИРЕОИДНУЮ СИСТЕМЫ У САМЦОВ КРЫС С МЯГКОЙ ФОРМОЙ САХАРНОГО ДИАБЕТА 1-ГО ТИПА**

**Деркач К.В., Бондарева В.М., Басова Н.Е., Шпаков А.О.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, e-mail: derkach\_k@list.ru

<https://doi.org/10.29003/m1028.sudak.ns2020-16/183-184>

Характерными особенностями сахарного диабета 1-го типа являются острый дефицит инсулина и значительное снижение уровня С-пептида проинсулина, который образуется в панкреатических  $\beta$ -клетках вместе с инсулином при сайт-специфичном протеолизе молекулы проинсулина. Согласно нашим результатам и данным других авторов С-пептид является модулятором и положительным регулятором инсулиновых сигнальных путей. Лечение С-пептидом животных с экспериментальным сахарным диабетом 1-го типа улучшает метаболические и гормональные показатели. Мы предположили, что нормализация функционирования инсулиновой системы в мозге диабетических крыс при совместном интраназальном введении им инсулина и С-пептида позволит восстановить функции гонадной и тиреоидной систем, ослабленные при диабетической патологии. Целью исследования было изучить влияние девятидневного лечения самцов крыс Вистар с мягкой формой диабета 1-го типа, вызванного низкой дозой стрептозотоцина (35 мг/кг), с помощью смеси интраназально вводимых С-пептида (36 мкг/крысу/сутки) и инсулина (20 мкг/крысу/сутки) на уровни тестостерона и тиреоидных гормонов, а также на активность фермента аденилатциклазы (АЦ) в мембранах, выделенных из семенников и щитовидной железы животных. Фермент АЦ, как известно, ответственен за стимуляцию синтеза тестостерона в клетках Лейдига и тиреоидных гормонов в тироцитах щитовидной железы. Интраназальное введение крысам инсулина и С-пептида ослабляло гипергликемию, несмотря на сохраняющийся сниженный уровень инсулина в крови, а также восстанавливало сниженные при диабете уровни трийодтиронина, тестостерона и лептина и нормализовало повышенный при диабете уровень тиреотропного гормона. При лечении инсулином и С-пептидом частично восстанавливались стимулирующие АЦ эффекты тиреотропного гормона в тироидальных мембранах и хорионического гонадотропина в тестикулярных мембранах. Таким образом, нами впервые показано, что при совместном интраназальном введении инсулина и С-пептида у самцов крыс с мягкой формой сахарного диабета 1 типа отмечается частичное восстановление функций тиреоидной и гонадной систем, что, как можно полагать, обусловлено вызываемым С-пептидом улучшением инсулиновых сигнальных путей в гипоталамусе в условиях дефицита инсулина и С-пептида в ЦНС. *Работа поддержана грантом РФФИ (проект № 18-015-00144).*

## THE INFLUENCE OF PROINSULIN C-PEPTIDE AND INSULIN ON THE GONAD AND THYROID SYSTEMS IN MALE RATS WITH MILD TYPE 1 DIABETES MELLITUS

**Derkach Kira V., Bondareva Vera M., Basova Natalya E., Shpakov Alexander O.**

I. M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; e-mail: derkach\_k@list.ru

Characteristic features of type 1 diabetes mellitus are acute insulin deficiency and a significant decrease in the level of proinsulin C-peptide, which is formed in the pancreatic  $\beta$ -cells along with insulin during site-specific proteolysis of the proinsulin molecule. According to our results and the data of other authors, the C-peptide is a modulator and a positive regulator of insulin signaling pathways. The treatment with C-peptide of animals with experimental type 1 diabetes mellitus improves the metabolic and hormonal parameters. We hypothesized that the normalization of the functioning of the brain insulin system in diabetic rats with the combined intranasal administration of insulin and C-peptide will restore the functions of the gonad and thyroid systems, impaired in diabetic pathology. The aim of the study was to study the effect of a nine-day treatment of male Wistar rats with mild type 1 diabetes caused by a low-dose streptozotocin (35 mg/kg) using a mixture of intranasally administered C-peptide (36  $\mu$ g/rat/day) and insulin (20  $\mu$ g/rat/day) on the levels of testosterone and thyroid hormones, as well as on the activity of the enzyme adenylyl cyclase (AC) in the membranes isolated from the testes and thyroid gland of animals. The enzyme AC is known to be responsible for stimulating the synthesis of testosterone in the Leydig cells and thyroid hormones in the thyroid thyrocytes. The intranasal administration of insulin and C-peptide into rats caused the weakening of hyperglycemia despite the reduced plasma level of insulin, and also restored the levels of triiodothyronine, testosterone and leptin decreased in diabetes and normalized the level of thyroid-stimulating hormone increased in diabetes. During treatment with insulin and C-peptide, the AC stimulating effects of thyroid-stimulating hormone in the thyroid membranes and chorionic gonadotropin in the testicular membranes were partially restored. Thus, we showed for the first time that the combined intranasal administration of insulin and C-peptide into male rats with a mild form of type 1 diabetes mellitus led to a partial restoration of the functions of the thyroid and gonad systems, which, as can be believed, is due to C-peptide-induced improvement of the insulin signaling pathways in the hypothalamus in the conditions of deficiency of insulin and C-peptide in the central nervous system.

*This work was supported by a grant from the Russian Foundation for Basic Research (project № 18-015-00144).*

## ПРОЦЕДУРА ТЕСТИРОВАНИЯ ОБОРОНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ HELIX LUCORUM НЕ ПРИВОДИТ К РЕКОНСОЛИДАЦИИ ПАМЯТИ ЗАВИСЯЩЕЙ ОТ УРОВНЯ 5-НТ

**Дерябина<sup>1</sup> И.Б., Муранова<sup>1</sup> Л.Н., Андрианов<sup>1</sup> В.В., Богодвид<sup>1,2</sup> Т.Х., Гайнутдинов<sup>1</sup> Х.Л.**

<sup>1</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет (Институт фундаментальной медицины и биологии), Казань, Россия, <sup>2</sup> Поволжская академия физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия; [ira-kan@yandex.ru](mailto:ira-kan@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1029.sudak.ns2020-16/184-185>

При исследованиях реконсолидации долговременной контекстуальной памяти на обстановку у улитки для тестирования животных помещают «на шар» - ситуацию обучения. Возникает вопрос - не приводит ли процедура тестирования к напоминанию ситуации и вызвать процесс новой реконсолидации. Поэтому целью нашего исследования было проследить - не приводит ли процедура тестирования состояния оборонительной системы животных к инициации запуска реконсолидации памяти, зависящей от уровня 5-НТ в организме животных. У всех животных этой экспериментальной серии вырабатывали условный обстановочный рефлекс (УОР). Животных каждый день на протяжении 5 дней помещали в экспериментальную обстановку (на шар) и предъявляли по 5 электрических раздражений в день прикосновением двух макроэлектродов - к дорзальной передней части ноги и к хвосту. УОР считался сформированным, если реакция на шаре значительно превышала таковую на плоской поверхности. Для исследования роли 5-НТ в реконсолидации улиткам производили внутригемоцельную инъекцию блокатора синтеза серотонина р-ХФА в дозе 2 мг/г веса (растворенного в 0,1 мл солевого раствора для улитки - ФР). В данной серии участвовало 6 группы животных. С 1-5-ую группам инъецировали раствор р-ХФА (без сеанса «напоминания») шестой группе в качестве контроля инъецировали ФР (без сеанса «напоминания»), на следующий день после теста подтверждающего выработку УОР. Через 3 суток после инъекций у первой и шестой (контрольной) групп проводили тестирование оборонительных реакций на плоскости и на шаре (в обстановке в которой происходило обучение) в течение 5 дней. Вторую группу начинали тестировать через 4-о суток после инъекции р-ХФА, 3-ю группу через 5-ть суток после инъекции р-ХФА, 4-ую группу через 6-ть суток и 5-ую группу через 7-мь суток после инъекции р-ХФА. В таком варианте тестирования каждая последующая группа служила неким контролем для группы, которая была перед ней. Было показано, что у животных со сниженным уровнем серотонина в организме, не наблюдается изменений уровня оборонительных реакций втягивания омматофоров в ответ на тактильную стимуляцию на протяжении всех дней тестирования. Эти результаты говорят о том, что процедура тестирования животных в ситуации «на шаре» не приводит к инициации реконсолидации памяти, зависящей от уровня 5-НТ в организме животных. Кроме того, было показано, что сама по себе инъекция р-ХФА не приводит к изменению уровня оборонительных реакций.

*Работа поддержана РФФИ (грант № 18-015-00274).*



## THE PROCEDURE OF TESTING DEFENSIVE SYSTEM IN HELIX LUCORUM DID NOT LEAD TO RECONSOLIDATION WHICH IS DEPENDED ON THE 5-HT LEVEL

Deryabina Irina B.<sup>1</sup>, Andrianov Vyacheslav V.<sup>1</sup>, Muranova Lyudmila N.<sup>1</sup>, Bogodvid Tatiana K.<sup>1,2</sup>, Gainutdinov Khalil L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan Federal University, Kazan;

<sup>2</sup> Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, Kazan, Russia; [ira-kan@yandex.ru](mailto:ira-kan@yandex.ru)

In studies of the reconsolidation of long-term contextual memory on the environment in snails, animals for testing are placed "on ball" - a training situation. The question arises - does the testing procedure lead to a reminder of the situation and trigger a process of new reconsolidation. Therefore, the aim of our study was to study whether the test procedure for the state of the animal defensive system leads or not to the initiation of memory reconsolidation, depending on the level of 5-HT in the animals body. All animals of this experimental series developed a conditioned situational reflex (CSR). Animals were placed in an experimental setting (on the ball) for 5 days and every day were presented 5 electrical stimulations per day by touching two macroelectrodes - to the dorsal front and tail of the leg. CSR was considered formed if the reaction on the ball significantly exceeded that on a flat surface. To study the role of 5-HT in reconsolidation of snails, hemo-hemostrual injection of PCPA, a serotonin synthesis blocker was performed at a dose of 2 mg/g weight (dissolved in 0.1 ml of saline solution for the snail - SS). In this series, 6 groups of animals participated. Groups 1-5 were injected with PCPA solution (without a "reminder" session). The sixth group was injected with SS (without a "reminder" session) as a control, the day after the test confirming the production of CSR. 3 days after injections, the first and sixth (control) groups tested the defensive reactions on the flat surface and on the ball (in the training context) for 5 days. The second group was started testing 4 days after the injection of PCPA, the 3rd group 5 days after the injection of PCPA, the 4th group after 6 days and the 5th group 7 days after PCPA injection. In this type of testing, each subsequent group served as a kind of control for the group that was in front of it. It was shown that in animals with a reduced level of serotonin in the body, there is no change in the level of defensive reactions of ommatophore retraction in response to tactile stimulation throughout the days of testing. These results indicate that the procedure for testing animals in context "on ball" does not lead to the initiation of memory reconsolidation, depending on the level of 5-HT in the animal body. In addition, it was shown that the injection of PCPA alone does not lead to a change in the level of defensive reactions.

*Supported by RFBR (Grant No. 18-015-00274\_a).*

## УРОВЕНЬ ПРОДУКЦИИ НЕЙРОТРОФИЧЕСКОГО ФАКТОРА BDNF МОНОНУКЛЕАРАМИ КЛЕТКАМИ КРОВИ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМ АЛКОГОЛИЗМОМ.

Дидковский Н.А.<sup>1</sup>, Малащенко И.К.<sup>1,2</sup>, Огурцов Д.П.<sup>1,2</sup>, Крынский С.А.<sup>2</sup>, Хайлов Н.А.<sup>2</sup>, Чекулаева Е.И.<sup>2</sup>, Пархоменко А.А.<sup>3</sup>, Осокина Т.В.<sup>4</sup>, Соболев Е.С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФНКЦ физико-химической медицины ФМБА России, Москва, Россия. <sup>2</sup>НИЦ «Курчатовский Институт», Москва, Россия. <sup>3</sup>ФГБОУДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» МЗ РФ, Москва, Россия. <sup>4</sup>ГБУЗ города Москвы «Московский научно-практический центр наркологии Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия; [didkovskinic@gmail.com](mailto:didkovskinic@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1030.sudak.ns2020-16/185-186>

Одним из механизмов когнитивных нарушений при алкоголизме может быть снижение продукции нейротрофического фактора мозгового происхождения (BDNF) микроглией в условиях нейровоспаления. Целью работы было изучение взаимосвязей между сывороточным уровнем BDNF, его продукцией мононуклеарами периферической крови (МКПК) *in vitro* и когнитивными функциями при алкоголизме. Обследованы 40 больных алкоголизмом 2-ой и 3-ей стадии, 40 здоровых добровольцев. Уровень BDNF в сыворотке крови и в супернатанте клеток определяли методом ELISA (R&D Systems). Мононуклеары выделяли в концентрации 1x10<sup>6</sup>/мл и стимулировали их фитогемагглютинином А (ФГА) в концентрации 5,0 мкг/мл, с последующей культивацией 24 часа в CO<sub>2</sub>-инкубаторе (t=37°C, CO<sub>2</sub> 5%). Отмечена высокая вариабельность уровня BDNF в сыворотке крови и в надосадочной жидкости у больных алкоголизмом и в контрольной группе. Впервые было обнаружено выраженное снижение спонтанной продукции (в 4,5 раза) BDNF и соотношения уровня стимулированной продукции BDNF к спонтанной более чем у половины больных с алкоголизмом. Также впервые обнаружено достоверное различие стимулированной продукции BDNF у больных алкоголизмом и у здоровых: коэффициент стимуляции достоверно меньше у больных алкоголизмом (p<0,05), что может говорить о снижении чувствительности к митогенам и уменьшению резервных способностей к продукции BDNF. При оценке уровня стимулированной ФГА продукции BDNF у пациентов с алкогольной зависимостью, перенесших психоз, было выявлено, что при низком ее уровне (<1000 пг/мл) через 2 недели лечения была больше выраженность симптомов депрессии (p <0,05). Также, у этих пациентов на амбулаторном этапе выраженность когнитивных нарушений была достоверно больше, чем у больных с уровнем стимулированной продукции BDNF >1000 пг/мл. Эти впервые полученные результаты представляют особый интерес с учетом литературных данных о нейропротективных свойствах BDNF, о роли нарушений его продукции в развитии когнитивных расстройств различной этиологии и депрессии. Работа выполнена при поддержке ФМБА России (Государственное задание на 2018-2020 год по теме «Разработка и внедрение комплекса нейроиммунологических маркеров для оценки риска развития когнитивных расстройств при алкоголизме»).



## PRODUCTION OF BRAIN-DERIVED NEUROTROPHIC FACTOR BY MONONUCLEAR BLOOD CELLS IN PATIENTS WITH CHRONIC ALCOHOLISM.

Didkovsky Nikolay A.<sup>1</sup>, Malashenkova Irina K.<sup>1,2</sup>, Ogurtsov Daniil P.<sup>1,2</sup>, Krynskiy Sergey A.<sup>2</sup>,  
Hailov Nikita A.<sup>2</sup>, Chekulaeva Ekaterina I.<sup>2</sup>, Parkhomenko Alexandra A.<sup>3</sup>,  
Osokina Tatiana V.<sup>4</sup>, Sobolev Eugeniy S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>FSCC of physical-chemical medicine, Moscow, Russia; <sup>2</sup>NRC "Kurchatov Institute", Moscow, Russia; <sup>3</sup>Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia; <sup>4</sup>Moscow Scientific and Practical Center for Narcology, Moscow, Russia; [didkovskinic@gmail.com](mailto:didkovskinic@gmail.com)

The development of cognitive impairment in alcoholism is partially attributed to the effect of alcohol on the levels and functions of brain-derived neurotrophic factor (BDNF). The aim of this work was to study the relationship between serum levels of BDNF, its production by peripheral blood mononuclear cells (PBMC) *in vitro* and the results of cognitive tests in patients with alcoholism. We examined 40 patients with stage 2-3 alcoholism and 40 healthy volunteers. PBMC were isolated at the concentration of  $1 \times 10^6/\text{ml}$ , stimulated with phytohemagglutinin A at a concentration of  $5.0 \mu\text{g}/\text{ml}$ , and, after stimulation, cultured for 24 hours in a CO<sub>2</sub> incubator ( $t = 37^\circ \text{C}$ , 5% CO<sub>2</sub>). The level of BDNF in serum and in the supernatant of the cells was determined by ELISA (R&D Systems). High variability of BDNF levels both in blood serum and after incubation of PBMC with PHA was found both in patients with alcoholism and in the control group. For the first time, we found a pronounced decrease in spontaneous production (4.5 times) of BDNF in 40% of patients with alcoholism after alcoholic psychosis. Also, only a slight increase in BDNF levels was revealed in response to PHA in patients with a pronounced decrease in its spontaneous production. A significant difference in the stimulated production of BDNF in patients with alcoholism and in healthy patients was also discovered for the first time: the stimulation coefficient was significantly lower in patients with alcoholism ( $p < 0.05$ ), which may indicate a decrease in sensitivity to mitogens and a decrease in reserve ability to produce neurotrophins. When assessing the level of PHA-stimulated BDNF production by PBMC of patients with alcohol addiction who underwent delirium, it was found that patients with low levels of stimulated BDNF production ( $< 1000 \text{ pg} / \text{ml}$ ) after 2 weeks of treatment had more prominent symptoms of depression ( $p < 0.05$ ). In addition, in these patients during the outpatient examination, the severity of cognitive symptoms was significantly greater than in patients with levels of stimulated BDNF production  $> 1000 \text{ pg}/\text{ml}$ . These results are of particular interest in view of the literature on the role of impaired BDNF production in the pathogenesis of cognitive impairment and depression, and on its neuroprotective properties. This work was supported by Federal Medical-Biological Agency of Russia.

## ДВИГАТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ В ПРАКТИКЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЙ У ПОСТИНСУЛЬТНЫХ ПАЦИЕНТОВ

Доброжанская А.А.

Фонд по борьбе с инсультом ОРБИ, Москва, Россия, [asya.dobrozhanskaya@gmail.com](mailto:asya.dobrozhanskaya@gmail.com)

**Аннотация:** работа по восстановлению моторного контроля в двигательной реабилитации, объединяющая основные методы вмешательства: научение в реальных условиях, активное участие в процессе, обратная связь, практика, моделирование и мануальное сопровождение.

**Ключевые слова:** инсульт, двигательный контроль, поструральный контроль, компенсаторные паттерны.

**Введение:** Одно из тяжелейших последствий мозгового инсульта – двигательные нарушения. Часто начало реабилитации II этапа приходится на период 2 – 4 месяца после инсульта, когда мы имеем дело с уже сформировавшимися патологическими компенсаторными паттернами движения. Компенсаторные механизмы приводят к вторичному травматизму, неэффективности движения, замедлением в продвижении по реабилитации.

Восстановление двигательного контроля предполагает первичность пострурального контроля относительно моторного, оценку нарушений и диагностику двигательного контроля. Восстановление двигательного контроля достигается путем разрушения спонтанно образовавшихся патологических компенсаторных навыков, создания новых и закрепления их в соответствующих рефлекторных структурах. Конечная цель – выработка у больного контролируемого движения, максимально приближенного к нормальному.

**Методы и материалы:** Работа по восстановлению двигательного контроля в индивидуальной работе начинается с оценки нарушений, диагностики двигательного контроля, и предполагает выстраивание двигательного паттерна в реальных условиях, развитие вариантов движения, сенсорный контроль и обратную связь.

**Результаты:** начало работы с восстановления пострурального контроля, работа в полной биомеханической цепи, специфичность двигательного навыка, целевое завершение, включение мышц локального контроля показали успешное формирование стабильного двигательного навыка.

**Выводы:** восстановление двигательного контроля обеспечивает основу для реабилитационной работы у больных с ОНМК, позволяет повысить качество жизни, а системность выполнения упражнений сокращает сроки восстановительного лечения и объективизирует результативность работы.

## MOTOR CONTROL WITHIN MOTOR FUNCTION RECOVERY OF STROKE PATIENCE

Dobrozhanskaya A. A.

Stroke Foundation ORBI, Moscow, Russian Federation, [asya.dobrozhanskaya@gmail.com](mailto:asya.dobrozhanskaya@gmail.com)

**Abstract:** the process of motor control recovery within motor function recovery, combines main interventional approaches: studies in real-life clinical setting, active participation, feedback, practice, analog study and manual care.

**Key words:** stroke, motor control, postural control, compensatory patterns.

**Introduction:** One of the severest consequences of cerebral stroke is motor impairment. Frequently the beginning of II phase of rehabilitation starts in 2-4 months after the stroke, by that time we have to deal with already formed

pathological compensatory movement patterns. Compensatory mechanisms cause postprimary traumas, ineffectiveness of movement, slowdown of rehabilitation progress.

Motor control recovery includes postural control primacy (regarding to motor control), valuation of disorder and diagnostic or motor control. Motor control recovery can be achieved by dissolving spontaneously formed pathological skills, forming and consolidating new skills within suitable reflex mechanisms. The final target is controllable motor development close to normal motor.

**Methodic and materials:** Individual motor control recovery starts with: valuation of disorder, diagnostic or motor control and planning of motor pattern in real-life settings. It also supposes developing different variants of movement, sensory control and feedback.

**Results:** the begging of postural control recovery, functioning of the entire biomechanical structure, uniqueness of motor skill, target completion. Included work of local control shows successful formation of stable motor skill.

**Conclusion:** motor control recovery provides base for rehabilitation process of stroke patients, increases life quality. Systematical exercising can minimise recovery time and demonstrates resultative work.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Anne Shumway-Cook, Marjorie H. Woollacott «Motor control», 2016.
2. Шмонин А.А., Мельникова Е.В. и др. Анализ ключевых проблем в реабилитационном диагнозе у пациентов с инсультом в острой фазе // Ученые записки СПб ГМУ, 2019, №2, С.15-21.
3. Иванова Г. Е., Камаева О.В и др. Союз реабилитологов России, Национальная ассоциация по борьбе с инсультом, Российская ассоциация по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов, «Постуральная коррекция в процессе реабилитации пациентов с очаговыми поражениями головного мозга», Клинические рекомендации. Москва, 2016

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОСПРИЯТИЯ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ МУЛЬТИЗЛАКОВЫХ КОНФЕТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ НЕЙРОМАРКЕТИНГА

Домрачева М.А.<sup>1</sup>, Куликова С.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Пермь, Россия; [madomracheva@gmail.com](mailto:madomracheva@gmail.com); <sup>2</sup>Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Пермь, Россия; [SPKulikova@hse.ru](mailto:SPKulikova@hse.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1031.sudak.ns2020-16/187-188>

Согласно исследованиям Nielsen (2015), до 70-80% населения осуществляет свой продуктовый выбор, принимая во внимание заботу о своем здоровье. Следуя данному тренду, производители продуктов питания включают в свой ассортимент «полезные» продукты. Часто это сопровождается появлением новых продуктов, при выводе которых на рынок перед производителем возникает задача позиционирования, а значит, понимания восприятия продукта потребителем. Традиционно этот вопрос исследуется с помощью холл-тестов и опросов, которые требуют больших выборок респондентов. Однако люди далеко не всегда могут осознанно и однозначно выразить свои предпочтения, а значит, обычные шкалы оказываются слишком грубым инструментом. Напротив, методы нейромаркетинга позволяют исследовать восприятие, исключая потребительскую субъективность. Целью работы является предложить нейромаркетинговый подход к исследованию сходства пищевых продуктов с другими уже существующими категориями пищевых продуктов на примере мультизлаковых конфет. Исследование проводилось в два этапа. Целью первого этапа было получение посредством холл-теста и опроса первичного представления о том, к какой категории продуктов потребители относят мультизлаковые конфеты и насколько высоко оценивают их полезность. Результаты показали, что мультизлаковые конфеты действительно воспринимаются более полезными, чем конфеты и др. кондитерские изделия, а значения полезности схожи с такими продуктами как мюсли и злаковые батончики. На втором этапе на основе ЭЭГ измерялись две метрики: амплитуда негативного отклонения N430-620 вызванных электрических потенциалов (чем меньше амплитуда N430-620, тем больше соответствуют друг другу предъявляемые вкусовые и зрительные стимулы (Xiaoetal., 2014)) и мощность индуцированных гамма-осцилляций (30-80 Гц) через 200-600 мсек. после предъявления изображения с тестовым продуктом. Если изображение с тестовым продуктом соответствует вкусовому восприятию продукта, то будет наблюдаться увеличение синхронизации гамма-осцилляций (Tallon-Baudry, &Bertrand, 2000; Yuval-Greenberg, &Deouell, 2007). В результате мы выяснили, что подход к определению сходства пищевых продуктов между собой на основе анализа мощности вызванных гамма-волн, в отличие от метрики на основе амплитуды негативного отклонения, одинаково хорошо работает как на индивидуально, так и на групповом уровне на небольших выборках. Данная методика может быть применима для изучения восприятия и других инновационных или просто нестандартных пищевых продуктов.

### RESEARCH OF CONSUMER PERCEPTION OF MULTI-CEREAL CANDIES USING NEUROMARKETING TOOLS

Domracheva Marina A.<sup>1</sup>, Kulikova Sofya P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Research University "Higher School of Economics", Perm, Russia; [madomracheva@gmail.com](mailto:madomracheva@gmail.com); <sup>2</sup>National Research University "Higher School of Economics", Perm, Russia; [SPKulikova@hse.ru](mailto:SPKulikova@hse.ru)

According to Nielsen research, up to 70-80% of the population makes their food choices, taking into account their health care (Nielsen, 2015). Following this trend, food manufacturers include "healthy" products in their assortment. Often this is accompanied by the appearance of new products. When launching such products the manufacturer faces the problem of positioning, which means understanding the consumer's perception of the product. Traditionally, this issue is being investigated using hall tests and surveys. However, such approaches require large samples to provide reliable results. Furthermore, it may be difficult for individuals to express their preferences consciously and unambiguously, making ordinary scales inappropriate for this sort of investigations.

On the contrary, neuromarketing tools allow us to study perception, excluding consumer subjectivity. The aim of the work is to propose a neuromarketing approach to evaluate food similarity relative to existing food categories. To do so we considered multi-cereal candies (MCC). The study was conducted in two steps. The purpose of the first stage was to obtain, through a hall test and a survey, an initial idea of how consumers may categorize MCC and how high they evaluate their healthiness. The results showed that MCC are actually perceived as more useful than sweets and other confectionery products, and the utility values are similar to products such as muesli and cereal bars. At the second stage, two metrics were measured on the basis of the EEG: the amplitude of the negative deviation N430-620 of the evoked response potential (the smaller the amplitude of the deviation N430-620, the more the presented taste and visual stimuli correspond to each other (Xiao et al., 2014)); and the power of induced gamma oscillations (30-80 Hz) after 200-600 ms after presentation of the image with the test product. If the image with the test product corresponds to the taste perception of the product, then there will be an increase in the synchronization of gamma oscillations (Tallon-Baudry, & Bertrand, 2000; Yuval-Greenberg, & Deouell, 2007). Unlike the metric based on the amplitude of N430-620, we found out that the approach to evaluating the similarity of food products based on the analysis of the power of induced gamma oscillations works equally well both on an individual and group level in small samples. This technique can be applied to research the perception of other innovative or simply non-standard food products.

### **ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ ШКОЛЬНИКОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

**Дорджиева Д. Б., Манджиева В. В., Шаманова В. Г.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова, Элиста, Россия; [vlada.mandzhieva@mail.ru](mailto:vlada.mandzhieva@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1032.sudak.ns2020-16/188-189>

Определение времени сенсомоторных реакций широко используется для оценки физиологических и психологических характеристик функционального состояния человека. Время сенсомоторных реакций является простым, доступным и достаточно точным психофизиологическим показателем, который отражает динамику скорости нервных процессов, а также общий уровень работоспособности и активности центральной нервной системы.

Появление компьютерных методик значительно облегчили процедуру определения времени сенсомоторных реакций.

Целью проведенного нами исследования являлась оценка возрастных и половых различий времени простой и сложной зрительно-моторной реакции школьников и влияния на данный показатель индивидуально-типологических характеристик индивида. Определение зрительно-моторных реакций осуществлялось с помощью пакета компьютерных психофизиологических тестов «Ягуар». Индивидуально-типологические характеристики школьников выявляли с помощью теста Стреляу, который позволяет диагностировать индивидуальные особенности нервной системы: её общую активность, уравновешенность и подвижность нервных процессов. Тип нервной системы определяли с помощью теплинг-теста.

Проведенный нами анализ показал наличие возрастных и половых различий скорости простой и сложной зрительно-моторной реакции. По мере взросления детей выявлена тенденция уменьшения времени исследуемых сенсомоторных реакций. Испытуемые с высоким уровнем уравновешенности и подвижности нервных процессов обладали более высокой скоростью реагирования на зрительный сигнал, по сравнению с индивидами со средней степенью вышеуказанных характеристик нервной системы. Полученные результаты исследования подтверждают возможность применения используемых в эксперименте тестов, определяющих время сенсомоторных реакций различной степени сложности для оценки функционального состояния школьников.

### **ESTIMATION OF VISUAL-MOTOR REACTION TIME OF SCHOOLCHILDREN WITH DIFFERENT INDIVIDUAL TYPOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE NERVOUS SYSTEM**

**Dordzhieva Delger. B., Mandzhieva Vlada V., Shamanova Valentina G.**

Federal state budgetary educational institution of higher education " Kalmyk state University. B. B. Gorodovikova, Elista, Russia; [vlada.mandzhieva@mail.ru](mailto:vlada.mandzhieva@mail.ru)

Determining the time of sensorimotor reactions is widely used to assess the physiological and psychological characteristics of a person's functional state. The time of sensorimotor reactions is a simple, accessible and fairly accurate psychophysiological indicator that reflects the dynamics of the speed of nervous processes, as well as the overall level of performance and activity of the Central nervous system.

The advent of computer techniques greatly facilitated the procedure for determining the time of sensorimotor reactions.

The purpose of our study was to evaluate age and gender differences in the time of simple and complex visual-motor reaction of schoolchildren and the impact on this indicator of individual typological characteristics of the individual. The definition of visual-motor reactions were carried out using the package of computer psychophysiological tests "Jaguar". Individual typological characteristics of schoolchildren were identified using the Strelau test, which allows diagnosing individual features of the nervous system: its General activity, balance and mobility of nervous processes. The type of nervous system was determined using a tapping test.

Our analysis showed the presence of age and gender differences in the speed of simple and complex visual-motor reactions. As children grow older, the tendency to reduce the time of the studied sensorimotor reactions is revealed. Subjects with a high level of balance and mobility of nervous processes had a higher rate of response to the visual signal, compared with individuals with an average degree of the above characteristics of the nervous system.



The results of the study confirm the possibility of using tests used in the experiment that determine the time of sensorimotor reactions of various degrees of complexity to assess the functional state of students.

### **ВЗАИМОСВЯЗЬ АЛЕКСИТИМИИ СО СТРАТЕГИЯМИ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ**

**Дорошева Е.А.**

Новосибирский государственный университет, Институт физиологии и фундаментальной медицины СО  
РАМН, Новосибирский государственный медицинский университет, Новосибирск, Россия;  
[elena.dorosheva@mail.ru](mailto:elena.dorosheva@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1033.sudak.ns2020-16/189>

Алекситимия как состояние, свойство личности или социокультурный феномен привлекает к себе значительное внимание исследователей. Существуют многочисленные данные о ее тесной связи с формированием, прежде всего, психосоматических заболеваний, а также с рядом отклонений в психическом функционировании и поведении. Предполагается, что дефицитность ряда механизмов переработки информации о своем эмоциональном состоянии, потребностях, разных аспектах социальных взаимодействий затрудняют выбор оптимального поведения при алекситимии и способствуют дезадаптации.

Мы предполагаем, что алекситимия связана с неэффективностью системы регуляции эмоций и предполагает применение условно неэффективных регуляторных стратегий при снижении эффективных. С помощью TAS-26 из выборки, включившей 223 человека без серьезных психических патологий, были отобраны группы со сформированной алекситимией и без алекситимии с наименьшими значениями TAS-26 (по 39 человек, из них по 29 женщин и 10 мужчин, в первой группе возраст 19- 60 лет, средний – 36,6 лет, средний балл по TAS-26 – 78,2, во второй группе возраст 20 - 49 лет, средний 32,7 лет, средний балл по TAS-26 – 44,0). В группах с помощью U-критерия Манна-Уитни сравнивали показатели опросников: шкалы руминации, опросника регуляции эмоций, опросника подавления мыслей.

В согласии с нашим предположением, в группе с алекситимией высокосочно выше руминативное мышление ( $x_1=47,3$  б.,  $x_2=37,2$  б.,  $U=309,0$ ,  $p<0,001$ ), подавление мыслей, вызывающих негативные эмоциональные переживания ( $x_1=55,2$  б.,  $x_2=42,3$  б.,  $U=171,5$ ,  $p<0,001$ ) – неэффективные в долгосрочной перспективе стратегии регуляции эмоций; ниже позитивная переоценка изначально негативно оцениваемых ситуаций ( $x_1=21,7$  б.,  $x_2=23,7$  б.,  $U=494,5$ ,  $p=0,007$ ) – эффективная в долгосрочной перспективе, ассоциированная с субъективным благополучием стратегия регуляции эмоций. Также в группе с алекситимией выше подавление эмоциональной экспрессии в ситуациях эмоционального взаимодействия ( $x_1=12,4$  б.,  $x_2=8,2$  б.,  $U=207,5$ ,  $p<0,001$ ) – стратегией, преимущественно не выявляющей связи с субъективным благополучием. Таким образом, участники исследования с алекситимией помимо описания себя как не распознающих свои эмоции и не управляющих ими, описывают определенные (в целом, менее эффективные, чем у людей без алекситимии) способы их регуляции. Эти данные полезны для понимания механизмов алекситимии как психологического феномена и связанных с ней нарушений функционирования.

*Исследование поддержано грантом РФФИ 18-013-00925.*

### **THE RELATIONSHIP BETWEEN ALEXITHYMIA AND STRATEGIES OF EMOTIONAL REGULATION**

**Dorosheva Elena A.**

Novosibirsk State University, State Scientific Research Institute of Physiology & Basic  
Medicine, Novosibirsk Medical State University, Novosibirsk, Russian Federation; [elena.dorosheva@mail.ru](mailto:elena.dorosheva@mail.ru).

Alexithymia as a state, personality feature or sociocultural phenomenon has attracted considerable interest of researchers. Multiple lines of evidence indicate its close association with the development of, above all, psychosomatic diseases, as well as with a number of mental/behavioral disorders. It is assumed that deficits in processing the information regarding the person's own emotional state, needs, and different aspects of social interactions make it difficult to choose the optimal behavior in alexithymia and may therefore contribute to disadaptation.

We believe that alexithymia is connected with the emotional regulation system and using of conditionally ineffective regulatory strategies while reducing effective ones. With the help of the TAS-26, two groups of individuals – with and without alexithymia (39 people each, both including 29 women and 10 men, aged 19-60 years and 20-49 years, average age 36.6 and 32.7 years, and having average TAS-26 scores of 78.2 and 44.0, respectively), were selected from a sample of 223 individuals without serious mental disorders. The latter group was composed of the participants displaying the lowest values of the alexithymia scale. Mann-Whitney U-test was used to analyze the inter-group differences in the parameters of emotion regulation obtained through questionnaires, such as rumination scales, emotion regulation questionnaire, thought suppression questionnaire.

Our analysis indicates that, alexithymia group has a significantly more pronounced ruminative thinking ( $x_1=47,3$ ,  $x_2=37,2$ ,  $U=309,0$ ,  $p<0,001$ ) and suppression of thoughts causing negative emotional experiences ( $x_1=55,2$ ,  $x_2=42,3$ ,  $U=171,5$ ,  $p<0,001$ ) – both of which are inefficient emotional control strategies long-term. In contrast, an effective in long-term emotional control strategy based on the positive reappraisal is significantly underrepresented in this group ( $x_1=21,7$ ,  $x_2=23,7$ ,  $U=494,5$ ,  $p=0,007$ ). Also, in the alexithymia group, suppression of emotional expression in situations of emotional interaction – a strategy that is largely disconnected from subjective well-being – is significantly stronger ( $x_1=12,4$ ,  $x_2=8,2$ ,  $U=207,5$ ,  $p<0,001$ ). Thus, participants with alexithymia, in addition to describing themselves as not recognizing their emotions and not managing them, also describe certain strategies to regulate emotions that are largely less effective than in people without alexithymia. These data are highly instrumental for better understanding the mechanisms underlying alexithymia as a psychological phenomenon and alexithymia-associated disorders.

*The study is supported by the Russian Fund for Basic Research, grant: 18-013-00925.*



## **ОСОБЕННОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ НА СТРЕСС У МАТЕРЕЙ, ВОСПИТЫВАЮЩИХ ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА**

**Дорошева Е.А.**

Новосибирский государственный университет, Институт физиологии и фундаментальной медицины СО РАМН, Новосибирский государственный медицинский университет, Новосибирск, Россия;  
[elena.dorosheva@mail.ru](mailto:elena.dorosheva@mail.ru).

<https://doi.org/10.29003/m1034.sudak.ns2020-16/190>

Исследовалась специфика реагирования на стресс у матерей, воспитывающих детей с расстройствами аутистического спектра (далее – РАС), в сравнении с матерями нейротипичных детей. Всего в исследовании участвовали 40 матерей детей с РАС, в возрасте от 25 до 55 лет, с детьми от 2 до 15 лет, и 38 матерей группы сравнения. Группы выравнивались по возрасту матерей и детей, семейному положению матерей.

Наличие в семье ребенка с РАС выступает постоянно действующим фактором стресса, вносящим вклад в кумулятивный стресс родителей. Специфика данного фактора (по сравнению с наличием в семье ребенка с другой формой инвалидности), по литературным данным и результатам проведенного нами анкетирования, состоит в значительной степени, в сложностях социализации ребенка.

По результатам модифицированной (включающей объективную и субъективную оценку текущего стресса) методики Холмса-Раге, матери детей с РАС, оценивают те же события как более стрессогенные. Для них выявлена большая связь тревожности (измеренной Интегративным тестом тревожности) с уровнем стрессовых факторов. С этим, по-видимому, связано выявленное у них усиление личностной тревожности.

Для матерей данной группы показано специфика стратегий совладания со стрессом и способов регуляции эмоций. В сравнении с матерями нейротипичных детей, меньшее значение для них имеют способы, направленные на решение проблемы – вероятно, в силу невозможности решения ряда частных проблем, возникающих при воспитании ребенка с РАС. Двойную роль играет социальная поддержка. Матери указывают на ее важность и необходимость. Однако поиск социальной поддержки у них менее выражен, чем у матерей нейротипичных детей, что, по всей видимости, связано с большими трудностями в ее получении. Большее значение получают когнитивные стратегии саморегуляции. Среди них можно выделить позитивные – такие, как когнитивная переоценка проблемных ситуаций, выстраивание особых систем ценностей, связанных с особенностями развития ребенка. Выделяются и негативные – например, постоянный анализ проблемных ситуаций.

Исходя из полученных результатов, перспективной в психологическом сопровождении данной группы представляется работа с формированием эффективных стратегий саморегуляции.

*Исследование поддержано грантом РФФИ 18-013-00925.*

## **FEATURES OF STRESS RESPONSE IN MOTHERS OF CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS**

**Dorosheva Elena A.**

Novosibirsk State University, State Scientific Research Institute of Physiology & Basic Medicine, Novosibirsk;  
Medical State University, Novosibirsk, Russian Federation; [elena.dorosheva@mail.ru](mailto:elena.dorosheva@mail.ru).

Features of stress response in mothers raising children with autism spectrum disorders (hereinafter, ASD), compared to mothers of neurotypical children, were investigated. The sample included 40 mothers (25 to 55 years) of children with ASD (aged 2-15), and 38 mothers of the comparison group. The groups were equivalent in the age of mothers and their children, as well as in the mothers' marital status.

Having a child with ASD in the family is a constant stress factor contributing to the cumulative stress of parents. Distinctive feature this stressor (compared to a situation when a child with other disabilities grows in the family), according to the published reports and the results of the questionnaire conducted by our group, is largely associated with difficulties of socializing the child.

According to the results of modified Holmes-Rahe Stress Inventory (which includes both objective and subjective measurements of current stress), compared to reference group, mothers of children with ASD tend to perceive the same events as more stressful. They also display stronger association of anxiety (measured by the Integrative Anxiety Test) with the level of stress factors. Apparently this contributes to the overall higher personal anxiety in mothers of children with ASD.

Several features of stress control strategies and ways of regulating emotions in this group are notable. Compared with mothers of neurotypical children, mothers of children with ASD are less concerned by the ways of solving the problems – probably because it is impossible to solve a number of issues associated with up-bringing of ASD children. Interestingly, social support is a double-edged factor. On the one hand, mothers point to its importance and necessity. However, their search for social support is less pronounced than that of mothers of neurotypical children. This may be because they find it harder to get it. At the same time, cognitive self-regulation strategies are of greater importance for these mothers. One can delineate positive strategies such as the cognitive reappraisal of problem situations and establishment of special systems of values related to the [peculiarities](#) of child development. Negative strategies, such as obsessive analysis of problem situations, are present as well.

Based on the results obtained in our study, working on the development of effective self-regulation strategies is a promising approach to providing a much needed psychological support to this group.

*The study is supported by the Russian Fund for Basic Research, grant: 18-013-00925.*

## АСИММЕТРИИ ЛИЦА И ПРОБЫ ЛУРИЯ НА ПАРЦИАЛЬНОЕ ЛЕВШЕСТВО КАК ПРЕДИКТОРЫ БАЛАНСА ТРЕХ ОСНОВНЫХ МОНОАМИНЕРГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Дробницца И. П.

Челябинский государственный педагогический университет, Челябинск, Россия; [drobnitza@rambler.ru](mailto:drobnitza@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1035.sudak.ns2020-16/191>

Широко известны пробы Лурии (1970) «переплетение пальцев» (ПП) и перекрест рук (ПР) для определения скрытого левшества. Однако их смысл оспариваются современными авторами, так как левый вариант их выполнения встречается у правой чаще чем правый: «совместное левое выполнение комбинации двух проб ПР / ПП, видимо, предсказывает праворукость» (Mohr C., 2006). Наши результаты для 265 правой таковы: л\_ПР+л\_ПП ~32,1%; п\_ПР+п\_ПП ~21,1%; л\_ПР+п\_ПП ~21,1%; п\_ПР+л\_ПП ~25,7%. Гипотеза: конечность с более высоким мышечным тонусом удобнее помещать сверху, т.к. это помогает держать позу в течение длительного времени; мышечный тонус зависит от уровня моноаминов, концентрация которых в полушариях асимметрична (ДА обычно преобладает в левом полушарии; 5-НТ и НЕ в правом); ДА сильно влияет на мышечный тонус, снижая его, 5-НТ оказывает меньшее влияние, НЕ наименьшее, поэтому их нормальный баланс проявляется в пробах Лурии как влияние ДА: л\_ПР+л\_ПП. Сильное 5-НТ доминирование соответствует п\_ПР+п\_ПП; более сложные типы баланса соответствуют неконгруэнтным вариантам выполнения проб Лурия. Существуют и другие латеральные признаки, связанные с тонусом мышц - наклон линии глаз и рта. Гипотеза: мышечный тонус рта и глаз связан со скоростью и силой ориентировочных и эмоциональных реакций; асимметрия тонуса этих мышц на разных сторонах лица зависит не только от уровня ДА, 5-НТ и НЕ, но и от баланса их рецепторов, способствующих торможению или активации реакции, а значит, между лицевыми и познотоническими асимметриями не будет корреляции. Выполненное исследование соотносило латеральные параметры с индивидуально-психологическими шкалами модифицированного теста 16PF, факторизация которого дала 22 факторную структуру, часть факторов которой, предполагается, связаны с нейрохимическим балансом. Результаты: а) в группе п\_ПР+п\_ПП наклон линии рта коррелировал со шкалой стенических эмоций, а наклон линии глаз со шкалой скрупулезности, т.е. правые результаты проб являются признаком «5-НТ типа индивидуальности», возможного в двух вариантах: с приторможенностью ориентировок и эмоций или с их усилением; б) в группе л\_ПР+л\_ПП наклон линии рта коррелировал со шкалой гибкости поведения, которая предположительно связана с балансом ДА+ингибирующие рецепторы / НЕ+активирующие рецепторы, т.е. такое выполнение проб Лурия возможно либо в случае доминирования ДА (ригидный и настойчивый тип) либо в случае доминирования НЕ (гибкий и живой тип); в) п\_ПР+л\_ПП соответствует либо комбинация «5-НТ и ДА+активирующие рецепторы», либо сочетание «сдвиг асимметрии ДА в пользу правого полушария и НЕ+ингибирующие рецепторы». Это подтверждается тем фактом, что в группе п\_ПР+л\_ПП больше леворуких (Tran U.S., 2014).

## FACIAL ASYMMETRIES AND LATERAL PREFERENCE FOR HAND CLASPING AND ARM FOLDING AS PREDICTORS OF THE BALANCE OF MONOAMINERGIC SYSTEMS

Drobnitsa Irina P.

Chelyabinsk State Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia; [drobnitza@rambler.ru](mailto:drobnitza@rambler.ru)

Hand clasping (HC) and arm folding (AF) are bilateral limb postures which are subject to lateral preferences. Luria (1947, 1970) proposed left-top positions in AF and HC to be signs of "latent left-handedness". However, several researches suggested that left HC and left AF generally preferred by right-handers: "Consistent left-top preference for the combined AF/HC measure appears to predict right-handedness" (Mohr C., 2006). Our results from 265 healthy right handed participants are: l\_AF+l\_HC~32,1%; r\_AF+r\_HC~21,1%; l\_AF+r\_HC~21,1%; r\_AF+l\_HC~25,7%. Our hypothesis: posture preference depends on the neurochemical asymmetry of the brain; muscle tone depends on the level of neurotransmitters (DA, 5-HT, NE); their concentration in hemispheres is asymmetric (DA usually prevails in the left hemisphere; 5-HT and NE in the right one); limbs with a higher muscle tone use to have top positions in AF and HC to hold the pose for a long time. DA affects muscle tone very strongly (reducing it), 5-HT has less influence, NE has the least one, so the normal balance of neurotransmitters corresponds to the type l\_AF+l\_HC; strong 5-HT dominance corresponds to the type r\_AF+r\_HC; more complex types of balance correspond to non-congruent combinations: lr and rl. There are other asymmetries - the difference in the tone of the muscles of the mouth and eyes on the two halves of the face with the following options: the lines of the mouth and eyes are tilted left (ll), right (rr), in different directions (lr and rl). Our hypothesis: muscle tone of the mouth and eyes is associated with the speed and strength of the response of emotions and orientations; modulations of the tone of these muscles depend not only on the level of neurotransmitters but also on the balance of receptors predisposing either to trigger the reaction or to inhibit it. Therefore, there can be no identity of asymmetry of muscle tone of limbs and face. Our experimental study compared the postural and facial asymmetries with personality traits associated with the neurotransmitter balance. Factor analysis of some questions of the 16PF test allowed us to obtain scales presumably related to a) the balance of neurotransmitters and b) inhibition / activation of orientations and emotions. Results: a) in group r\_AF+r\_HC the slope of the line of mouth correlated with the scale of stenic emotions and the slope of the line of eyes correlated with the scale of meticulousness, i.e. right-top positions in AF and HC is a sign of "5-HT type of personality" with the dominance of either inhibitory or activating type of response (it can be detected by facial asymmetries); b) in group l\_AF+r\_HC the slope of the mouth line correlated with the 16PF scale of behavior flexibility which is presumably related to the balance DA+inhibitory receptors / NE+activating receptors, i.e. lr-top positions in AF and HC can be either in the case of DA+inhibition dominance (rigid and insistent type) or in case NE+activation dominance (flexible type); c) r\_AF+l\_HC is possible either at combination "high 5-HT level + high DA level", or at combination "high level NE + abnormal DA interhemispheric asymmetry". This is confirmed by the fact that there is more non-right-hand preference in the group r\_AF+l\_HC (Tran U.S., 2014).

**ВЗАИМОСООТНОШЕНИЕ ТРЕХФАКТОРНОЙ МОДЕЛИ ИНДИВИДУАЛЬНОСТИ АЙЗЕНКА, BIG FIVE ГОЛДБЕРГА И ФАКТОРНОЙ МОДЕЛИ 16PF КЕТТЕЛЛА С ПОЗИЦИИ СТРУКТУРНО-АКТИВАЦИОННО-НЕЙРОХИМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕМПЕРАМЕНТА (SAN-T)**

**Дробница И.П.**

Челябинский государственный педагогический университет, Челябинск, Россия; [drobniza@rambler.ru](mailto:drobniza@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1036.sudak.ns2020-16/192>

Пять базовых фактора индивидуальности были обнаружены в исследованиях нескольких авторов (Goldberg, 1990; Costa и McCrae, 1992) и впоследствии перепроверены на материале нескольких опросников, например 16PF Кэттелла. Х. Эбер, один из первых авторов 16PF, писал о Big Five: «Эти широкие факторы подходят для очень разных популяций и методов, потому что они подобны слонам и могут быть найдены в любом большом наборе данных». Два фактора Big Five: экстраверсия и невротизм, - соответствуют двум основным факторам Great Three Айзенка и считаются природно обусловленными, что не очевидно для остальных факторов: открытости, доброжелательности и добросовестности. Существует мнение, что только трехфакторные модели (например, Great Three Айзенка или факторы третьего порядка 16PF Кэттелла) отражают базовые факторы. Для решения этой проблемы нужна экспериментально проверенная теория мозговых факторов индивидуальности. На первом этапе исследования была создана структурно-активационно-нейрохимическая модель темперамента (SAN-T), постулирующая существование 22 факторов, зависящих от комбинаций нескольких мозговых характеристик и вследствие этого неортогональных. Соответственно, основные темпераментные факторы являются базовыми не потому, что каждый из них связан с отдельной особенностью мозга, а потому что выражают основные поведенческие характеристики (экстраверсия проявляется как активность-пассивность, невротизм как активность-реактивность, доброжелательность как активность-адаптивность). Согласно SAN\_T, экстраверсия может быть предопределена как сочетанием повышенной фоновой активированности коры с доминированием нейронных сетей одного типа так и сочетанием пониженной активированности с доминированием нейронных сетей другого типа (doi: 10.18454 / ASY.2018.12.4.002). Эргичность может соотноситься с различными типами нейрохимического статуса головного мозга. Это означает, что применение факторного анализа к опросникам не способствует пониманию факторов мозга, тогда как теоретическая модель факторов мозга помогает выявить структуру факторов темперамента. В проведенном исследовании 115 испытуемых были протестированы с помощью 16PF (форма А) с отсевом вопросов, не связанных с темпераментом. Факторный анализ обнаружил две факторные структуры - 22 черты первичного уровня, что предсказывала теория SAN\_T и 5 черт вторичного уровня, являющихся темпераментными аналогами факторов Большой Пятерки. Аналоги факторов открытости и добросовестности коррелировали ( $r = 0,3$ ) с экстраверсией и невротизмом. Этот факт объясняет причину существования трехфакторных моделей базовых черт индивидуальности.

**CORRELATION BETWEEN EYSENCK'S THREE-FACTOR PERSONALITY MODEL, GOLDBERG'S FIVE-FACTOR MODEL (BIG FIVE) AND CATTELL'S FACTOR MODEL FROM THE PERSPECTIVE OF THE STRUCTURAL-ACTIVATION-NEUROCHEMICAL TEMPERAMENT MODEL (SAN-T)**

**Drobnitsa Irina P.**

Chelyabinsk State Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia; [drobnitza@rambler.ru](mailto:drobnitza@rambler.ru)

Big Five factors of personality has been discovered by a few researchers (Goldberg, 1990; Costa and McCrae, 1992) and have been found in factor analyses of a wide range of current personality instruments. R.B. Cattell and his colleagues, who created a 16-factor model (16PF) in the middle of the last century, showed the existence of 5 secondary-level factors in the structure of primary 16 factors. Dr. Herb Eber, one of the original 16PF authors, used to write: "These broad factors validate across very different populations and methods because they are as big as elephants and can be found in any large data set". Two factors of the Big Five model (Extraversion and Neuroticism) correspond to the two main factors of the Eysenck's Great Three model. Other factors (Openness, Agreeableness and Conscientiousness) appear to be not as genetic as environmental. There is a scientific discussion whether the Big Five factors are basic. There is an opinion that only three-factor models (e.g. Eysenck's Great Three or Cattell's third-order factors of 16PF) reflect real basic factors of personality. The answer to this question should be given using experimentally verified theory of brain factors. Structural-arousal-neurochemical model of temperament (SAN\_T) was created at the first stage of the research. There are 22 first-level factors of temperament in SAN\_T model which are related to patterns of several brain traits. Temperament factors (as a result of different complexes of few basic brain factors) are correlated, non-orthogonal. According to the SAN\_T theory, basic temperamental factors are basic not because each of them is associated with a single brain trait, but because these temperamental factors reflect basic behavioral characteristics. Extraversion manifests itself as activity-passivity, neuroticism as activity-reactivity, agreeableness as activity-adaptability. In SAN\_T model extraversion can be determined by two different patterns of brain factors: high arousal with the dominance of neural networks of one type and low arousal with the dominance of neural networks of another type (doi: 10.18454 / ASY.2018.12.4.002). Surgency may be associated with different types of neurochemical status of the brain. It means that factor analysis of the questionnaire data does not give an understanding of brain factors; however, a theoretical model of brain factors allows us to identify the non-orthogonal structure of temperamental factors. The experimental study involved 115 people who were tested using Cattell's 16PF Questionnaire (form A). Some issues not related to temperament were rejected. Through factor analysis two factor structures were found (primary and secondary-level traits). In addition to discovering the 22 traits that the SAN\_T model predicted, the factor analysis identified five broad dimensions - a variation of the Big Five factors. Temperamental analogues of Openness and Conscientiousness in second-order factor structure had correlations ( $r = 0.3$ ) with Extraversion and Neuroticism. This fact explains the existence of three-factor models of personality.



## НЕЙРОНАУКИ КАК ИСТОЧНИК СТАНОВЛЕНИЯ НОВОГО НАПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ.

Дружиловская О.В.<sup>1</sup>, Харламова Т.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Московский педагогический государственный университет Институт детства ФГ БООУ ВО;

<sup>2</sup>ГБОУ Школа №953, Россия Москва

<https://doi.org/10.29003/m1037.sudak.ns2020-16/193>

## NEUROSCIENCE AS THE SOURCE OF THE NEW TREND ESTABLISHMENT IN THE CONTEMPORARY PEDAGOGICAL EDUCATION

Druzhilovskaya Olga Viktorovna<sup>1</sup>, Harlamova Tatyana Anatolievna<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PhD, docent, Moscow Pedagogical State University «Institut detstva», Moscow, Russia,

<sup>2</sup>Speech language pathologist, school 953, Moscow, Russia

Scientific research in XX and early XXI century demonstrates the need for the investigation of the neuroscience and the neural mechanisms of learning and education in contemporary pedagogical approach. Establishment of the higher mental functions depends on the prompt development of the certain brain areas, on the level of intersensory communication, which is the basis of the mental activity systemogenesis, in particular, writing, reading and mathematics skills. Lack of interfunctional connections in the process of sensor systems interaction leads to the disorder in the establishment of the (stability, agility) hearing and motor, vision and motor, visuospatial, and somatospatial connections, etc. The teaching and educating of children, within the both the standard and the disorder, relate to the process of neuroontogenesis, and first of all, with the deployment of the genetics program of the structure and functions of the nervous system.

Neuropedagogic utilizes all the discoveries and achievements of the neuroscience and cognitive science for the last 25 years: the neuroplasticity – brain ability to change its neural circuit in order to adapt to the key factors; research of the mirror neurons function of the information transfer from one living system to another; research on the limbic formations of the brain supporting motivation activity and information processing; self-arrangement of the brain activity in the active thinking, memorizing, attention and behavior; development of the individual profile of lateralization of brain function, which includes the specific functional antagonism; gaining pedagogical experience in the inclusive education, utilizing of the resource map, the teaching material, which includes the methods and forms using in the educational process.

As a result, study of the neuroscience in the pedagogical education deepens, expands, and increases the level of knowledge among the educators, and students of the pedagogical and psychological departments in research and diagnostic work with children, and opens the new research area in general pedagogics and in post-secondary pedagogic. That is why some authors allocate the neuropedagogical competences to the separate area of pedagogical education and consider the neuropedagogic as a science of the theory and methods of teaching and education.

## ДОМИНАНТА И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ РЕБЕНКА-БИЛИНГВА

Дружиловская О.В., Конюх-Синица Е.С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский педагогический государственный университет», Институт детства, г. Москва, Россия,

[asparagusoff@yandex.ru](mailto:asparagusoff@yandex.ru), [katjasinica@gmail.com](mailto:katjasinica@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1038.sudak.ns2020-16/193-194>

Доминанта в физиологии, по определению А.А. Ухтомского, это «временно господствующий рефлекс», которым направляется работа нервных центров в данный момент. Доминанта в работах А.А. Ухтомского рассматривается как функциональное объединение нервных центров и включает относительно подвижный корковый компонент, а также субкортикальный, вегетативный и гуморальный компоненты.

В своем исследовании мы пришли к выводу, что природа билингвизма (владение двумя языками и их культурной базовой основой), действительно, подчиняется принципу доминанты, имеет ее свойства, и строится по ее законам.

А.А.Ухтомский заложил основные законы доминанты: генерализация, концентрация, дифференциация, консолидация, констелляция, изоляция и разрушение (затухание).

Изучая проблемы билингвизма, мы установили, что процесс созревания и формирования доминанты лежит в основе овладения лингвистическими свойствами обоих языков, что подтверждается основными свойствами доминанты: разноуровневым расположением, стойкостью во времени; концентрацией на конкретных внешних раздражителях.

Раскрывая значение доминанты, относительно потенциальных возможностей развития ребенка, необходимо опираться на взаимодействие генетически заложенных условий развития и социальных детерминант. Потенциал развития прежде всего отражается в психическом здоровье ребенка.

Уже в раннем онтогенезе у ребенка - билингва формируется интердоминанта обеих культур и языков, которая подкрепляется произвольным запечатлением этнических стимулов. Поликультурное пространство увеличивает восприятие ребенком сенсорных факторов, подкрепляющих эту новую системную организацию в мозге и расширяющих потенциальные возможности развития ребенка и его адаптационные способности.

Формирование интердоминанты обеспечивает социокультурное становление ребенка, развитие различных личностных образований и сохраняет исторически обусловленную социально-психологическую роль в трансляции общечеловеческого опыта.

Таким образом, стойкость доминанты зависит не только от внешних обстоятельств (востребованность доминирующего очага в данный момент), но и от внутренних культурно-исторических условий. Выделенные



А.А.Ухтомским стадии формирования доминанты подтверждают закономерности структурирования и функционирования интердоминанты, благодаря которой происходит целенаправленная работа всех высших психических функций ребенка-билингва.

#### **THE DOMINANT AND POTENTIAL DEVELOPMENT OF A BILINGUAL CHILD**

**Druzhilovskaya Olga V., Koniukh-Sinita Ekaterina S.**

Federal state budgetary educational institution of higher education Moscow pedagogical state university, the  
Institute of Childhood, Moscow, Russia, [asparagusoff@yandex.ru](mailto:asparagusoff@yandex.ru), [katjasinica@gmail.com](mailto:katjasinica@gmail.com)

A dominant in physiology, as defined by A.A. Ukhtomsky, this is the "temporarily prevailing reflex", which directs the work of the nerve centers. Dominant in the works of A.A. Ukhtomsky is the idea of a functional union of nerve centers and this union includes a relatively mobile cortical component, as well as subcortical, autonomic and humoral components.

In our study, we came to the conclusion that the nature of bilingualism (speaking and understanding two languages and their cultural basis) does indeed comply with the principle of the dominant, has its properties, and is constructed according to its laws.

A.A. Ukhtomsky laid down the basic laws of the dominant: generalization, concentration, differentiation, consolidation, constellation, isolation and destruction (attenuation).

Studying the problems of bilingualism, we have found that the process of development and formation of the dominant is a key foundation for the mastery of the linguistic properties of both languages and this is confirmed by the main properties of the dominant: multilevel arrangement, persistence in time; concentration on specific external stimuli and so on.

Revealing the importance of the dominant to the potential development opportunities of the child, it is necessary to rely on the interaction of genetically determined developmental conditions and social determinants. The developmental potential is primarily reflected in the mental health of the child.

Simultaneously during initial language acquisition by a bilingual child, an inter-dominant of both cultures and languages is formed, which is reinforced by the involuntary absorption of ethnic stimuli. The multicultural environment increases the child's perception of sensory factors that reinforce this new systemic organization in the brain and expand the child's potential for development and its adaptive abilities.

The formation of inter-dominants ensures the socio-cultural formation of the child, the development of various personality traits and allows the child to understand and absorb all the cultural and historical factors which have both influenced the development of, and provide foundations for, each language the child is acquiring.

Thus, the stability of the dominant depends not only on external circumstances but also on the internal cultural and historical characteristics of the child. The dominant formation stages highlighted by A.A. Ukhtomsky confirm the rules of the structuring and functioning of the inter-dominant, due to which the higher mental functions of the bilingual child operate correctly.

#### **РОЛЬ КРИТИЧЕСКИХ ПОЛОС СЛУХА В ПРОЯВЛЕНИИ СТИМУЛ-СПЕЦИФИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ НЕЙРОНОВ ВЫСШИХ СЛУХОВЫХ ЦЕНТРОВ МОЗГА МЫШИ**

**Егорова М.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия, [ema6913@yandex.ru](mailto:ema6913@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1039.sudak.ns2020-16/194-195>

В выполненном нами нейрофизиологическом исследовании постстимульной адаптации нейронов слухового центра среднего мозга и первичных областей слуховой коры домового мыши показано фундаментальное значение освобождения от стимул-специфической адаптации для реакций на новизну (Egorova et al., 2019). В экспериментах мышам предъявляли на фоне адаптации к последовательности из четырех идентичных тональных стимулов, имитирующих временную структуру серий криков дискомфорта мышат, пятый стимул, отличающийся от первых четырех только по частоте. Диапазон изменения частоты составлял  $\pm 1$  октава относительно характеристической частоты нейрона. У половины исследованных нейронов, как в центральном ядре заднего холма среднего мозга, так и в первичных полях (A1 и AAF) слуховой коры это приводило к освобождению от адаптации в ответах на пятый стимул, т.е. величина ответа на пятый стимул превышала ответы на второй - четвертый стимулы. Поскольку стимулы различались только по частоте, то естественным образом возник вопрос, какова же роль в освобождении от стимул-специфической адаптации основного механизма частотного различения сигналов – механизма критических полос? Представления о спектральном анализе звуков в слуховой системе базируются на широко известных данных об организации слухового частотного анализатора, как набора внутренних перекрывающихся фильтров, или критических полос. Если частотный интервал между спектральными составляющими акустического сигнала больше, чем ширина фильтра, то эти спектральные составляющие попадают в разные фильтры и могут восприниматься раздельно. В противном случае они возбуждают один и тот же частотный фильтр и раздельно не воспринимаются. Чем шире фильтр, тем меньше вероятность, что спектральные максимумы сложного звукового сигнала будут обнаружены по отдельности, и больше вероятность того, что спектральные максимумы попадут в один и тот же фильтр. Таким образом, единственный параметр критических полос – их ширина (Гц) определяет способность слуховой системы к частотному различению звуков: чем она уже, тем выше разрешающая способность слуха. В нашем исследовании эффект освобождения от стимул-специфической адаптации усиливался при локализации частот основной последовательности тонов и девиантного стимула в двух неперекрывающихся критических полосах слуха. Таким образом, механизм критических полос участвует в усилении реакций новизны слуховых нейронов среднего мозга и слуховой коры.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты №15-04-05234; 18-015-00188) и федерального бюджета по госзаказу на 2018-2020гг. (№ гос. учета АААА-А18-118013090245-6).*

Egorova M.A., Akimov A.G., Khorunzhii G.D., Ehret G. Proceedings of the 13th Göttingen Meeting of the German Neuroscience Society. 2019. T18-9A.

### **CONTRIBUTION OF THE CRITICAL BANDS MECHANISM TO THE STIMULUS-SPECIFIC ADAPTATION IN THE MOUSE HIGHEST AUDITORY CENTERS**

**Egorova Marina A.**

I.M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia, [ema6913@yandex.ru](mailto:ema6913@yandex.ru)

Our recent neurophysiological study of the post-stimulus adaptation in neurons of the house mouse auditory midbrain and primary auditory cortex showed the fundamental role of releasing from the stimulus-specific adaptation for novelty reactions (Egorova et al., 2019). In condition of adaptation to a sequence of four identical tones imitating the temporal structure of a series of mouse pups wriggling call a fifth deviant tone was added to the series, differing from the first four tones only in frequency. The frequency of the fifth tone changed within one octave around the neuron characteristic frequency. Both in the central nucleus of the inferior colliculus and in the primary auditory cortex (fields A1 and AAF), responses in a half of neurons to the deviant stimulus were released from adaptation, i.e. the response to the fifth deviant tone exceeded the responses to the second - fourth tones. Since tones differed only in frequency, the question arose, what is the role of the fundamental mechanism of frequency discrimination of sounds - the critical bands mechanism in the release from the stimulus-specific adaptation? The concept of spectral analysis of complex sounds in the auditory system is based on the bank of internal overlapping bandpass filters. These filters, called critical bands, determine the spectral resolution power of the ear, the ability to detect and perceive separate peaks in a sound spectrum. If the frequency interval between the spectral components of the acoustic signal is greater than the width of the filter, these spectral components fall into different filters and can be perceived separately. Otherwise, they excite the same frequency filter and are not separately perceived. The wider the filter, the less likely that the spectral maxima of the complex sound will be detected separately, and the more likely that the spectral maxima fall into the same filter. Thus, the only parameter of the critical bands - their width (Hz) determines the ability of the auditory system to differentiate sounds: the narrower it is, the higher the resolution of the hearing. In our study, the releasing from stimulus-specific adaptation was enhanced when frequencies of the main sequence of tones and the deviant tone were localized in two non-overlapping critical bands. Thus, the mechanism of critical bands is involved in enhancing the novelty reactions of the auditory midbrain and auditory cortex neurons.

### **ВЛИЯНИЕ АДАПТОГЕНОВ НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРЫС НА ПРИМЕРЕ ЛЕВЗЕИ САФЛОРОВИДНОЙ И СЕРПУХИ ВЕНЦЕНОСНОЙ**

**Елизарова В.С., Сабанаев М.А., Бебякова Н.А.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северный государственный медицинский университет», г. Архангельск, Россия; [nika-elizarova@yandex.ru](mailto:nika-elizarova@yandex.ru)

Растительные адаптогены представляют собой группу лекарственных средств, обладающих выраженным стимулирующим действием на ЦНС и функции всего организма в целом. Отмечают, что данная группа препаратов наиболее эффективна при психоастенических состояниях, перенапряжении, общем ослаблении организма, а также при гипервозбудимости и неврозах.

Целью данной работы было сравнение влияния таких растительных адаптогенов, как серпуха венценосная и левзея сафлоровидная, на особенности поведения крыс в тесте «Открытое поле». В течение недели одну группу животных поили отваром листьев левзеи, другую – отваром серпухи.

Анализ поведенческих характеристик в тесте «Открытое поле» показал, что после запаивания левзеей у животных снижается ориентировочно-исследовательская реакция, выражаемая в количестве стоек, уменьшается горизонтальная двигательная активность, увеличиваются периоды короткого груминга и время неподвижности. Следует отметить, что индекс поведенческой активности после запаивания также снижается по отношению к исходному значению, однако все ещё остается достаточно высоким.

У второй группы крыс после запаивания отмечалось незначительное увеличение периодов короткого груминга и стабильность показателей горизонтальной двигательной активности. При этом индекс поведенческой активности увеличивается по сравнению с исходным уровнем примерно в 2 раза, в основном за счет снижения времени неподвижности и увеличения исследовательской активности.

Выводы:

1) После запаивания левзеей в тесте «Открытое поле» у крыс наблюдалось наличие умеренного уровня тревожности и снижение поведенческой активности.

2) После запаивания отваром серпухи у животных наблюдалось увеличение поведенческой активности, в том числе исследовательской активности, что свидетельствует о более выраженном адаптогенном действии серпухи.

### **EFFECT OF ADAPTOGENES ON THE BEHAVIORAL CHARACTERISTICS OF RATS ON THE EXAMPLE OF RHAPONTICUM CARTHAMOIDES AND SERRATULA CORONATA**

**Elizarova Veronika S., Sabanaev Michael A., Bebyakova Natalya A.**

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Northern State Medical University";  
[nika-elizarova@yandex.ru](mailto:nika-elizarova@yandex.ru)

Plant adaptogens are a group of medicament with a pronounced stimulating effect. It is noted that this group of medicament is most effective for psychoasthenic conditions, overstrain, general weakening of the body, hyperexcitability and neurosis.

The purpose of this work is to compare the effect of plant adaptogens (*Rhaponticum carthamoides* and *Serratula coronata*) on individual-typological features of behavior of rats. Animals were tested by the method «Open Field». Within a week, one group of animals was fed with a decoction of *Rhaponticum* leaves, the other with a decoction of *Serratula*.

An analysis of the behavioral characteristics in the Open Field showed that after soldering with a *Rhaponticum* the orientational research reaction, expressed in the number of racks, decreases, horizontal motor activity decreases, periods of short grooming and immobility time increase. It should be noted that the index of behavioral activity after soldering also decreases with respect to the initial value, but still remains quite high.

In the second group of rats, after seeding, a slight increase in the periods of short grooming and the stability of horizontal motor activity were noted. At the same time, the index of behavioral activity increases by about 2 times compared with the initial level, mainly due to a decrease in the immobility time and an increase in research activity.

Conclusions:

1) After sealing with *Rhaponticum* in the Open Field, rats showed a moderate level of anxiety and a decrease in behavioral activity.

2) After searing with a decoction of *Serratula*, an increase in behavioral activity was observed in animals, including research activity, which indicates a more pronounced adaptogenic effect of *Serratula*.

### **ИЗМЕНЕНИЯ НЕЙРОННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕНТРОМЕДИАЛЬНОГО ЯДРА ГИПОТАЛАМУСА ПРИ СТАРЕНИИ.**

**Емануйлов А.И., Маслюков П.М.**

Ярославский государственный медицинский университет. Ярославль, Россия; post\_doc@mail.ru

Вентромедиальное (ВМЯ) ядро гипоталамуса известно своим участием в регуляции сексуального и пищевого поведения, хотя оно также регулирует кровяное давление и болевые пути. Повреждения в ВМЯ изменяют пищевое поведение и связаны с гиперфагией и развитием ожирения. Внутренние часы ВМЯ играют роль в контроле периферических циркадных ритмов. Есть предположение об участии гипоталамуса в механизмах старения, при этом важная роль отводится ВМЯ. Тем не менее в современной литературе мало данных о морфологических и функциональных изменениях нейронов гипоталамуса при старении.

Целью исследования явилось изучение нейрохимического состава нейронов ВМЯ гипоталамуса при старении.

Методы исследования. Исследование проводилось с соблюдением основных биоэтических правил. Выявляли сиртуин 1-, нейрональную синтазу оксида азота (nNOS), стероидный фактор 1- (SF-1) в ВМЯ у молодых (2-3 месяца) и старых крыс (2-2,5 года) иммуногистохимическими методами и вестерн-блоттингом. Экспрессию микроРНК (let-7, mir-9, mir-132, mir-218) выявляли молекулярно-биологическими методами.

Результаты показали, что у старых животных процент nNOS-иммунореактивных (ИР) нейронов и степень иммунофлуоресценции к nNOS достоверно увеличивались во всех исследуемых ядрах. Sirt1 содержится в подавляющем большинстве (от  $95 \pm 1,3\%$  до  $97 \pm 0,9\%$ ) нейронов ВМЯ гипоталамуса молодых и старых крыс самцов и самок без достоверных различий по этому показателю между группами. Процент SF1-ИР нейронов достоверно уменьшался с  $83 \pm 5,1$  у молодых до  $64 \pm 4,9$  у старых животных ( $p < 0,05$ ). У старых крыс в ВМЯ также наблюдалось изменение экспрессии микроРНК.

Выводы. При старении происходит изменение нейрохимических и функциональных характеристик, а также изменение экспрессии микроРНК нейронов ВМЯ гипоталамуса, отвечающего за регуляцию метаболических процессов и полового поведения.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №19-15-00039).*

### **CHANGES IN THE NEURAL ORGANIZATION OF THE VENTROMEDIAL NUCLEUS OF THE HYPOTHALAMUS IN AGING**

**Emanuilov Andrey I., Masllukov Petr M.**

Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia, post\_doc@mail.ru

The ventromedial (VMH) nucleus of the hypothalamus is known for its involvement in the regulation of sexual and eating behavior, although it also regulates blood pressure and pain pathways. VMH damage alters eating behavior and is associated with hyperphagia and the development of obesity. The VMH internal clock plays a role in the control of peripheral circadian rhythms. There is an assumption about the participation of the hypothalamus in the mechanisms of aging, while an important role is given to the VMH. Nevertheless, in modern literature there is little data on the morphological and functional changes of hypothalamic neurons during aging.

The aim of the study was to study the neurochemical composition of the VMH neurons during aging.

Methods. The study was conducted in compliance with basic bioethical rules. Sirtuin 1 (Sirt1), neuronal synthase of nitric oxide (nNOS), steroid factor 1 (SF-1) in the VMH were detected in young (2-3 months) and old rats (2-2.5 years) by immunohistochemical methods and western blotting. The expression of microRNAs (let-7, mir-9, mir-132, mir-218) was detected by molecular biological methods.

The results showed that in old animals, the percentage of nNOS-immunoreactive (IR) neurons and the degree of immunofluorescence to nNOS significantly increased in all studied nuclei. Sirt1 is contained in the overwhelming majority (from  $95 \pm 1.3\%$  to  $97 \pm 0.9\%$ ) of neuronal neurons of the hypothalamus of young and old rats of males and females without significant differences in this indicator between groups. The percentage of SF1-IR neurons significantly decreased from  $83 \pm 5.1$  in young animals to  $64 \pm 4.9$  in old animals ( $p < 0.05$ ). In old rats, a change in miRNA expression was also observed in the VMH.

Conclusions. With aging, there is a change in neurochemical and functional characteristics, as well as a change in the expression of miRNAs of the neurons of the VMH of the hypothalamus, which is responsible for the regulation of metabolic processes and sexual behavior.

*The study was carried out with a grant from the Russian Science Foundation (project No. 19-15-00039).*

## ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ В ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СПОСОБНОСТЯХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ГЕНДЕРНОГО СТЕРЕОТИПА

**Есипенко Е.А., Полякова О.Р., Белоплотова К.Е., Шарафиева К.Р.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский государственный университет», Томск, Россия,  
esipenkoea@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m1040.sudak.ns2020-16/197>

В пространственных способностях (ПС) наблюдаются половые различия, ученые исследуют причины этих различий. С этой целью нами были изучены ПС студентов мужского и женского пола ( $N = 161$  человек, из них юношей 63, возраст  $18,66 \pm 1,13$  лет) гуманитарного направления (ГН) и естественнонаучного направления (ЕН). Участники в равном соотношении были разделены на контрольную и экспериментальную группу, в последней перед исследованием давалась инструкция, содержащая гендерный стереотип: «Мужчины успешнее справляются с решением пространственных задач, чем женщины». Пространственные способности измерялись с помощью батареи, включающей 4 субтеста. Была сделана поправка на невербальный интеллект, измеренный с помощью матриц Равена, и проведен однофакторный дисперсионный анализ.

Результаты не показали различий между экспериментальным и контрольным условием для всей выборки. Однако юноши ЕН из контрольной группы успешнее справились с задачами субтеста «механическое мышление», чем их коллеги с ЕН в экспериментальной группе  $F(28, 1) = 8,965$ ,  $p = 0,006$ . Далее различия были обнаружены только в контрольном условии для «механического мышления». Юноши, обучающиеся на ЕН, справились с пространственными заданиями успешнее девушек этого же направления  $F(27, 1) = 6,103$ ,  $p = 0,020$ . Также юноши ЕН справились с пространственными заданиями лучше, чем юноши гуманитарного направления  $F(26, 1) = 8,938$ ,  $p = 0,006$ .

Таким образом, нами были обнаружены половые различия в решении пространственных задач, но только для субтеста «механическое мышление» у студентов ЕН. Неожиданно, но юноши ЕН в экспериментальном условии справились с заданием хуже, чем юноши ЕН в контрольном условии. Мы предполагали, что активация стереотипа в большей степени будет влиять на результативность девушек, но юноши оказались чувствительнее к экспериментальному условию, что требует дальнейшего исследования.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-313-00251.*

## GENDER DIFFERENCES IN SPATIAL ABILITIES INFLUENCED BY GENDER STEREOTYPE

**Esipenko Elena A., Polyakova Olga R., Beloplotova Kristina E., Sharafieva Ksenia R.**

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia, esipenkoea@gmail.com

Gender differences in spatial abilities (SA) are observed. Scientists are investigating the causes of these differences. For this purpose, we studied the SA of male and female students ( $N = 161$  people, 63 males,  $18.66 \pm 1.13$  years old) with humanitarian major (HM) and the natural sciences major (NSM). Participants were equally divided into a control and an experimental group, in the latter, before the study, an instruction was given containing a gender stereotype: "Men are more successful in solving spatial problems than women". Spatial abilities were measured using the battery, which includes 4 subtests. A correction was made for non-verbal intelligence, measured using Raven matrices, and a one-way analysis of variance was performed.

The results showed no differences between the experimental and control conditions for the entire sample. However, the males of the NSM from the control group performed better in the subtest "mechanical reasoning" than their colleagues with the NSM in the experimental group  $F(28, 1) = 8.965$ ,  $p = 0.006$ . Further differences were found only in the control condition for the subtest "mechanical reasoning". Males studying at NSM, performed in spatial tasks more successfully than females of the same major  $F(27, 1) = 6.103$ ,  $p = 0.020$ . Also, the males of the natural sciences majors, performed better than the humanities males  $F(26, 1) = 8.938$ ,  $p = 0.006$ .

Thus, we have discovered gender differences in solving spatial problems, but only for the subtest "mechanical reasoning" for students natural science major. Unexpectedly, the males in the experimental condition performed worse than the males in the control. We assumed that the exposure to the stereotype will affect the performance of girls, but probably the boys were more sensitive to the experimental condition. Further research is required. *The study was carried out with the financial support of RFBR in the framework of scientific project № 18-313-00251.*

## НЕЙРОНАУКИ С ПОЗИЦИЙ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ

**Еськов В.М.<sup>1</sup>, Зинченко Ю.П.<sup>2</sup>, Пятин В.Ф.<sup>3</sup>, Башкатова Ю.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук», г. Москва, Россия, 117218, [firing.squad@mail.ru](mailto:firing.squad@mail.ru)

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, ул. Моховая, д. 11, стр. 9, Россия, 125009

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Самара, Россия, 443099

<https://doi.org/10.29003/m1041.sudak.ns2020-16/197-198>

В современных науках о мозге нет отрицания того, что мозг – это сложная система. Однако, последние годы нейронауки все дальше уходят от системных принципов в организации и изучении мозга. Напомним, что базовым принципом функционирования любой сложной системы является принцип:



динамика поведения отдельного элемента сложной системы не определяет динамику поведения всей этой системы. С этим был согласен и основоположник синергетики Н. Хакен (1969), который этот принцип положил в основу своей новой науки (синергетики).

За последние 20-30 лет нейронауки кардинально изменили этот принцип системности при изучении поведения группы нейронов. Учитывая, что нейроны существенно распределены в нейронных компартментах и кластерах, то становится очевидным: изучение динамики поведения отдельных нейронов не может объективно представлять поведение отдельных компартментов (и тем более кластеров, которые включают в себя эти компартменты).

Учитывая сказанное, можно твердо утверждать о необходимости перехода в нейронауках к компартментно-кластерному изучению нейросетей мозга и работы мозга в целом. Отметим, что компартментно-кластерная теория нейросетей мозга была получена в 80-90-х годах 20-го века и она позволила объяснить целый ряд феноменов. Главный из них – это описание хаотической динамики поведения нейросетей мозга. В этом случае мы подходим ко 2-му базовому принципу в общей теории сетей – наличие сложности в их работе.

Эта сложность проявляется в наличии особого хаоса в динамике поведения любых живых систем. На это обращали внимание два наших выдающихся предшественника (Н.А. Бернштейн с гипотезой о «повторении без повторений» и I.R. Prigogine с особым пониманием нестабильности живых систем), но за последние 50-70 лет ничего существенно в нейронауках так и не произошло. И Бернштейн, и Prigogine говорили о нестабильности живых систем, но еще раннее древние греки («все течет, все изменяется») и китайские ученые (учение ДАО) выделяли нестабильность и многогранность в проявлении одной и той же сущности. Все это сейчас привело нас к доказательству эффекта Еськова-Зинченко и наличию глобального хаоса в динамике поведения не только нейросетей мозга, но и различных регуляторных систем организма человека.

#### **GENERAL SYSTEM THEORY APPROACH IN NEURO SCIENCES**

**Eskov Valery M.<sup>1</sup>, Zinchenko Yury P.<sup>2</sup>, Pyatin Vasily F.<sup>3</sup>, Bashkatova Yuliya V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Scientific Research Institute of System Analysis, Moscow, Russia, 117218, firing.squad@mail.ru

<sup>2</sup>Moscow State University, Moscow, Mokhovaya st., 11, bld. 9, Russia, 125009

<sup>3</sup>Samara State Medical University (FSBEI HE SamSMU MOH Russia), Samara, Russia, 443099

In the modern brain sciences, there is no denying that the brain is a complex system. However, in recent years, neuroscience has moved farther away from systemic principles in the organization and study of the brain. Recall that the basic principle of the functioning of any complex system is the principle: the behavior dynamics of an individual element of a complex system does not determine the dynamics of the behavior of this entire system. The founder of synergetics H. Haken (1969), who put this principle into the basis of his new science (synergetics), agreed with this.

Over the past 20-30 years, neurosciences have dramatically changed this principle of consistency in studying the behavior of a group of neurons. Given that neurons are significantly distributed in neural compartments and clusters, it becomes obvious: studying the dynamics of the behavior of individual neurons cannot objectively represent the behavior of individual compartments (and especially clusters that include these compartments).

Given the above, we can firmly state the need for a transition in neuroscience to a compartment-cluster study of brain neural networks and the functioning of the brain as a whole. Note that the compartmental-cluster theory of brain neural networks was obtained in the 80-90s of the 20th century and it allowed to explain a number of phenomena. The main one is a description of the chaotic dynamics of the behavior of brain neural networks. In this case, we come to the 2nd basic principle in the general theory of networks - the presence of complexity in their work.

This complexity is manifested in the presence of special chaos in the dynamics of the behavior of any living systems. Two of our outstanding predecessors drew attention to this (N. A. Bernstein with the hypothesis of "repetition without repetition" and I.R. Prigogine with a special understanding of the instability of living systems), but nothing has happened significantly in neuroscience over the past 50-70 years. Both Bernstein and Prigogine talked about the instability of living systems, but even earlier the ancient Greeks ("everything flows, everything changes") and Chinese scientists (the teaching of the Dao) distinguished instability and versatility in the manifestation of the same essence. All this has now led us to the proof of the Eskov-Zinchenko effect and the presence of global chaos in the dynamics of behavior of not only brain neural networks, but also various regulatory systems of the human body.

#### **ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ПРОФИЛИЗАЦИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

**Жамбеева З.З.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Психологический институт Российской академии образования»; Москва, Россия; [zarema-z@mail.ru](mailto:zarema-z@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1042.sudak.ns2020-16/198-199>

Начиная с нового тысячелетия, мир меняется все более стремительно. Мир стал цифровым, и это влечет за собой не изученные ранее форматы жизни, работы, образовательной деятельности. Цифровизация обучения в рамках федерального проекта является одним из главных направлений развития современной школы. Эта необходимость вызвана ростом цифровой экономики и соответствующими изменениями в востребованности и в структурах профессий. По прогнозам исследователей, часть профессий неизбежно исчезнет, другие появятся, и этот процесс будет достаточно динамичным. Подобное направление развития общества порождает необходимость готовить подрастающее поколение к вариативности, умению и способности менять одну профессиональную деятельность или сферу на

другую. Соответственно, профилизация, означающая первичную профориентацию, которая проводится в школах и является одним из компонентов учебного процесса, должна соответствовать современной тенденции. На сегодняшний день в образовательном пространстве наблюдается ориентация на более раннюю профилизацию, что сужает круг изучаемых учебных предметов. В этом видится противоречие: с одной стороны, глобальные изменения в мире требуют от человека готовности встраивать свою деятельность в окружающий широкий контекст, с другой - узкопрофильная подготовка в средней школе не обеспечивает развитие такой способности.

Профилизация и в дальнейшем выбор профессии сопряжены с процессами самопонимания, формирования адекватного представления о себе и окружающем мире. Наше исследование профильных 7-х классов показало, что дети ориентировались не только на успеваемость по учебным предметам, но и на свои личностные качества. Личностные качества, которые будут необходимы в будущей профессии, послужили основой для выбора учениками и их родителями гуманитарного направления. Дети, имевшие склонность к точным наукам и соответствующие способности - «Математики», ориентировались на школьную успеваемость (они были самыми успешными по всем предметам).

Совершая выбор, дети также учитывали собственные коммуникативные способности, что представляет собой один из обобщенных критериев на первоначальном этапе выбора профиля будущей специальности. При таком подходе можно рассматривать два типа профессий: 1) ориентированные на взаимодействие с другими людьми (в зависимости от особенностей общения); 2) ориентированные на работу с абстракциями и предметами. Согласно данным нашего исследования, у детей (7-классников) гуманитарного профиля выявлено предпочтение профессий первого типа – взаимодействие с людьми по ходу работы, а у детей математического профиля – второго типа профессий, где в процессе реализации деятельности не предполагается активного общения. Таким образом, гуманитарии при выборе профиля будущей специальности в большей степени учитывали свои личностные особенности, а математики, скорее всего, - достижения в учебе.

Следовательно, профилизация в 7-х классах общеобразовательной школы, с одной стороны, предоставляет возможность родителям и подросткам пробу выбора и возможность осознания своих способностей в избранном направлении, а с другой – ограничивает возможности в будущем профессиональном выборе.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-14177.*

## DIGITALISATION AND PROFILING IN TODAY'S EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Zhambeeva Zarema Z.

Federal State Budgetary Scientific Institution "Psychological Institute of Russian Academy of Education"; Moscow, Russia; [zarema-z@mail.ru](mailto:zarema-z@mail.ru)

Since the new millennium, the world has been changing more and more rapidly. The world has become digital, and this entails formats of life, work and educational activities that have not been previously learned. Education digitalisation within the federal project is one of the main directions of a modern school development. This requirement is connected with the digital economy growth and corresponding changes in demand and structures of professions. Researchers anticipate that some professions will inevitably disappear, others will appear, and this process will be quite dynamic. This direction of society development leads to the necessity to prepare the younger generation for variability, capacity and ability to change one professional activity or sphere for another. Consequently, profiling, which means primary vocational guidance in schools and is a component of the learning process, must be in line with the current trends. At present, the educational environment is focusing on early profiling, which narrows down the range of subjects studied. There is a contradiction in it: on the one hand, global changes in the world require a person to be prepared to integrate their activities into the surrounding wide context, on the other hand, narrow training in the secondary school does not ensure the development of this ability.

Profiling and the further choice of profession are connected with processes of self-understanding, formation of the adequate perception of oneself and the surrounding world. Our study of the 7th profiled grades showed that children focused not only on their academic performance but also on their personal qualities. Personal qualities, which will be required in the future profession, became a basis for students and their parents to choose a humanitarian area. Children with a penchant for the exact sciences and related abilities, the so-called 'Mathematicians', focused on school performance (they were the most successful in all subjects).

In making the choice, children also took into account their own communication abilities, which is one of the generalised criteria at the initial stage of choosing the profile of the future profession. Two types of professions can be considered in this scenario: 1) those focused on interaction with other people (depending on communication peculiarities); 2) those focused on work with abstractions and subjects. According to our research, children (the seventh-graders) of the humanitarian profile preferred the first type of professions (interaction with people in the work process), while children of mathematical profile chose the second type of professions (no active communication in the work process). Thus, when choosing a profile for a future profession, the students of the humanitarian profile took into account their personal peculiarities to a greater extent, while the "mathematicians" most likely took into account their academic achievements.

Therefore, profiling in the 7th grade of a general education school, on the one hand, provides parents and teenagers with an opportunity to make a choice and to realise their abilities in the chosen direction, and, on the other hand, it limits students' opportunities for the future professional choice.

*The reported study was funded by RFBR, project number 19-29-14177.*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПАЙКОВОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПАМЯТИ НЕЙРОБОТА

Жаринов А.И., Лобов С.А.

ННГУ им. Н.И.Лобачевского, Нижний Новгород, Россия, zharinov@neuro.nnov.ru

<https://doi.org/10.29003/m1043.sudak.ns2020-16/200>

Пространственная память играет важную роль в жизни животных и человека, обеспечивая способность к навигации и взаимодействию с внешним миром. В спайковых нейронных сетях нейроны способны осуществлять импульсное кодирование, что делает их более биологически релевантными, чем нейронные сети предыдущих поколений [1]. В модели спайковой нейронной сети с STDP пластичностью продемонстрирована возможность кодирования (записи) информации с помощью внешней стимуляции. Показано, что STDP-опосредованные перестройки способны кодировать локализацию наносимой стимуляции [2]. В связи с этим представляется актуальным создание модели пространственной памяти нейробота с использованием спайковой нейронной сети.

Целью данной работы являлось создание модели, способной продемонстрировать не только процесс кодирования (запоминания) информации извне, но и декодирование полученных данных для формирования карты представления об окружающем пространстве и избегания нейроботом опасных зон. Работа проводилась в программе моделирования нейронных сетей Neuronet. Кодирование информации осуществлялось путем внешней стимуляции области нейронной сети, в рецептивном поле которой находился робот. Для обработки и запоминания информации о среде применялось отображение весов связей и путей прохождения импульсов в виде векторов (связности и активности соответственно). Пространство нейронной сети разбивалось на отдельные зоны, каждая из которых соответствовала участку исследуемой территории и при этом имела собственный вектор связности и активности. В результате было получено векторное поле связности (отображает веса связей) и активности (отображает пути прохождения импульсов).

Полученное векторное поле интерпретировалось, как карта пространства, в котором может перемещаться нейробот. Далее робот помещался в среду, имеющую зону, имитирующую отрицательное воздействие. После первичного процесса исследования территории (сбор информации о среде) робот начинал избегать данную область (обучение и запоминание). После некоторого времени избегания отрицательной зоны робот вновь возвращался в неё (забывание), однако в случае поступления отрицательных сигналов в зоне ему требовалось уже меньше времени, чтобы вновь обучиться.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (РФФИ) в рамках проекта 20-01-00368 А.*

[1] Arnab R., Schaffer J. D., Laramée C. B. Evolving spike neural network sensors to characterize the alcoholic brain using visually evoked response potential // *Procedia Comput. Science*. 2013. V.20. P. 27-32.

[2] Лобов С.А. Обобщенная память спайковой нейронной сети с STDP пластичностью // *Математическая биология и биоинформатика* 2019. Т. 14. № 2. С. 649–664.

## USING A SPIKE NEURAL NETWORK FOR MODELING SPACE MEMORY OF A NEUROBOT

Zharinov Alexey I., Lobov Sergey A.

Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Russia, zharinov@neuro.nnov.ru

Spatial memory plays an important role in the life of animals and humans, providing the ability to navigate and interact with the outside world. Neurons are capable of performing pulse encoding in spiking neural networks (SNN). This makes SNN more biologically relevant than neural networks of previous generations [1]. A spiking neural network model with STDP was previously introduced. The possibility of encoding (recording) information with using external stimulation was demonstrated. The model showed STDP-mediated reconstruction and was able to encode the localization of applied stimulation [2]. Studies have created good prerequisites for creating a spatial memory model based on SNN. The purpose of this work was to create a model to demonstrate the coding, decoding, processing of information about the external environment for create spatial memory.

We used software "NeuroNet" to simulate activity of spiking neural networks. We used external stimulation of the neural network region to encode information. In addition, weights of couplings of neurons and spike pathways were used for processing and saving information about the environment (connectivity vector and activity vector). The space of the neural network was divided into separate zones, each of which corresponded to the area of the explored arena. Each zone had own vector of connectivity and activity. As a result, we gained a vector field of connectivity (show the weights of coupling) and activity (show the pathways of spikes).

We interpreted this vector field as a map of the space where neurobot can move. Next, we placed a neurobot in an environment with a negative zone. The robot began to avoid danger area (learning and memorization) after the initial exploring of arena (collection of information about the environment). The neurobot could return to the danger zone after some time (forgetting). However, it remembered the negative place faster than the first attempt.

Thus, we have demonstrated the possibility of implementing key processes of memory formation in a spike neural network.

*This research was funded by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) according to the Research Project No. 20-01-00368 A.A.*

[1] Arnab R., Schaffer J. D., Laramée C. B. Evolving spike neural network sensors to characterize the alcoholic brain using visually evoked response potential // *Procedia Comput. Science*. 2013. V.20. P. 27-32.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСОСОМ ИЗ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТРОМАЛЬНЫХ КЛЕТОК НА ПАМЯТЬ У ЖИВОТНЫХ С МОДЕЛЬЮ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА.

Жданова Д.Ю.<sup>1</sup>, Полтавцева Р.А.<sup>2</sup>, Бобкова Н.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт биофизики клетки российской академии наук - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки "Федеральный исследовательский центр "Пушкинский научный центр биологических исследований Российской академии наук", г. Пушкино, Россия; [ddzhdanova@mail.ru](mailto:ddzhdanova@mail.ru)

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия; [rimpol@mail.ru](mailto:rimpol@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1044.sudak.ns2020-16/201-202>

Болезнь Альцгеймера (БА) представляет собой нейродегенеративное заболевание, которое в подавляющем большинстве случаев наблюдается у людей пожилого возраста и характеризуется прогрессирующим ухудшением когнитивных функций. В настоящее время БА является одной из основных глобальных проблем здравоохранения, и на сегодняшний день этим тяжелым недугом уже страдает около 24 миллионов человек. По прогнозам ВОЗ число заболевших к 2050 году увеличится в четыре раза [1]. Несмотря на многочисленные исследования, до сих пор не найден способ эффективного лечения БА, поэтому поиск новых потенциальных средств терапии данного заболевания имеет огромное значение.

С каждым годом растет интерес исследователей к изучению свойств и возможностей применения для лечения различных заболеваний внеклеточных везикул и, в частности, экзосом, полученных из мезенхимальных стволовых клеток, изолированных из различных тканей человека, которые, благодаря своим мощным противовоспалительным и нейропротекторным свойствам, являются перспективными биологическими препаратами для лечения неврологических и нейродегенеративных болезней. Одним из важных вопросов, связанных с внедрением внеклеточных везикул в медицинскую практику, является способ их доставки к терапевтическим мишеням. Использование интраназального введения, являясь неинвазивной процедурой, позволяет быстро доставить их в различные структуры головного мозга [2], в том числе и в ответственные за обучение и память.

В нашей работе мы впервые провели анализ эффективности интраназального введения экзосом, выделенных из мезенхимальных стромальных клеток (МСК) Вартонова студня пупочного канатика человека, на память у ольфакторно бульбоэктомированных (ОБЭ) мышей, представляющих модель спорадической формы БА [3]. Установлено улучшение памяти и способности к пространственному обучению у ОБЭ животных с интраназальным введением суспензии экзосом по сравнению с контрольной группой, которой вводился растворитель. *Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-315-90047.*

1. Yin Q. et al. Targeting Exosomes as a New Biomarker and Therapeutic Approach for Alzheimer's Disease //Clinical Interventions in Aging. – 2020. – Т. 15. – С. 195.

2. Kodali M. et al. Intranasally Administered Human MSC-Derived Extracellular Vesicles Pervasively Incorporate into Neurons and Microglia in both Intact and Status Epilepticus Injured Forebrain //International Journal of Molecular Sciences. – 2020. – Т. 21. – №. 1. – С. 181.

3. Аветисян А. В. и др. Функциональное нарушение митохондрий неокортекса и гиппокампа у мышей с бульбоэктомией-модели болезни Альцгеймера //Биохимия. – 2016. – Т. 81. – №. 6. – С. 802-812.

## EFFECT OF EXOSOMES FROM MESENCHYMAL STROMAL CELLS ON MEMORY OF ANIMALS WITH A MODEL OF ALZHEIMER'S DISEASE.

Zhdanova Daria Yu.<sup>1</sup>, Poltavtseva Rimma A.<sup>2</sup>, Bobkova Natalia V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Cell Biophysics, Russian Academy of Sciences - a separate unit of the Federal State Budgetary Institution of Science "Federal Research Center" Pushchino Scientific Center for

Biological Research of the Russian Academy of Sciences", Pushchino, Russia; [ddzhdanova@mail.ru](mailto:ddzhdanova@mail.ru)

<sup>2</sup> Federal State Budget Institution «National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V.I.Kulakov» Ministry of healthcare of the Russian federation, Moscow, Russia; [rimpol@mail.ru](mailto:rimpol@mail.ru)

Alzheimer's disease (AD) is a neurodegenerative disease, which in the vast majority of cases is observed in the elderly people and is characterized by a progressive deterioration in cognitive function. Currently, AD is one of the main global health problems, and today about 24 millions people are already suffering from this serious disease. According to forecasts of World Health Organization, the number of cases will increase four times by 2050 [1]. Despite numerous studies, a method for effective treatment of AD has not yet been found; therefore, the search for new potential therapies for this disease is of great importance.

Every year, interest of researchers is growing to study the properties and possibilities of extracellular vesicles to treat various diseases and, in particular, exosomes, isolated from mesenchymal stem cells of various human tissues. Due to powerful anti-inflammatory and neuroprotective properties, exosomes are promising biological drugs for the treatment of neurological and neurodegenerative diseases. One of the important issues associated with the introduction of extracellular vesicles in medical practice is the method of their delivery to therapeutic targets. Intranasal administration, being a non-invasive procedure, allows quickly delivering them to various brain structures [2], in particular those responsible for learning and memory.

In our work, for the first time we have analyzed the effectiveness of intranasal administration of exosomes isolated from mesenchymal stromal cells (MSCs) of the Warton jelly of human umbilical cord, on memory in olfactory bulbectomized (OBE) mice, that are the model of sporadic AD [3]. The improvement of memory and spatial learning in OBE animals with intranasal administration of exosome suspension was revealed in comparison with the control group animals which was injected with the solvent.



*Acknowledgments: The reported study was funded by RFBR, project number 19-315-90047.*

1. Yin Q. et al. Targeting Exosomes as a New Biomarker and Therapeutic Approach for Alzheimer's Disease // *Clinical Interventions in Aging*. - 2020. - V. 15. - P. 195.
2. Kodali M. et al. Intranasally Administered Human MSC-Derived Extracellular Vesicles Pervasively Incorporate into Neurons and Microglia in both Intact and Status Epilepticus Injured Forebrain // *International Journal of Molecular Sciences*. - 2020. - V. 21. - №. 1. - P. 181.
3. Avetisyan A. V. et al. Functional disruption of the mitochondria of the neocortex and hippocampus in mice with a bulbectomy model of Alzheimer's disease // *Biochemistry*. - 2016. - V. 81. - №. 6. - P. 802-812.

## **РАННЕЕ ОПОЗНАНИЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКИ ЭКСПОНИРУЕМЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

**Жегалло А.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт психологии Российской академии наук, Москва, Россия, [zhegs@mail.ru](mailto:zhegs@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1045.sudak.ns2020-16/202>

В общем случае зрительное опознание объекта начинается с его обнаружения и выполнения целенаправленной саккады. В результате объект локализуется в центральной части зрительного поля. Данное исследование является продолжением ранее выполнявшихся исследований (Барабаншиков, Жегалло, 2013; Жегалло, 2018; Жегалло, 2019), посвященных изучению различий в латентности саккад в направлении периферически экспонируемого изображения для разных классов изображений.

Экспериментальная процедура реализуется следующим образом: наблюдатель непрерывно на протяжении 1 сек. фиксирует центральный крест (направление зора контролируется айтрекером), после чего на периферии экрана с угловым смещением 10° влево, вправо, вверх или вниз экспонируется целевое изображение (время экспозиции 200 мс), угловые размеры 5° x 7°. От наблюдателя требуется опознать изображение и далее выбрать правильный вариант изображения из 7 предлагаемых. Анализируется доля правильных ответов и латентность саккады в направлении предъявляемого изображения.

Выполнено сравнение результатов трех экспериментальных серий: нормально ориентированные изображения эмоциональных экспрессий лица (68 человек); перевернутые на 180° изображения эмоциональных экспрессий (30 человек); изображения комплексных геометрических объектов (28 человек). Медианные латентности саккад составляют соответственно: 144 мс (IQR = 126 мс – 160 мс); 160 мс (IQR = 146 мс – 178 мс); 178 мс (IQR = 164 мс – 194 мс). Точность решения: 0.57, 0.53, 0.43. Все различия – статистически значимые ( $p < 0.001$ ).

Таким образом, проведенные эксперименты косвенно указывают на наличие специализированных ранних механизмов зрительной обработки информации, выполняющих предварительную категоризацию объектов. Для социально значимых объектов (нормально ориентированное лицо человека) данные механизмы обладают наибольшей эффективностью. Дальнейшее расширение типологии стимульного материала (высокочастотная и низкочастотная фильтрация) позволит выделить характеристики лица, определяющие возможность его раннего опознания.

*Работа выполнена при финансировании Министерства науки и высшего образования РФ, тема № 0159-2020-0009 (Многомерность познавательных процессов в общении).*

## **EARLY IDENTIFICATION OF PERIPHERALLY EXPOSED IMAGES**

**Zhegallo Alexander V.**

Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, [zhegs@mail.ru](mailto:zhegs@mail.ru)

In the general case, visual recognition of an object begins with its discovery and the implementation of a targeted saccade. As a result, the object is localized in the central part of the visual field. This study is a continuation of previously performed studies (Barabanshikov, Zhegallo, 2013; Zhegallo, 2018; Zhegallo, 2019), aimed at studying the differences in saccade latency in the direction of a peripherally exposed image for different classes of images.

The experimental procedure is implemented as follows: the observer continuously fixes the central cross for 1 sec (the direction of the gaze is controlled by an IT tracker), after which the target image (exposure time 200 ms), angular dimensions 5° x 7° are exposed on the periphery of the screen with an angular shift of 10° to the left, right, up or down. The observer is required to identify the image and then choose the correct answer from the 7 offered images. The proportion of correct answers and the latency of the saccade in the direction of the presented image are analyzed.

Three experimental series have been completed: normally oriented images of emotional facial expressions (68 people); inverted (180° rotation) images of emotional expressions (30 people); images of complex geometric objects (28 people). The median latencies of saccades are respectively: 144 ms (IQR = 126 ms - 160 ms); 160 ms (IQR = 146 ms - 178 ms); 178 ms (IQR = 164 ms - 194 ms). The accuracy of the solution: 0.57, 0.53, 0.43. All differences are statistically significant ( $p < 0.001$ ).

Thus, the conducted experiments indirectly indicate the presence of specialized early mechanisms of visual processing of information that perform preliminary categorization of objects. For socially significant objects (normally oriented human face), these mechanisms are most effective. Further expansion of the typology of stimulus material (high-frequency and low-frequency filtering) will highlight the characteristics of the face that determine the possibility of its early recognition.

*This work was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, topic No. 0159-2020-0009 (Multidimensionality of cognitive processes in communication).*

### АНТИСТРЕССОВЫЕ СВОЙСТВА РЕСВЕРАТРОЛА

Жигачева И.В., Крикунова Н.И.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук, Москва, Россия, e-mail: [zhigacheva@mail.ru](mailto:zhigacheva@mail.ru)

Исследована биологическая активность природного полифенола - ресвератрола (РВ) (транс-3,4,5-тригидроксистилбена). Препарат в модельной системе «старения» митохондрий (инкубация митохондрий в гипотонической солевой среде) в диапазоне концентраций  $10^{-5}$ - $10^{-14}$ М предотвращал активацию ПОЛ в мембранах митохондрий печени крыс, что, вероятно, свидетельствовало о наличии у РВ антистрессовых свойств. Проверку наличия этих свойств у РВ проводили используя модель острой гипобарической гипоксии (ОГГ). ОГГ сопровождалась 1,5-3-кратным увеличением интенсивности флуоресценции продуктов ПОЛ в мембранах митохондрий печени крыс. Активация ПОЛ вызывала изменения в содержании жирных кислот (ЖК), с 18 и 20 углеродными атомами. Так индекс ненасыщенности  $C_{18}$  ЖК снижался на 15%. При этом содержание 18:2 $\omega$ 6 уменьшалось на 8%, а содержание 18:1 $\omega$ 7- на 28%. Происходили изменения и в содержании  $C_{20}$  ЖК. Так содержание 22:5 $\omega$ 3 и 22:4 $\omega$ 6 снизилось на 28%. Учитывая, что эйкозаноиды являются сигнальными молекулами и имеют широкий спектр биологических функций снижение содержания этих ЖК, возможно, также как и снижение содержания линолевой кислоты - одной из основных жирных кислот, входящих в состав кардиолипина, который обеспечивает эффективную работу дыхательной цепи митохондрий, вероятно, влияло на устойчивость организма к стрессовым воздействиям.

Введение животным  $2 \times 10^{-5}$ М раствора РВ в течение 5 дней предотвращало активацию ПОЛ и изменения в жирнокислотном составе общей липидной фракции мембран митохондрий печени. При этом в 2,0-2,5 раза увеличивалась продолжительность жизни и на 10-15% повышала выживаемость мышей в условиях различных видов гипоксии.

Препарат, предотвращая пероксидацию фосфолипидов, главным образом кардиолипина, по-видимому, обеспечивал поддержание энергетического метаболизма клеток и таким образом, вероятно, повышал устойчивость организма к действию стрессоров. Этому также способствовало сохранение пула эйкозаноидов в мембранах митохондрий.

### ANTI-STRESS PROPERTIES OF RESVERATROL

Zhigacheva I. V., Krikunova N. I.

Emanuel Institute of Biochemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; e-mail: [zhigacheva@mail.ru](mailto:zhigacheva@mail.ru)

The biological activity of natural polyphenol - resveratrol (RV) (trans-3, 4, 5-trihydroxystilbene) was studied. The drug in the model system of "aging" of mitochondria (incubation of mitochondria in hypotonic salt medium) in the range of concentrations  $10^{-5}$ - $10^{-14}$ M prevented activation of POL in the membranes of mitochondria of the rat liver, which probably indicated the presence of anti-stress properties in RV. The presence of these properties in RV was tested using the model of acute hypobaric hypoxia (AHN). AHN was accompanied by a 1.5–3-fold increase in the fluorescence intensity of lipid peroxidation products in rat liver mitochondria membranes. LPO activation caused changes in the content of fatty acids (FA), with 18 and 20 carbon atoms. So, the  $C_{18}$  FA unsaturation index decreased by 15%. The content of 18: 2 $\omega$ 6 decreased by 8%, and the content of 18: 1 $\omega$ 7- by 28%. There were changes in the content of  $C_{20}$  FA. So the content of 22: 5 $\omega$ 3 and 22: 4 $\omega$ 6 decreased by 28%. Given that eicosanoids are signaling molecules and have a wide range of biological functions, a decrease in the content of these LC, perhaps, as well as a decrease in the content of linoleic acid - one of the main fatty acids that make up cardiolipin, which provides effective work of the respiratory chain of mitochondria, probably influenced the body's resistance to stress.

Injection of  $2 \times 10^{-5}$ M RV solution to animals for 5 days prevented activation of LPO and changes in the fatty acid composition of the total lipid fraction of liver mitochondrial membranes. At the same time, life expectancy increased by 2.0-2.5 times and the survival rate of mice in conditions of various types of hypoxia increased by 10-15%.

The drug, by preventing peroxidation of phospholipids, mainly cardiolipin, appears to have maintained the energy metabolism of cells and thus probably increased the body's resistance to stressors. This was also facilitated by the preservation of a pool of eicosanoids in mitochondrial membranes.

### АНАЛИЗ АКСОННОГО ТРАНСПОРТА НА МОДЕЛИ НЕЙРОСПАСТИЧЕКОЙ ПАРАПЛЕГИИ (ТИП SPG39)

DR. MELANOGASTER

Жмуйдина Д.Р.<sup>1,2</sup>, Рябова Е.В.<sup>2</sup>, Сурина Н.В.<sup>1,2</sup>, Саранцева С.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» ФГБУ Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова, г. Гатчина, Ленинградская область, Россия; [dasha-zhmujdina@yandex.ru](mailto:dasha-zhmujdina@yandex.ru)

Нарушения развития нервных клеток или дегенерация уже зрелых нейронов лежат в основе многих нейродегенеративных заболеваний, включая наследственную спастическую параплегию (НСП). Данная патология характеризуется спастичностью мышц и прогрессирующей слабостью верхних или нижних конечностей. Существует более 70 видов НСП с различными патофизиологическими процессами, в число которых входят нарушения синаптической передачи, липидного обмена, митохондриальная дисфункция, обусловленная окислительным стрессом, а также дефекты внутриклеточного транспорта (аксонного транспорта, АТ), которые могут возникать, например, из-за нарушений моторных белков или строения цитоскелета. НСП типа SPG39 опосредована мутацией в гене нейротоксичной эстеразы (NTE), который, в свою очередь, вовлечён в развитие синдрома отложенной нейропатии, вызванной отравлениями фосфорорганическими соединениями (*organophosphorus compound-induced delayed neuropathy, OPIDN*). На сегодняшний день известны и другие мутации в гене NTE, приводящие к нейродегенерации, среди которых

синдромы Boucher-Neuhauser, Gordon Holmes, Oliver-McFarlane и Laurence-Moon. Ортологом *NTE* у *Drosophila* является ген *swiss cheese* (*sws*). Показано, что у мутантов *sws* наблюдаются многослойные мембранные структуры глиальных клеток вокруг тел нейронов и аксонов, также происходит гибель нервных клеток путем апоптоза. *SWS* имеет консервативный эстеразный домен, осуществляющий гидролиз фосфатидилхолина. Интересно что, эстеразные домены *SWS* дрозофилы и *NTE* человека имеют высокий процент гомологии.

Ранее мы показали нарушения целостности цитоскелета и уменьшение числа митохондриальных кластеров в моторных нейронах личинки *Drosophila*, что могло быть связано с нарушениями АТ. Митохондрии выполняют важные для нейрона функции, среди которых аэробная продукция АТФ, регулирование уровня кальция и окислительно-восстановительного гомеостаза. Нарушение их транспорта по аксону может приводить к патологии данных процессов и, как следствие, к гибели целой клетки. На сегодняшний день роль динамики митохондрий в аксональных дефектах при НСП остается малоизученной, в частности для формы SPG39. Поэтому для более полного понимания участия *NTE* в развитии нейродегенерации при НСП был проведен *in vivo* анализ АТ в мотонейронах крыла имаго *Drosophila* путем сравнения средних скоростей перемещения митохондрий. В работе были использованы трансгенные линии с гиперэкспрессией *NTE* человека и с подавлением экспрессии *sws* в нейронах.

Работа поддержана грантом РФФИ № 18-34-00982.

#### ANALYSIS OF AXON TRANSPORT ON THE SPASTIC PARAPLEGY MODEL (TYPE SPG39) DR. MELANOGASTER

Zhmujdina Darya <sup>1,2</sup>, Ryabova E.V. <sup>2</sup>, Surina N.V. <sup>1,2</sup>, Sarantseva S.V. <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University;

<sup>2</sup>Petersburg Nuclear Physics Institute Named by B.P. Konstantinov of National Research center "Kurchatov Institute", Gatchina, Leningrad region, Russia; [dasha-zhmujdina@yandex.ru](mailto:dasha-zhmujdina@yandex.ru)

Development disruptions of nerve cells or mature neurons degeneration underlie many neurodegenerative diseases, including Hereditary Spastic Paraplegia (HSP). This pathology is characterized by muscle spasticity and progressive the upper or lower extremities weakness. There are more 70 types of HSP with different pathophysiological processes, including disorders of synaptic transmission, lipid metabolism, mitochondrial dysfunction due to oxidative stress, as well as defects in intracellular transport (axonal transport, AT), which can occur, for example, due to violations motor proteins or cytoskeleton structure. SPG39 is caused to the mutation in the gene *neuropathy target esterase* (*NTE*). This gene is associated with neuropathy syndrome (organophosphorus compound-induced delayed neuropathy, OPIDN). Mutations of *NTE* gene cause a number of neurodegenerative syndromes, including Boucher-Neuhauser, Gordon Holmes, Oliver-McFarlane and Laurence-Moon syndromes. Mutations in the *Drosophila NTE* homolog *swiss cheese* (*sws*) cause early-onset, progressive behavioral defects and neurodegeneration characterized by vacuole formation. *SWS* has a conserved esterase domain hydrolyzing phosphocholine. *Sws Drosophila* and *NTE* human is homology.

We showed damage to the cytoskeleton and decrease of the number mitochondrial clusters in the motor neurons of *Drosophila* larva, which could be associated with violations of the AT. Mitochondria perform important functions for neuron, among them ATP production, regulation of calcium levels and redox homeostasis. Violation of their transport can lead to the pathology of these processes and, as a result, to cell death. To date, the role of mitochondrial dynamics in the HSP remains unexplored. To understand involvement of *NTE* gene in the neurodegeneration development in HSP, we analysis AT motor neurons of *Drosophila* wing. Was carried out compare the average velocities of mitochondrial movement. We used transgenic lines with overexpression of human *NTE* and with suppression of *sws* expression in neurons.

This work was supported by RFBR grant № 18-34-00982.

#### ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ИСКУССТВЕННАЯ ЖИЗНЬ: ФИЛОСОФСКИЙ АНАЛИЗ БИОФИЗИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Жульева Н.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова", Москва, Россия, [nina\\_rossia\\_mir@list.ru](mailto:nina_rossia_mir@list.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1046.sudak.ns2020-16/204-205>

Все созданные на данный момент технические и информационные устройства, названные «искусственным интеллектом» или «искусственной жизнью», являются только хорошими или плохими имитациями интеллекта и жизни, но идея создания искусственного интеллекта продолжает оставаться в силе. Она имеет, однако, целый ряд биофизических ограничений.

Современная биофизика определяет живое как «системную совокупность физических принципов, реализуемых химическим инструментарием и проявляющуюся в единстве биологических структур и функций, способных к устойчивой эволюции». На основании этого биофизика утверждает, что только живой организм и является в собственном смысле машиной, ибо только он способен на создание действительно полезной работы, и именно это можно назвать самоорганизующейся системой. То же, что мы привыкли называть машиной, является автоматом, который не создает энергию, а только перерабатывает поданную энергию в другую ее форму. Автомат не является самоорганизующейся системой, где за счет ассиметрии и иерархии происходит создание новой энергии и полезной работы. Это первое биофизическое ограничение. Имитации искусственного интеллекта и искусственной жизни остаются автоматами, не являясь самоорганизующимися системами.

Второе биофизическое ограничение заключается в том, что раз живой организм работает как единое целое, управляемое законами самоорганизации, это обязательно предполагает иерархичность: различие в нем управляющего и управляемого элементов. Эта управляющая система, развитая до определенного



уровня, и называется интеллектом. Следовательно, интеллект не может существовать без того, чем ему управлять, т.е. без жизни, без того целого, где он является управляющей частью.

Из этого следует и то, что интеллект не сводится к передаче и обработке информации как данных. Интеллект более материален, как материальна передаваемая информация. Интеллект жестко связан с теми процессами в живом организме, которыми он управляет. Материальность интеллекта – третье биофизическое ограничение.

Таким образом, создать искусственный интеллект и искусственную жизнь так же, как создали паровую машину и компьютер, невозможно. Любая имитация сохраняет признаки автомата, она не является самоорганизующейся системой, она скорее является частью человека как самоорганизующейся системы. Нам же нужно научиться создавать целую систему, ибо интеллект нельзя создать вне «живой машины».

### ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ARTIFICIAL LIFE: A PHILOSOPHICAL ANALYSIS OF BIOPHYSICAL CONSTRAINTS

Zhuleva Nina V.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education M.V. Lomonosov Moscow State University,  
Moscow, Russia, [nina\\_rossia\\_mir@list.ru](mailto:nina_rossia_mir@list.ru)

All created technical and information devices at the moment called "artificial intelligence" or "artificial life" are only good or bad imitations of intelligence and life. But the idea of creating of artificial intelligence continues to be in effect. However, it has a number of biophysical limitations.

Modern Biophysics defines life as "a systematic set of physical principles implemented by chemical tools and manifested in the unity of biological structures and functions capable of sustainable evolution". On the basis of this, Biophysics claims that only a living organism is a machine in the right sense. Because only a living organism is capable of creating really useful work, and, so, can be called a self-organizing system. A thing, which are accustomed to call a machine, is an automat that does not create energy, but only transforms the input energy into another form. The automat is not a self-organizing system, which new energy and useful work is created by asymmetry and hierarchy. This is the first biophysical limitation. Imitations of artificial intelligence and artificial life remain automata, are not self-organizing systems.

The second biophysical limitation is this. If a living organism works as a whole, governed by the laws of self-organization, so this necessarily implies hierarchy: the difference in it of the controlling and controlled elements. This control element, developed to a certain level, is called intelligence. Therefore, the intellect cannot exist without controlled elements, i.e. without whole life.

It also follows that intelligence is not limited to transmitting and processing information as data. Intelligence is more material, just as the transmitted information is more material. Intelligence is rigidly linked to the processes in a living organism that it controls. The materiality of intelligence is the third biophysical limitation.

Thus, it is impossible to create artificial intelligence and artificial life in the same way that a steam engine and a computer were created. Any imitation retains the characteristics of an automat. Any imitation is not a self-organizing system, it is rather a part of human as a self-organizing system. We also need to learn how to create a whole system, because intelligence can not be created outside of the "living machine".

### РЕАКТИВНОСТЬ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ПОДРОСТКОВ 15-16 ЛЕТ ПРИ КРАТКОСРОЧНОМ БИОУПРАВЛЕНИИ ОБЩЕЙ МОЩНОСТЬЮ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ, ВЫПОЛНЕННОЙ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

<sup>1,2</sup>Заборский О.С., <sup>1</sup>Поскотинова Л.В., <sup>1</sup>Кривоногова О.В., <sup>2</sup>Ворошилов А.В.

<sup>1</sup>ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН, <sup>2</sup>МОУ  
муниципального образования «Город Архангельск» «Средняя школа №20», г. Архангельск, Россия,  
[vodnic.number27@yandex.ru](mailto:vodnic.number27@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1047.sudak.ns2020-16/205-206>

Целью работы являлось определение показателей сердечно-сосудистой системы у подростков 15-16 лет при биоуправлении общей мощностью вариабельности сердечного ритма (ВСР) после физической нагрузки в условиях низких температур. В исследовании (январь-февраль 2020 г) приняли участие здоровые школьники 9 класса (возраст 15-16 лет, мальчики) - группа контроля (n=12), без биоуправления после нагрузки; группа БОС-тренинга (n=15) - БОС-тренинг с увеличением общей мощности ВСР ТР (total power, мс<sup>2</sup>). Экспозиция на холоде (2-10 градусов ниже 0°C) школьников в верхней спортивной одежде составила 5-7 минут, включая 1-1,5 минуту легкого бега и выполнение прыжка в длину с места втроекратно со стремлением достичь максимальной результативности прыжка. Исходные показатели, результативность прыжков и реактивность показателей на нагрузку были статистически идентичными в группах. После нагрузки у лиц, выполнивших БОС-тренинг, показатель ТР был значимо выше, чем у лиц контрольной группы (p=0,037). При этом показатель ТР был статистически равен таковому до физической нагрузки (p>0,05), в то время как у лиц группы контроля общая мощность ВСР оказалась ниже в сравнении с исходным значением (p=0,003). Частота сердечных сокращений (ЧСС) в группе БОС была значимо выше в сравнении как с исходным значением (p=0,002), так и с группой контроля (p=0,037). В группе контроля показатели ЧСС на всех этапах оставались статистически одинаковыми, что отражает механизмы эффективной барорефлекторной реакции (снижения ЧСС после кратковременной тахикардии) в ответ на повышение артериального давления при нагрузке. Можно полагать, что после нахождения в холоде метаболическая потребность организма подростка такова, что спонтанное дыхание способствует более эффективной реализации барорефлекса, чем столь краткосрочный сеанс биоуправления, требующий определенных усилий от нетренированного человека и подростка с неустойчивой вегетативной нервной системой. Таким образом, у подростков 15-16 лет краткосрочное биоуправление после физической нагрузки на холоде с целью повышения общей мощности вариабельности сердечного ритма способствует усилению



вагусных влияний на ритм сердца, однако требует более продолжительного предварительного обучения БОС-тренингу и более продолжительного сеанса БОС-тренинга после нагрузки.

*Работа выполнена в рамках темы ФНИР № АААА-А19-119120990083-9.*

### **CARDIOVASCULAR SYSTEM'S REACTIVITY IN 15-16 YEARS ADOLESCENTS DURING THE SHORT-TERM HEART RATE VARIABILITY BIOFEEDBACK TRAINING AFTER PHYSICAL EFFORT IN COLD ENVIRONMENT**

<sup>1,2</sup>Zaborsky Oleg S., <sup>1</sup>Poskotinova Liliia V., <sup>1</sup>Krivosnogova Olga V., <sup>2</sup>Voroshilov Alexander V.

<sup>1</sup>N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, RAS, Arkhangelsk, Russia; <sup>2</sup>Secondary school №20, Arkhangelsk, Russia, e-mail: vodnic.number27@yandex.ru

The aim of the research was to determine the cardiovascular parameters in 15-16 years adolescents during short-term heart rate variability biofeedback (HRV BF) training after physical effort in a cold environment. In the research (January-February 2020) took part healthy schoolboys (age 15-16 years, 9<sup>th</sup> grade) - Control group (n=12), without HRV BF training after effort; HRV BF group (n=15) – HRV BF group (increase in the total power (TP, ms<sup>2</sup>) of the HRV spectrum by biofeedback training). Cold exposure (2-10 degrees below 0°C) of schoolboys in sport outerwear was 5-7 minutes, including 1-1.5 minutes of light jogging and performing a long jump from a place three times with the desire to achieve maximum jump effectiveness. Baseline parameters, jump effectiveness and cardiovascular reactivity on a physical effort were statistically identical in the groups. After physical effort in individuals of HRV BF group TP was significantly higher than in individuals in the Control group (p = 0.037). TP was statistically equal to that before physical effort (p>0.05), while in individuals of the Control group TP was lower compared to the initial value (p=0.003). The heart rate (HR) in the HRV BF group was significantly higher in comparison with both the initial value (p=0.002) in this group and the Control group at same stage (p = 0.037). In the Control group HR remained statistically the same at all stages, which reflects the mechanisms of an effective baroreflex reaction (decrease in heart rate after short-term tachycardia) in response to an increase in blood pressure during exercise. We assume that after being in a cold spontaneous breathing contributes to a more effective implementation of the baroreflex, in contrast to such a short-term HRV BF training, requiring some effort from an untrained young person with an unstable autonomic nervous system. Conclusion. A short-term HRV BF training after physical exertion in the cold environment in order to increase the total power spectrum of heart rate variability in adolescents 15-16 years enhances vagal effects on the heart rhythm, however, it requires longer preliminary training in biofeedback training and a longer session of biofeedback training after physical effort.

*The work was carried out according to the program of N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, RAS, No АААА-А19-119120990083-9.*

### **РЕГУЛЯЦИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У СТУДЕНТОВ С РАЗНЫМ ТИПОМ ТЕМПЕРАМЕНТА**

**Заведеева Н.С., Уварова Ю.Е.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова», Ярославль, Россия; jyli\_91@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m1048.sudak.ns2020-16/206-207>

Изменение ритма сердца – это адаптивная реакция целостного организма на воздействия внешней и внутренней среды, отражающая нейрогуморальные влияния на сердечно-сосудистую систему. Выявление особенностей адаптивных реакций организма у лиц с разными типами высшей нервной деятельности позволяет оценить функциональные возможности организма.

Цель работы состояла в изучении показателей вариабельности сердечного ритма у студенток с разными типами темперамента.

В работе проанализированы данные 70 студенток в возрасте 20-23 лет. Тип темперамента определяли согласно опроснику Айзенка (EPI). Расчет показателей вариабельности сердечного ритма проводили с помощью аппаратно-программного комплекса "Поли-Спектр-8/Е" (ООО «Нейрософт»).

Распределение по типам темперамента в выборке носило следующий характер: 34% студенток относились к холерикам, 26% - меланхоликам, 21% - сангвиникам и 19% - флегматикам. Установлены достоверные различия между холериками и меланхоликами в значениях ряда показателей вариабельности ритма сердца (Манна-Уитни, p<0,05). Общая мощность спектра имела самые высокие значения у девушек-меланхоликов (среднегрупповое значение составило 10850 мс<sup>2</sup>), у холериков показатель был значимо выше (7361 мс<sup>2</sup>), чем у сангвиников (4509 мс<sup>2</sup>). Мощность спектральной плотности в высокочастотном и низкочастотном диапазонах у сангвиников в 1,5-2 раза выше, чем у представительниц других типов высшей нервной деятельности. Наиболее высокие значения индекса LF/HF наблюдались у холериков и сангвиников (1,7 ед.) по сравнению с меланхоликами и флегматиками (1,1 ед.).

Таким образом, установлены статистически значимые различия по показателям вариабельности сердечного ритма между группами с разными типами темперамента. У меланхоликов и флегматиков более выражено влияние парасимпатической нервной системы, а у холериков – симпатической.

### **REGULATION OF HEART RHYTHM IN STUDENTS WITH DIFFERENT TYPE OF TEMPERAMENT**

**Zavedeeva Nadezhda S., Uvarova Yuliya E.**

"P.G. Demidov Yaroslavl State University", Yaroslavl, Russia; [jyli\\_91@mail.ru](mailto:jyli_91@mail.ru)

Changing the heart rhythm is an adaptive reaction of the whole organism to the effects of the external and internal environment, reflecting neurohumoral influences on the cardiovascular system. Identification of the adaptive reactions characteristics in humans with different types of higher nervous activity allow to evaluate the functional capabilities of the body.

The aim of research was to study indicators of heart rate variability in students with different temperament types.

70 female students aged 20-23 years were observed. The type of temperament was determined by Eysenck questionnaire (EPI). The calculation of heart rate variability indicators was performed by cardiograph "Poly-Spectrum-8 / E".

In the sample was found 34% of choleric, 26% - melancholic, 21% - sanguine and 19% - phlegmatic. Significant differences were found between choleric and melancholic in much indicators of heart rate variability (Mann-Whitney,  $p < 0.05$ ). The total spectrum power had the highest values among the melancholic (the average group value was 10850 ms<sup>2</sup>), in choleric patients the indicator was significantly higher (7361 ms<sup>2</sup>) than among sanguine students (4509 ms<sup>2</sup>). The power of spectral density in the high-frequency and low-frequency ranges of sanguine women by 1.5-2 times higher than that of representatives of other types of higher nervous activity. The highest values of the LF / HF index were observed among choleric and sanguine students (1.7) compared with melancholic and phlegmatic patients (1.1).

Thus, statistically significant differences were found in indicators of heart rate variability between groups with different types of temperament. The influence of the parasympathetic nervous system was more pronounced in melancholic and phlegmatic types, sympathetic nervous system - in choleric type.

## **ВЛИЯНИЕ МК-801 И РЕАКТИВАЦИИ НА РЕКОНСОЛИДАЦИЮ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПАМЯТИ КРЫС В 8-КАНАЛЬНОМ РАДИАЛЬНОМ ЛАБИРИНТЕ**

**Зайченко М.И.<sup>1</sup>, Закиров Ф.Х.<sup>1,2</sup>, Груздева В.А.<sup>1</sup>, Маркевич В.А.<sup>1</sup>, Григорьян Г.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Высшей Нервной Деятельности и Нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Россия; [nilski@mail.ru](mailto:nilski@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1049.sudak.ns2020-16/207-208>

**Введение:** исследование механизмов памяти является важным для прикладной и фундаментальной нейронауки. В настоящее время не до конца изученными остаются процессы, лежащие в основе реконсолидации пространственной памяти.

**Цель:** исследовать реконсолидацию пространственной памяти в условиях реактивации, а также с применением антагониста NMDA-рецепторов, МК-801.

**Материалы и методы:** 22 крысы-самца линии Wistar, после предварительного обучения поиска пищи в 8-канальном радиальном лабиринте, были разделены на 4 группы. Первой группе (n=6) внутривенно вводился физиологический раствор, после чего животные подвергались реактивации путем однократного помещения в лабиринт без подкрепления. Второй группе крыс (n=6) вводился МК-801 (0,1 мг/кг), после чего проводилась реактивация. Третьей и четвертой группам животных (n=5) вводились физиологический раствор и МК-801, соответственно, реактивация не проводилась. Затем все крысы в течение 7 дней подвергались реверсивному обучению. После этого животные однократно помещались в лабиринт, подкрепленный по исходной пространственной схеме, для оценки «старой» памяти. Данные обрабатывались с помощью Statistica 10.

**Результаты:** животные с проведенной реактивацией значительно быстрее обходили лабиринт и находили пищу, а также допускали меньше всего ошибок в ходе реверсивного обучения. Введение МК-801 снижало эффективность реверсивного обучения.

**Заключение:** наиболее эффективное обучение новой пространственной схеме происходит после реактивации. МК-801 препятствует реконсолидации пространственной памяти. Можно полагать, что реактивация является важным условием быстрой и эффективной выработки новых поведенческих паттернов.

*Работа выполнена с использованием средств государственного бюджета по госзаданию на 2019-2021 годы (No AAAA-A17-117092040002-6 (руководитель темы П. М. Балабан))*

## **THE EFFECT OF MK-801 AND REACTIVATION ON SPATIAL MEMORY RECONSOLIDATION IN RATS IN 8-ARM RADIAL MAZE**

**Zaichenko Maria I.<sup>1</sup>, Zakirov Felix H.<sup>1,2</sup>, Gruzdeva Valentina A.<sup>1</sup>,  
Markevich Vladimir A.<sup>1</sup>, Grigoryan Grigory A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia; <sup>2</sup>I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia; [nilski@mail.ru](mailto:nilski@mail.ru)

**Introduction:** investigation of memory mechanisms remains important for applied and basic neuroscience. Currently, processes underlying spatial memory reconsolidation are still unclear.

**Aim:** to investigate spatial memory reconsolidation under reactivation and NMDA-antagonist (MK-801) administration.

**Materials and methods:** 22 male Wistar rats were divided into 4 groups after reinforcement learning in 8-arm radial maze. The 1st group rats (n=6) got intraperitoneal injection of saline and were placed into the radial maze without reinforcement to perform reactivation. The 2nd group (n=6) was injected with MK-801 (0.1 mg/kg) and reactivation was performed. The 3rd and 4th groups (n=5) were injected with saline and MK-801, respectively, with no reactivation after. The following 7 days all animals had reverse reinforcement learning. After reverse learning all rats were once placed in the maze with arms reinforced in the previous learning to assess "old" memory. Mistakes of long-term and working memory and the time of reinforcement collection were calculated. The data was analyzed with Statistica 10.

**Results:** animals after reactivation made the least long-term and working memory mistakes and collected reinforcement faster. The administration of MK-801 impaired reverse reinforcement learning.

**Conclusion:** the most efficient spatial learning is performed after reactivation. MK-801 impairs spatial memory reconsolidation. Thus, reactivation may be an important event in creation of new behavioral pattern.

*This work was supported by state budget for 2019-2021 (No AAAA-A17-117092040002-6 (head of the project P. M. Balaban))*

### **ВЛИЯНИЕ БЕТА-АДРЕНОБЛОКАТОРОВ И БЕТА-АДРЕНОМИМЕТИКОВ НА УРОВЕНЬ КОГНИТИВНОЙ ИМПУЛЬСИВНОСТИ КРЫС**

**Зайченко М.И.<sup>1</sup>, Шаркова А.В.<sup>1</sup>, Груздева В.А.<sup>1</sup>, Закиров Ф.Х.<sup>1,2</sup>, Полищук Е.В.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Высшей Нервной Деятельности и Нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Россия; [nilski@mail.ru](mailto:nilski@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1050.sudak.ns2020-16/208>

**Введение:** повышенный уровень импульсивности играет важную роль в симптоматике различных заболеваний. В этих условиях актуальным остается поиск мишеней для фармакотерапии импульсивного поведения.

**Цель:** исследовать влияние бета-адреноблокаторов и бета-адреномиметиков на уровень когнитивной импульсивности крыс.

**Материалы и методы:** 42 крысы-самца линии Wistar обучались выбору подкрепления по методике delay-discounting. По результатам обучения животные были разделены на 3 группы: высоко импульсивные (n=13), низко импульсивные (n=18) и амбивалентные (n=11). Затем всем крысам однократно проводилась интраперитонеальная инъекция каждого из трех препаратов - пропранолол (4 мг/кг), кленбутерол (0.5 мг/кг), сальбутамол (3 мг/кг), с интервалом в 1 неделю. Через 30 минут и 24 часа после введения препарата оценивался уровень когнитивной импульсивности. Количество выборов ценного и скудного подкреплений, число пропусков реакций и длительности латентных периодов реакций анализировались с помощью STATISTICA 10. Различия считались статистически значимыми при  $p < 0.05$ .

**Результаты:** сальбутамол и кленбутерол увеличивали число выборов менее ценного подкрепления у низко импульсивных крыс, число пропусков реакций выбора подкрепления и латентный период реакции нажатия на педаль через 30 минут после введения. Пропранолол снижал число выборов менее ценного подкрепления у высоко импульсивных и низко импульсивных животных через 30 минут после введения.

**Заключение:** агонисты бета-2-адренорецепторов сальбутамол и кленбутерол повышают степень когнитивной импульсивности крыс. Неселективный бета-адреноблокатор пропранолол снижает степень когнитивной импульсивности у крыс.

*Работа выполнена с использованием средств государственного бюджета по госзаданию на 2019-2021 годы (No AAAA-A17-117092040002-6 (руководитель темы П. М. Балабан))*

### **THE EFFECT OF BETA-BLOCKERS AND BETA-MIMETICS ON COGNITIVE IMPULSIVITY LEVEL IN RATS**

**Zaichenko Maria I.<sup>1</sup>, Sharkova Anna V.<sup>1</sup>, Gruzdeva Valentina A.<sup>1</sup>, Zakirov Felix H.<sup>1,2</sup>, Polishuk Ekaterina V.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia; <sup>2</sup>I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia; [nilski@mail.ru](mailto:nilski@mail.ru)

**Introduction:** impulsive behavior plays an important role in psychiatric diseases, such as attention deficit and hyperactivity disorder, antisocial personality disorder, addictions. Since mechanisms underlying impulsivity are unclear, currently there is a lack of opportunities for pharmacotherapy of impulsive behavior. Such condition explains the relevance of search for novel therapeutic targets.

**Aim:** to investigate the effect of beta-blockers and beta-mimetics on cognitive impulsivity levels in rats.

**Materials and methods:** 42 male Wistar rats to choose reinforcement according to delay-discounting task and divided into 3 groups: high impulsive (n=13), low impulsive (n=18), and ambivalent (n=11). Next all the animal got intraperitoneal injection of propranolol (4 mg/kg), clenbuterol (0.5 mg/kg), salbutamol (3 mg/kg), once a week. Cognitive impulsivity levels was assessed 30 minutes and 24 hours after the injection. The number of small reinforcement choices, missed choices, and latent period duration were analyzed by STATISTICA 10. A p-value less than 0.05 was considered statistically significant.

**Results:** salbutamol and clenbuterol increased the number of small reinforcement choices in low impulsive rats, the number of missed choices, and latent period duration 30 minutes after the administration. Propranolol decreased the number of small reinforcement choices in low impulsive and high impulsive rats 30 minutes after the administration.

**Conclusion:** beta-2-agonists salbutamol and clenbuterol increase cognitive impulsivity level in rats. Non-selective beta-blocker propranolol decreases cognitive impulsivity level in rats.

*This work was supported by state budget for 2019-2021 (No AAAA-A17-117092040002-6 (head of the project P. M. Balaban))*

## РОЛЬ СИНЕГО СВЕТОВОГО ДИАПАЗОНА ОСВЕЩЕНИЯ В ПОДДЕРЖАНИИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГЛАЗА.

**Зак П.П.<sup>1</sup>, Донцов А.Е.<sup>1</sup>, Сerezникова Н.Б.<sup>1,5</sup>, Трофимова Н.Н.<sup>1</sup>, Петронюк Ю.С.<sup>1</sup>,  
Храмцова Е.А.<sup>1</sup>, Гурьева Т.С.<sup>2</sup>, Нижник А.Н.<sup>3</sup>, Андрияшина А.С.<sup>4</sup>, Рябцева А.А.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУН Институт биохимической физики им. Эмануэля РАН, <sup>3</sup>ФГБУН ГНЦ Институт медико-биологических проблем РАН, <sup>2</sup>ООО Клиника новых медицинских технологий АрхиМед, <sup>4</sup>ФГБУЗ МО Московский областной научно-исследовательский институт им. Владимирского; <sup>5</sup>ФГАОУ ВО Первый Московский Государственный Медицинский Университет им И.М. Сеченова; Москва, Россия, [pavelzak@mail.ru](mailto:pavelzak@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1051.sudak.ns2020-16/209>

В жизнедеятельности глаз свет синего диапазона (400-470 нм) играет преимущественно фотобиологическую роль. Наиболее исследовано его фотохимическое повреждающее действие на сетчатку, реализуемое через ингибирование митохондриальной цитохром-с-оксидазы и генерации свободных радикалов липофусциновыми гранулами ретинального пигментного эпителия. Хорошо изучены физико-химические системы защиты структур глаза от фотоповреждений, такие как меланин и каротиноиды лютеинового ряда, являющимися одновременно мощными антиоксидантами и сине-блокирующими светофильтрами. Последние года нами получены принципиально новые данные о позитивном активирующем действии низкодозового синего света на митохондриальную и общеклеточную активность ретинального пигментного эпителия [1]. Эти результаты показывают наличие в сетчатке светозависимого адаптационного механизма, компенсирующего негативное фотобиологическое действие повседневного синего света на ее жизнедеятельность. Сейчас основной акцент современных исследований сосредоточен на оценке возможной роли синего светового диапазона в профилактике детской близорукости. В исследованиях на лабораторных животных показано, что в детском возрасте, синее освещение препятствует миопическому удлинению глазного яблока, контролируемого синечувствительной циркадной выработкой мелатонина. В этой связи нами подготовлена и исследуется животная модель детской миопии – цыплята домашнего японского перепела с акустомикроскопическими измерениями оптики глаза и глазного содержания мелатонина при синем и других видах освещения [2]. Наряду с этим, при диагностическом тестировании школьников 12-14 лет нами показано, что в детском возрасте наилучшие показатели пороговой остроты зрения достигаются при светодиодном освещении теплого белого света с преимущественным излучением в зелено-желтой области спектра и минимальном в синей и красной областях [3]. Выполненные нами исследования позволяют осуществлять оценку светогигиеничности источников освещения и режимов освещения.

1. Сerezникова и др.// Клиническая и экспериментальная морфология, 2018, № 4, с.28-33.

2. Зак и др.//Актуальные вопросы биологической физики и химии, 2019, 4, № 2, с. 233-236.

3. Рябцева и др. // Светотехника, 2016, №6, с.26-29.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 15-29-03865 и 17-04-00708*

## THE ROLE OF BLUE LIGHT IN SUPPORT OF EYE VITAL ACTIVITY

**Zak Pavel P.<sup>1</sup>, Dontsov Alexander E.<sup>1</sup>, Serezchnikova Natalia B.<sup>1,5</sup>, Trofimova Natalia N.<sup>1</sup>, Petronyuk Yulia S.<sup>1</sup>,  
Hramtsova Elena A.<sup>1</sup>, Gurieva Tamara S.<sup>2</sup>, Nizhnik Alexander N.<sup>3</sup>, Andryukhina Anna S.<sup>4</sup>, Ryabtseva Alla A.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Emanuel Institute of Biochemical Physics of RAS, <sup>2</sup>Institute of Biomedical Problems of RAS,

<sup>3</sup>New medical technology laboratory "ArhiMed" Ltd, <sup>4</sup>Vladimirsky Moscow Regional Research Clinical Institute,

<sup>5</sup>Sechenov First Moscow State Medical University; Moscow, Russia, [pavelzak@mail.ru](mailto:pavelzak@mail.ru)

Blue light (400-470 nm) plays a predominantly photobiological role in the eye vital activity. It's photochemical damaging effect on the retina, realized through the inhibition of mitochondrial cytochrome-C-oxidase and the generation of free radicals by lipofuscin granules of retinal pigment epithelium, is best studied. The physicochemical systems for protecting eye structures from photodamage, such as melanin and lutein carotenoids, which are both powerful antioxidants and blue-blocking filters, are well known. Recently, we have obtained fundamentally new data on the positive activating effect of low-dose blue light on the mitochondrial and total cell activity of the retinal pigment epithelium [1]. These results show the presence of a light-dependent adaptation mechanism in the retina that compensates for the negative photobiological effect of everyday blue light on its vital functions. Now the main emphasis of modern researches is focused on assessing the possible role of the blue light range in the prevention of child myopia. Studies in laboratory animals have shown that in childhood, blue light prevents the myopic lengthening of the eyeball, controlled by the blue sensitive circadian production of melatonin. In this connection, we have prepared and studied an animal model of child myopia - chickens of domestic Japanese quail with acousto-microscopic measurements of the eye optics and the ocular content of melatonin in blue and other kinds of lighting [2]. Along with this, during diagnostic testing of children aged 12-14, we have showed that in childhood the best indicators of threshold visual acuity are achieved with warm white LED lighting with predominant radiation in the green-yellow spectral region at low radiation in the blue and red regions [3]. Our studies allow to evaluate the photo-hygiene of lighting sources and lighting modes.

1. Serezchnikova et al. Clinical and Experimental Morphology, 2018, № 4, P.28-33. (in Russian).

2. Zak et al. Russian Journal of Biological Physics and Chemistry, 2019, V.4, № 2, P. 233-236. (in Russian).

3. Ryabtseva et al. Light & Engineering, 2016, №6, P.26-29.

*The study was done with financial support from the RFBR grants [15-29-03865](#) и [17-04-00708](#).*



## 25-ГИДРОКСИХОЛЕСТЕРИНА НА ЭКЗОЦИТОЗ СИНАПТИЧЕСКИХ ВЕЗИКУЛ: РОЛЬ LX И NMDA РЕЦЕПТОРОВ.

Закирьянова Г.Ф.<sup>1,2</sup>, Петров А.М.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Институт нейронук, Казанский государственный медицинский университет, Казань, Россия

<sup>2</sup> Лаборатория биофизики синаптических процессов, Казанский институт биохимии и биофизики –  
обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1052.sudak.ns2020-16/210>

Холестерин является важным компонентом мембраны и регулятором ее текучести. В течение жизни и усиленно при патологиях холестерин может окисляться с образованием оксистериннов. Один из таких оксистериннов – 25-гидроксихолестерин синтезируется в норме и на несколько порядков интенсивнее при воспалении и боковом амиотрофическом склерозе (БАС), поражающим мотонейроны и нервно-мышечные синапсы. Воспаление и БАС могут вызывать респираторную дисфункцию, следовательно, можно предположить, что 25-ГХ может быть одним из звеньев процесса, приводящего к этой дисфункции. 25-ГХ является лигандом X рецепторов печени (LXR) и модулирует работу NMDA-рецепторов (NMDAR) в центральной нервной системе. Также есть данные о том, что 25-ГХ выделяется макрофагами и тучными клетками, которые также были обнаружены в скелетной мышце, где могут вступать в контакт с нервно-мышечным синапсом. Однако влияние 25-ГХ на нервно-мышечную передачу не исследовано.

Ранее нами было показано, что 25-ГХ (1 мкМ) усиливает экзоцитоз в нервно-мышечном препарате диафрагмы мыши за счёт ускорения мобилизации синаптических везикул в сайты экзоцитоза и что эффект этот связан с протеинкиназой C и фосфолипазой C. Также 25-ГХ несколько увеличивал внутриклеточный  $Ca^{2+}$  в синаптическом регионе. Чтобы оценить вклад NMDAR в эффект 25-ГХ именно на экзоцитоз, мы использовали блокатор NMDAR AP-5. Оказалось, что ингибирование NMDAR препятствует увеличению  $Ca^{2+}$  под действием 25-ГХ, но не снимает его ускоряющий экзоцитоз эффект. Ингибирование LXR с помощью селективного антагониста GSK, также как Gi-белка устраняет усиливающий экзоцитоз эффект 25-ГХ.

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что NMDAR вносят незначительный вклад в 25-ГХ-зависимое усиление экзоцитоза синаптических везикул и что одной из мишеней 25-ГХ могут являться LXR, которые могут иметь мембранную локализацию и влиять на Gi-белок. Возможно, 25-ГХ оказывает свой эффект на экзоцитоз через LXR/Gi-белок/фосфолипаза C/протеинкиназа C-зависимый путь.  
*Работа поддержана грантом РФФИ № 20-04-00077 А.*

## THE EFFECT OF 25-HYDROXYCHOLESTEROL ON EXOCYTOSIS OF SYNAPTIC VESICLES: THE ROLE OF LX AND NMDA RECEPTORS.

Zakyrjanova Guzalja F.<sup>1,2</sup>, Petrov Alexey M.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Neuroscience, Kazan State Medical University, Kazan, Russia

<sup>2</sup> Laboratory of Biophysics of Synaptic Processes, Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, FRC Kazan  
Scientific Center of RAS, Russia

Cholesterol is an important component of membrane and regulator of its fluidity. Cholesterol can be oxidized with the formation of oxysterols during life-time and intensely in pathologies. Oxysterol 25-hydroxycholesterol (25-HC) is synthesized under the normal conditions and its production is greatly increased at inflammation and amyotrophic lateral sclerosis (ALS). The latter is characterized by disturbances in motoneurons and neuromuscular junctions. Inflammation and ALS can cause respiratory dysfunction, so it can be assumed that 25-HC may be linker of these clinical conditions to diaphragm failure. 25-HC is a ligand for liver receptor (LXR) and modulates the NMDA-receptor (NMDAR) functionality in CNS. There is also data about release of 25-HC by macrophages and mast cells, which have also been found in skeletal muscle, where they can contact with the neuromuscular junction. However, the effect of 25-HC on neuromuscular transmission has not been studied.

We previously showed that 25-HC (1  $\mu$ M) enhances synaptic vesicle exocytosis at 20 Hz activity by accelerating the mobilization of synaptic vesicles to exocytosis sites in the neuromuscular preparation of the mouse diaphragm. This effect was associated with activation of protein kinase C and phospholipase C. Also, 25-HC slightly increased an intracellular  $Ca^{2+}$  at the synaptic region. To estimate the contribution of NMDAR to the effect of 25-HC on exocytosis, we used a selective inhibitor of NMDAR AP-5. We obtained the data that blocking of NMDAR prevents the increase in intracellular  $Ca^{2+}$  levels in response to 25-HC application, but it does not abolish the exocytosis-accelerating effect of 25-HC. Inhibition of LXR with a selective antagonist GSK as well as inhibition of Gi-protein with PTX suppresses the exocytosis-promoting effect of 25-HC.

Based on the results we suggest that NMDAR have, at least, a negligible contribution to 25-HC dependent increase in synaptic vesicle exocytosis but LXR can be the main target of 25-HC in this process. These LXR could have membrane localization and affect on the Gi-protein-based signaling. Possibly, 25-HC has effect on exocytosis through LXR/Gi-protein/phospholipase C/protein kinase C-dependent pathway.

*The work was supported by grant RFBR 20-04-00077.*

## ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ВЫСШИХ ПСИХИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЗДОРОВОГО МОЛОДОГО ОРГАНИЗМА К КОЛЕБАНИЯМ ТЕМПЕРАТУРЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В КРЫМСКОМ РЕГИОНЕ

Залата О. А., Евстафьева Е. В., Кондакова Ю. М., Глушак Д. Н.

ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», Медицинская академия им. С. И. Георгиевского,  
Симферополь, Российская Федерация

<https://doi.org/10.29003/m1053.sudak.ns2020-16/210-211>

Целью настоящей работы явилось исследование чувствительности некоторых высших психических функций (ВПФ) здоровых молодых людей к колебаниям температуры воздуха. С соблюдением

биоэтических норм тестировали 41 студента-добровольца Медицинской академии им. С.И. Георгиевского ( $18,4 \pm 0,1$ ) лет. Оценивали состояние произвольного внимания и работоспособности с помощью таблиц Шульте, учитывая скорость прохождения пяти таблиц в секундах и затем рассчитывая показатели эффективность работы (ЭР), вработываемости (ВР), психической устойчивости (ПУ). Уровень тревожности (УТ) определяли с помощью опросника Спилберга-Ханина. Мониторинг погодных факторов вели по метеосводкам интернет ресурса (<https://rp5.ru>), учитывая утренние показатели температуры воздуха (Т), ее минимальные и максимальные значения (Т max, Т min) в часы тестирования. Тестирование респондентов и фиксация показателей погоды были выполнены в разные дни и в разные сезоны 2018 года (февраль, март, май, июнь сентябрь), полученные данные мониторинга температуры и психологического обследования студентов обрабатывали посредством непараметрических методов статистики. Медианы температуры воздуха в сентябре 2018 г. совпали с погодной аномалией «волн жары» (Т = 29 С; Т max = 29,5 С; Т min = 17 С); в марте 2018 г. медианы температуры воздуха были ниже среднеклиматического значения (Т = -2,8 С; Т max = 3,5 С; Т min = - 5,5 С), а в остальные серии мониторинга температура была на уровне климатической нормы для Крымского полуострова. Наибольшая чувствительность исследуемых показателей к температуре атмосферного воздуха, установленная по количеству значимых корреляционных связей, была обнаружена в феврале. Для такой характеристики как УТ выявлены противоположные по характеру зависимости от температуры атмосферного воздуха: в сентябре во время волн жары тревожность была ниже при росте температуры воздуха ( $r = -0,37$ ;  $p = 0,01$ ), а в марте наоборот ( $r = 0,29$ ;  $p = 0,005$ ). Наименее реактивным по отношению к температуре состояние ВПФ было в мае и июне. Таким образом, молодой здоровый организм весьма слабо реагирует на колебания в пределах климатической нормы температуры атмосферного воздуха в южном регионе Российской Федерации, однако обнаруженные слабые, но значимые зависимости характеристик ВПФ от температуры атмосферного воздуха дают основание полагать, что у других категорий населения и при более значительном диапазоне колебаний температуры такая зависимость может быть существенно более выраженной.

#### **METEOSENSITIVITY OF HIGHER MENTAL FUNCTIONS OF STUDENTS TO ATMOSPHERIC TEMPERATURE FLUCTUATIONS (ACCORDING TO MONITORING DATA IN CRIMEA)**

**Zalata Olga A., Evstafeva Elena V., Kondakova Yulia M., Glushak Darya N.**

Federal University named after V. I. Vernadsky", Medical Academy. S. I. Georgievsky, Simferopol,  
Russian Federation

The purpose of this work was the research of the correlation of some higher neural activity functions of healthy young people with atmospheric temperature indicators in dynamics.

In compliance with bioethical norms, 41 eighteen ( $18,4 \pm 0,1$ ) years old students-volunteers of Medical Academy named were tested. Status of the voluntary attention and the work in capacity was estimated with Schulte tables, then indicators of Work Efficiency (WE), Work Warming-up (WW-u), Psychological Stability (PS) were calculated. Anxiety level was determined with Spielberger-Hanin questionnaire. Monitoring of weather factors was conducted by weather reports of Internet resource (<https://rp5.ru>): dynamics of atmospheric temperature (T) and its maximal and minimal values (T max, T min) were registered during the day. Testing of respondents and fixation of indicators were made in morning hours during five months (September, February, March, May, June). Monitoring and psychological students' examination data was processed with nonparametric statistics methods including correlation analysis by Spearman.

September medians of atmospheric temperature matched weather of "heat waves" (Т = 29 С; Т max = 29,5С; Т min = 17 С); March medians of atmospheric temperature were lower (Т = -2,8 С; Т max = 3,5 С; Т min = - 5,5 С). In the rest of the monitoring series, atmospheric temperature was at the level of climate norm for Crimean peninsula.

Correlation analysis of five-series monitoring data revealed a maximal dependence of higher nervous activity characteristics of students' on atmospheric temperature in February. During the heat wave in September the anxiety was lower with an increase in air temperature ( $r = -0,37$ ;  $p = 0,01$ ) and in March ( $r = 0,29$ ;  $p = 0,005$ ) vice versa. The weak reactive state to temperature of student's voluntary attention was in May and June.

Thus, the young healthy organism is very weak to react to fluctuations within the climatic norm of atmospheric temperature in the southern region of the Russian Federation. But in other categories of the people and with a larger range of temperature fluctuations such dependence may be more significantly.

#### **ХРОНОФАРМАКОЛОГИЯ ПРЕПАРАТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ, НАКАПЛИВАЮЩЕГО ЛИТИЙ**

**Замощина Т.А.<sup>1,2</sup>, Бердникова Т.И.<sup>2</sup>, Теплякова Е.М.<sup>1</sup>, Дорошенко О.С.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Сибирский государственный медицинский университет, Томск, Россия; <sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия; <sup>3</sup>Сибирский федеральный научно-клинический центр федерального медико-биологического агентства, г. Северск, Томская обл., Россия; beladona2015@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m1054.sudak.ns2020-16/211-212>

Ритмичность – одно из фундаментальных свойств физиологических систем. Её нарушение приводит к развитию десинхронизации, который при затянувшемся течении может привести к возникновению или обострению различных заболеваний у человека. Поиск и исследование препаратов, обладающих хронофармакологической активностью, представляется важной практической задачей. Особую роль в механизмах синхронизации (согласования) физиологических ритмов играют соединения лития. Известно, что представители семейства Rosaceae способны накапливать этот биомикроэлемент. В данном исследовании объектами выбраны сухие водные экстракты трех растений семейства Розоцветных: Репешок волосистый (*Agrimonia pilosa* Ledeb.), Лабазник обыкновенный (*Filipendula vulgaris* Moench)

Лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria* L.(Max.)), при этом содержание лития в экстрактах составило 8,6 мг/кг, 22,9 мг/кг и 90 мг/кг сырья соответственно.

**Методы.** Исследование выполнено на 42 половозрелых красках-самцах линии Wistar в период зимнего или летнего солнцестояний при естественном освещении и свободном доступе к пище и воде. Дозы экстрактов рассчитывали по содержанию лития, исходя из эффективной хронофармакологической дозы официального препарата лития оксибутирата – 10 мг/кг, что составило 0,63 мг/кг по литию. Поисково-исследовательскую активность крыс оценивали в «открытом поле», температуру тела измеряли ректально. Замеры проводили каждые 4 часа в течение 3 суток подряд. Статистическую обработку полученных данных проводили методами дисперсионного анализа, спектрального и косинор-анализа.

**Результаты.** Установлено, что в периоды солнцестояний, когда у животных наблюдается сезонный десинхронизм, все три литийсодержащих экстракта обладали в зависимости от дозы лития слабым, умеренным и выраженным ритмомодулирующим действием, направленным на поведенческие и температурные ритмы, отражающие деятельность двух взаимосвязанных осцилляторов в организме животных. Ритмомодулирующие эффекты экстракта л. вязолистного с высоким содержанием лития (90 мг/кг) оказались наиболее выраженными по сравнению с таковыми двух других растительных экстрактов с меньшим содержанием элемента, что проявлялось в ускорении перестройки поведенческих и температурных ритмов на свободно текущий режим, характерный для периодов солнцестояний, а также в согласовании свободно текущих ритмов между собой.

### CHRONOPHARMACOLOGY OF DRUGS FROM PLANTS THAT ACCUMULATE LITHIUM Zamoshchina Tatyana A.<sup>1,2</sup>, Berdnikova Tatyana I.<sup>2</sup>, Teplyakova Elena M.<sup>1</sup>, Doroshenko Olga S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Siberian State Medical University SSMU (Russia, Tomsk);

<sup>2</sup>Tomsk State University (Russia, Tomsk); beladona2015@yandex.ru

<sup>3</sup>Federal state budgetary institution «Siberian Federal science-clinical center of Federal medico biological agency» (Russia, Tomsk region, Seversk).

Rhythm is one of the fundamental properties of physiological systems. Its violation leads to the development of desynchronoses, which with a prolonged course can lead to the emergence or exacerbation of various diseases in humans. The search for and research of drugs with chronopharmacological activity is an important practical task. Lithium compounds play a special role in the mechanisms of synchronization of physiological rhythms. It is known that members of the *Rosaceae* family are able to accumulate it. In this study, the objects selected were dry extracts of three plants of the *Rosaceae* family: *Agrimonia pilosa* Ledeb., *Filipendula vulgaris* Moench, *Filipendula ulmaria* L. (Max.), in which extracts the lithium content was 8.6 mg/kg, 22.9 mg/kg and 90 mg/kg, respectively.

**Methods.** This study was performing on 42 male-rats of the Wistar during the winter or summer solstices in natural light and free access to food and water. Doses of extracts were calculating based on the lithium content in the effective chronopharmacological dose of drug officialis lithium oxybutyrate - 10 mg/kg, which was 0.63 mg/kg for lithium. The search and research activity of the rats was evaluated in an «open field», and the body temperature was measured rectally. Measurements were performing every 4 hours for three consecutive day-nights. Statistical processing of the obtained data was performed using the one way ANOVA methods and spectral analysis, and cosinor analysis.

**Results.** It was founding that during the solstices, when seasonal desynchronoses is observing in animals, all three lithium-containing extracts had a weak, moderate and pronounced rhythm- modulating effect, depending on the lithium dose, aimed at behavioral and temperature rhythms that reflect the activity of two interconnected oscillators in the animal body. Rhythm-modulating effect of the *Filipendula ulmaria* extract with high lithium content (90 mg/kg) was most pronouncing in comparison with those of the other two plant extracts with a lower content of the element. This effect was manifesting in acceleration of the restructuring of behavioral and temperature rhythms in free running mode characteristic for the solstices, and in harmonizing the free running rhythms between themselves.

### РАЗНОНАПРАВЛЕННОЕ ВЛИЯНИЕ МЕТИЛЛИКАОНИТИНА, АНТАГОНИСТА $\alpha 7$ НИКОТИНОВЫХ ХОЛИНОРЕЦЕПТОРОВ, НА ПРОСТРАНСТВЕННУЮ ПАМЯТЬ ПРИ ОСТРОМ И СУБХРОНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ.

Захарова Е.И.<sup>1</sup>, Сторожева З.И.<sup>2</sup>, Прошин А.Т.<sup>3</sup>, Монаков М.Ю.<sup>1</sup>, Дудченко А.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ "Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии", Москва, РФ, [zakharova-ei@yandex.ru](mailto:zakharova-ei@yandex.ru), [monakovm@mail.ru](mailto:monakovm@mail.ru), [amdudchenko@gmail.com](mailto:amdudchenko@gmail.com);

<sup>2</sup>ФГБУ "Федеральный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии" Минздрава России, Москва, РФ, [storozheva\\_zi@mail.ru](mailto:storozheva_zi@mail.ru);

<sup>3</sup>ФГБНУ "Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина", Москва, РФ, [proshin\\_at@mail.ru](mailto:proshin_at@mail.ru).

<https://doi.org/10.29003/m1055.sudak.ns2020-16/212-213>

Центральные холинергические никотиновые рецепторы (нХР)  $\alpha 7$  подтипа сосредоточены преимущественно в гиппокампе, и их важное значение для когнитивных процессов не вызывает сомнений. В то же время мы получили, что суб-хроническое введение селективного антагониста  $\alpha 7$  нХР метилликаонитина (MLA) оказывает защитное действие на пространственное обучение у крыс на модели хронической гипоперфузии (модель 2VO). Это противоречило данным мировой литературы. В настоящем исследовании на интактных крысах были сопоставлены эффекты на пространственное обучение суб-хронического и острого введения MLA. Крыс обучали на пространственной обстановочной модели в водном лабиринте Морриса четыре дня, предоставляя ежедневно по четыре попытки решить задачу. Антагонист, в дозах 1,4 или 14 нмоль/кг в/б, вводили или однократно, за 5 минут до начала обучения (острое введение, n=7 в группе MLA и n=14 для контрольной группы), или трехкратно, в течение трех дней,



и обучение начинали через 3-4 дня после последней инъекции (суб-хроническое введение, n=13 в группе MLA и n=19 для контрольной группы). Данные обрабатывались методами непараметрической статистики. Суб-хроническое пролонгированное действие MLA на intactных животных оказалось сходным по позитивному действию антагониста на крыс с хронической окклюзией: антагонист потенцировал кратковременные формы памяти в процессе обучения. Более того, MLA ускорил на 1 день консолидацию долговременной памяти у 7-ми из 13-ти крыс, не влияя на сроки консолидации у остальных животных. Напротив, при остром введении, блокирование  $\alpha 7$  nXP предотвратило консолидацию памяти и спровоцировало задержку в реализации кратковременных форм памяти при обучении у 5-ти из 7-ми крыс. Хотя механизм суб-хронического, непрямого пролонгированного действия MLA неизвестен, полученные данные свидетельствуют, что механизмы различны при суб-хроническом и остром введениях антагониста  $\alpha 7$  nXP, с противоположно направленной эффективностью на пространственное обучение.

**MULTIDIRECTIONAL EFFECTS OF  $\alpha 7$  ANTAGONIST OF NICOTINIC CHOLINERGIC RECEPTORS METHYLLYCAONITINE ON SPATIAL MEMORY DURING ACUTE AND SUB-CHRONIC EXPOSURE**

Zakharova Elena I.<sup>1</sup>, Storozheva Zinaida I.<sup>2</sup>, Proshin Andrey T.<sup>3</sup>,  
Monakov Mikhail Yu.<sup>1</sup>, Dudchenko Alexandr M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of General Pathology and Pathophysiology, Moscow, RF, [zakharova-ei@yandex.ru](mailto:zakharova-ei@yandex.ru), [monakovm@mail.ru](mailto:monakovm@mail.ru), [amdudchenko@gmail.com](mailto:amdudchenko@gmail.com); <sup>2</sup>Federal Medical Research Centre for Psychiatry and Narcology, Moscow, RF, [storozheva\\_zi@mail.ru](mailto:storozheva_zi@mail.ru); <sup>3</sup>P.K. Anokhin Institute of Normal Physiology, Moscow, RF, [proshin\\_at@mail.ru](mailto:proshin_at@mail.ru)

The central cholinergic nicotinic receptors (nAChR) of  $\alpha 7$  subtype are concentrated mainly in the hippocampus, and their importance for cognitive processes is beyond doubt. At the same time, we found that the sub-chronic administration of a selective  $\alpha 7$  nAChR antagonist methyllycaconitine (MLA) has a protective effect on spatial learning in rats with chronic hypoperfusion (2VO model). This was contrary to world literature. In the present study on intact rats, the effects of sub-chronic and acute administration of MLA on the spatial learning were compared. Rats were trained on a spatial contextual model in the Morris water maze for four days, providing four attempts each day to solve the task. In doses of 1.4 or 14 nmol/kg i.p., the antagonist was administered either once, 5 minutes before the start of training (acute administration, n = 7 in the MLA group and n = 14 for the control group), or three times daily, and training began 3-4 days after the last injection (sub-chronic administration, n = 13 in the MLA group and n = 19 for the control group). Data were explored using non-parametric statistics. The sub-chronic prolonged effect of MLA on intact animals turned out to be similar in the positive effect of antagonist in rats with chronic hypoperfusion: the antagonist potentiated the short-term forms of memory. Moreover, MLA accelerated by one day the consolidation of long-term memory in 7 out of 13 rats, without affecting the timing of memory consolidation in other animals. On the contrary, with acute administration, a blocking of  $\alpha 7$  nAChR prevented the memory consolidation and provoked a delay in implementation of short-term forms of memory in learning in 5 out of 7 rats. Although the mechanism of sub-chronic, indirect prolonged action of MLA is unknown, our data suggest that the mechanisms are different for sub-chronic and acute administration of an  $\alpha 7$  nAChR antagonist, with oppositely directed efficacy in spatial learning.

**ВЛИЯНИЕ ИНТРАНАЗАЛЬНО ВВОДИМЫХ ИНСУЛИНА И С-ПЕПТИДА НА АКТИВНОСТЬ АМФ-АКТИВИРУЕМОЙ ПРОТЕИНКИНАЗЫ, МИТОХОНДРИАЛЬНУЮ ДИНАМИКУ И МАРКЕРЫ АПОПТОЗА В ГИПОТАЛАМУСЕ КРЫС СО СРЕДНЕЖЕЛЫМ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ**

Захарова И.О., Деркач К.В., Зорина И.И., Бахтыков А.А., Басова Н.Е., Шаповалов А.О.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, e-mail: [derkach\\_k@list.ru](mailto:derkach_k@list.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1056.sudak.ns2020-16/213-214>

Одними из факторов, которые в условиях сахарного диабета 1-го типа вызывают дисфункции ЦНС и ведут к развитию диабетической энцефалопатии и когнитивному дефициту, являются нарушения энергетического обмена в нейронах, активация в них апоптоза и воспалительных процессов, а также нарушения биогенеза и динамики митохондрий. Это во многом обусловлено ослаблением инсулиновой сигнализации в ЦНС вследствие характерного для диабетической патологии дефицита инсулина. Наряду со снижением уровня инсулина при сахарном диабете 1-го типа в той же степени снижается уровень С-пептида, который образуется при гидролизе проинсулина в поджелудочной железе в эквимолярном соотношении с инсулином. Нами и другими авторами для компенсации дефицита инсулина и С-пептида в ЦНС используется интраназальный способ их введения, но его влияние на функционирование гипоталамических нейронов в настоящее время не изучено. Целью исследования было изучить влияние семидневного интраназального введения инсулина (20 мкг/крыса/день) и С-пептида (36 мкг/крыса/день) совместно и по отдельности на активность АМФ-активируемой протеинкиназы (АМРК), на экспрессию участвующих в биогенезе митохондрий Drp-1-белка и митофузинов Mfn-1 и Mfn-2, про- и антиапоптотических белков Bax и Bcl-2, а также ассоциированного с аутофагией белка Beclin-1 в гипоталамусе самцов крыс со среднетяжелым сахарным диабетом 1-го типа, вызванным 50 мг/кг стрептозотоцином. В гипоталамусе крыс, леченных инсулином и совместно инсулином и С-пептидом, отмечали нормализацию активности АМРК и соотношения Bax/Bcl-2, повышенных при диабете, восстановление экспрессии Drp-1, Mfn-2 и Beclin-1. Лечение крыс одним С-пептидом существенного влияния на изучаемые показатели не оказывало. Таким образом, инсулин и С-пептид при интраназальном введении в молярном соотношении 1:3 восстанавливают энергетический баланс, нормализуют биогенез митохондрий и ослабляют апоптотические процессы в гипоталамусе крыс со среднетяжелым сахарным диабетом 1-го типа. Работа поддержана грантом РФФИ (проект № 18-015-00144).



**THE INFLUENCE OF INTRANASALLY ADMINISTERED INSULIN AND C-PEPTIDE ON THE ACTIVITY OF AMP-ACTIVATED PROTEIN KINASE, THE MITOCHONDRIAL DYNAMICS, AND THE APOPTOSIS MARKERS IN THE HYPOTHALAMUS OF RATS WITH STREPTOZOTOCIN DIABETES**

**Zakharova Irina O., Derkach Kira V., Zorina Inna I., Bakhtuykov Andrej A., Basova Natalya E., Shpakov Alexander O.**

I. M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; e-mail: [derkach\\_k@list.ru](mailto:derkach_k@list.ru)

One of the factors that cause the CNS dysfunctions and lead to the development of diabetic encephalopathy and cognitive deficiency in the conditions of type 1 diabetes mellitus are the impaired energy metabolism in the neurons, the activation of apoptosis and inflammatory processes in them, as well as the impaired biogenesis and dynamics of mitochondria. This is largely due to the weakening of the insulin signaling in the CNS due to an insulin deficiency characteristic for diabetic pathology. Along with a decrease in the insulin level in type 1 diabetes mellitus, the level of C-peptide, which is formed by proinsulin hydrolysis in the pancreas in an equimolar ratio with insulin, also decreases. We and other authors use the intranasal method of their administration to compensate for deficiency of insulin and C-peptide in the CNS, but its effect on the functioning of hypothalamic neurons has not been studied at this time. The aim of the work was to study the effect of seven-day intranasal administration of insulin (20 µg/rat/day) and C-peptide (36 µg/rat/day) together and separately on the activity of AMP-activated protein kinase (AMPK), and on the expression of Drp1 protein and the mitofusins Mfn-1 and Mfn-2 involved in mitochondria biogenesis, the pro- and anti-apoptotic proteins Bax and Bcl-2, and the autophagy-associated protein Beclin-1 in the hypothalamus of male rats with severe type 1 diabetes mellitus induced by 50 mg/kg streptozotocin. In the hypothalamus of rats treated with insulin alone and with both insulin and C-peptide, the normalization of AMPK activity and the Bax/Bcl-2 ratio, which are increased in diabetes, as well as the restoration of the expression of Drp-1, Mfn-2 and Beclin-1 were observed. The treatment of rats with C-peptide alone did not significantly affect the investigated parameters. Thus, insulin and C-peptide, when administered intranasally in a molar ratio of 1:3, restore the energy balance, normalize the mitochondrial biogenesis and weaken the apoptotic processes in the hypothalamus of rats with severe type 1 diabetes mellitus.

*This work was supported by a grant from the Russian Foundation for Basic Research (project № 18-015-00144).*

**ВНЕДРЕНИЕ НЕЙРОБИКИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ НА КАФЕДРЕ ФИЗИОЛОГИИ КГМУ.**

**Земскова С.Н., Пономарева Д.Н.**

ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Министерства здравоохранения Российской Федерации, Казань, Российская Федерация, e-mail: [zemskovasn@rambler.ru](mailto:zemskovasn@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1057.sudak.ns2020-16/214-215>

Студенты младших курсов медицинских ВУЗов, кроме всем известной проблемы с запоминанием большого объема информации, часто испытывают трудности с концентрацией внимания и активацией коры головного мозга в процессе монотонного обучения. Обычно эти вопросы решаются с помощью тренингов по увеличению объема кратковременной памяти (А.Р. Лурия, метод «Заучивание 10-ти слов»). Мы предлагаем качественно новый подход для активизации когнитивных процессов – использование принципов нейробики, созданной американским нейробиологом Лоуренсом Кацем в 1999 г. «Нейробика» - «фитнес для мозга» - это комплекс несложных упражнений, вовлекающих в работу все пять органов чувств, благодаря чему активируется работа головного мозга (Лоренс Кац и Мэннинг Рубин, 1999; перевод на русский язык - 2009 г.). К основным приемам нейробики относятся: выполнение привычных движений правой и левой рукой одновременно или попеременно; постоянное «прокладывание» новых маршрутов пути; использование запахов для специфической привязки к месту; метод ассоциаций; движение по комнате и нахождение предметов в темноте или на ощупь т.д. Процесс запоминания новой информации является стрессом для организма. «Стресс» разделяют на «полезный стресс», «терпимый стресс» и «токсичный стресс». Процесс активации когнитивных способностей – это «полезный» стресс для организма, его механизм – аллостаз. Аллостаз означает эффективное регулирование, которое требует предугадывать потребности и готовиться удовлетворять их прежде, чем они возникают. Он включает в себя и линейную активацию гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси и нелинейные взаимодействия с метаболизмом, про- и противовоспалительными компонентами иммунитета. Было показано, что «полезный» стресс вызывает следующие перестройки: 1) удлинение и ветвление дендритов, и увеличение количества шипиков; 2) увеличение плотности синаптических контактов; 3) усиление нейрогенеза в районе зубчатой извилины гиппокампа - «нейрогенной ниши» для новообразования нейронов. Структурные перестройки касаются гиппокампа, миндалин и префронтальной коры. Упражнения нейробики относятся к непривычным нагрузкам, которые активируют возникновение новых связей между нейронами головного мозга и новых паттернов их взаимодействия. Эти упражнения не требуют дополнительного времени и очень просты в исполнении, но эффект от них – грандиозный. На данном этапе идет подбор наиболее эффективных упражнений с участием самих студентов 1 и 2 курсов в рамках заседаний СНО кафедры. Затем планируется ввести некоторые принципы нейробики в практические занятия по разделу «Физиология центральной нервной системы».

**THE INTRODUCTION OF NEUROBICS IN THE PROCESS OF TEACHING STUDENTS OF THE PHYSIOLOGY DEPARTMENT OF KAZAN STATE MEDICAL UNIVERSITY.**

**Zemskova Svetlana N., Ponomareva Daria N.**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Kazan State Medical University" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Kazan, Russian Federation, [zemskovasn@rambler.ru](mailto:zemskovasn@rambler.ru)

Junior students of medical universities, in addition to the well-known problem of memorization of a large amount of information, often have difficulties with concentration and activation of the cerebral cortex during monotonous learning. Typically, these issues are solved with the help of trainings to increase the size of short-term memory (A.R. Luria, the method of "memorizing of 10 words"). We offer a qualitatively new approach for enhancing the cognitive processes - using the principles of neurobics, created by the American neuroscientist Lawrence Katz in 1999. "Neurobics" - "fitness for the brain" - is a complex of simple exercises that involve all five senses, which leads to activation of the brain (Lawrence Katz and Manning Rubin, 1999; translated into Russian – in 2009). The main methods of neurobics include: performing the usual movements with the right and left hand simultaneously or alternately; the constant "paving" of new pathways; the use of odors for a specific snap to location; the association building method; moving around the room and finding objects in the dark or by touch etc. The process of remembering the new information is a stress for the organism. "Stress" is divided into "useful" stress, "tolerant" stress, and "toxic" stress. The process of activation of cognitive abilities is a "useful" stress for the organism, its mechanism is allostasis. Allostasis means the effective regulation that requires to predict needs and preparing the organism to satisfy them before they arise. It includes both linear activation of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and non-linear interactions with metabolism, pro- and anti-inflammatory components of the immune system. It was shown, that "useful" stress causes the following changes: 1) lengthening and branching of dendrites, and an increase in the number of spines; 2) an increase in the density of synaptic contacts; 3) the enhancement of neurogenesis in the region of the hippocampal dentate gyrus - the "neurogenic niche" for neuronal neoplasm. Structural changes are observed in the hippocampus, tonsils and prefrontal cortex. Neurobics exercises relate to unusual loads that activate the networking between brain neurons and new patterns of their interaction. These exercises do not require the additional time and are very simple to perform, but the effect of them is tremendous. At this stage, there is a selection of the most effective exercises with the participation of 1 and 2 year students in the framework of the meetings of the student science society. Then it is planned to introduce some principles of neurobics into practical classes in the section of the "Physiology of the Central Nervous System".

#### **ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ НЕРВНЫХ ПРОЦЕССОВ У СТУДЕНТОВ С УЧЕТОМ КОГНИТИВНОГО СТИЛЯ ПОЛЕЗАВИСИМОСТЬ/ПОЛЕНЕЗАВИСИМОСТЬ**

**Зинченко Е.М., Шушунова Н.А.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.  
Чернышевского», Саратов, Россия; [Odonata1108@yandex.ru](mailto:Odonata1108@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1058.sudak.ns2020-16/215-216>

Когнитивный стиль человека определяет его познавательную деятельность, проявляясь в особенностях восприятия и переработки информации. В свою очередь, платформой для характера взаимодействия со средой являются индивидуальные особенности протекания процессов возбуждения и торможения в ЦНС. В связи с этим было интересно изучить взаимосвязь когнитивного стиля на примере полезависимости/полenezависимости (ПЗ/ПНЗ) с основными свойствами нервных процессов (НП): силой, уравновешенностью и подвижностью процессов возбуждения и торможения.

Исследование проводилось в СГУ имени Н.Г. Чернышевского с участием 60 студентов. Для определения когнитивного стиля ПЗ/ПНЗ использовали тест «Фигуры Готтшальдта», по скорости психомоторной реакции с использованием теппинг-теста оценивали основные свойства НП. Полученные данные обрабатывались по критерию Манна-Уитни и критерию Спирмена посредством программы IBM SPSS Statistics 22.

На основе полученного индекса ПЗ было выделено 2 группы: 1 группа – ПНЗ студенты, 2 группа – ПЗ. Стоит отметить, что преобладали ПЗ студенты. На следующем этапе оценивали распределение студентов по свойствам НП. Так, большинство студентов, как ПНЗ, так и ПЗ, характеризуются слабыми (55% и 61% соответственно) и подвижными (89% и 75% соответственно) НП. Все ПНЗ студенты обладают уравновешенными НП. Среди ПЗ студентов чаще встречаются лица с преобладанием процессов торможения (55%), 2% с преобладанием процессов возбуждения, остальные 43% характеризуются как уравновешенные. Существенных различий по силе и подвижности НП между группами выявлено не было. Однако, оказалось, что показатель уравновешенности достоверно выше у ПНЗ студентов ( $1,9 \pm 0,11$  против  $1,6 \pm 0,07$ ) ( $p \leq 0,05$ ). Были обнаружены значимые корреляции с индексом ПЗ у ПНЗ студентов с показателем подвижности НП ( $r=0,683$ ) ( $p \leq 0,05$ ), у ПЗ студентов с показателем уравновешенности ( $r=0,420$ ) ( $p \leq 0,01$ ). Без деления на группы была выявлена достоверная связь показателя уравновешенности с показателем подвижности ( $r=0,327$ ) ( $p \leq 0,05$ ) и индексом ПЗ ( $r=0,279$ ) ( $p \leq 0,05$ ).

Таким образом, обнаружение определенных связей свойств НП с когнитивным стилем говорит о необходимости продолжения исследований, что позволит углубить знания в данной области и уточнить природу полезависимости/полenezависимости и других когнитивных стилей.

#### **FEATURES OF PROPERTIES OF NERVOUS PROCESSES IN STUDENTS WITH FIELD DEPENDENT AND FIELD INDEPENDENT COGNITIVE STYLE**

**Zinchenko Ekaterina M., Shushunova Nataliya A.**

Saratov State University, Saratov, Russia; [Odonata1108@yandex.ru](mailto:Odonata1108@yandex.ru)

The cognitive style of a person determines his cognitive activity, manifesting himself in the peculiarities of perception and processing of information. In turn, individual characteristics of the processes of excitation and inhibition in the central nervous system are a platform for the nature of interaction with the environment. That's why we were interested to study the relationship of cognitive style on the example of field dependence / field independence (FD / FID) with the basic properties of nervous processes (NP): strength, balance and mobility of the processes of excitation and inhibition.

Sixty students of Saratov State University became participants in the experiment. The Gottschaldt figure test was used to determine the cognitive style of FD / FID. The basic properties of the NP were evaluated by the speed of the psychomotor reaction of the tapping test. The data obtained were processed according to the Mann-Whitney criterion and Spearman criterion using the IBM SPSS Statistics 22 program.

Based on the FD index 2 groups were formed: 1 group - FID students, 2 group – FD. Worth noting, that FD students prevailed. Then we evaluated the distribution of students by the properties of the NP. Thus, most students both FID and FD were characterized by weak (55% and 61%, respectively) and mobile (89% and 75%, respectively) NP. All FID students had balanced NP. FD students with a predominance of inhibition processes were 55%, 2% with a predominance of excitation processes, the remaining 43% are characterized as balanced. There were no significant differences in the strength and mobility of the NP between the groups. The parameter of balance is significantly higher among FID students ( $1.9 \pm 0.11$  against  $1.6 \pm 0.07$ ) ( $p \leq 0.05$ ). Significant correlations were found with the FD index in FID students with the parameter of mobility ( $r = 0.683$ ) ( $p \leq 0.05$ ), in the FD students with the parameter of balance ( $r = 0.420$ ) ( $p \leq 0.01$ ). The reliable relationship between the parameter of balance and the parameter of mobility ( $r = 0.327$ ) ( $p \leq 0.05$ ) and the parameter of balance and the FD index ( $r = 0.279$ ) ( $p \leq 0.05$ ) were revealed without dividing into groups.

Thus, the discovery of certain relationships between the properties of NP and cognitive style suggests the need for further research. It will deepen knowledge in this area and clarify the nature of field dependence / field independence and other cognitive styles.

### **КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ЭНДОГЕННЫМИ ПСИХОЗАМИ ПО МАРКЕРАМ ВОСПАЛЕНИЯ И ПОКАЗАТЕЛЯМ СИСТЕМНОЙ ЭНДОТОКСИНЕМИИ**

**Зозуля С.А.<sup>1</sup>, Отман И.Н.<sup>1</sup>, Олейчик И.В.<sup>1</sup>, Аниховская И.А.<sup>2,3</sup>, Юнилайнен О.А.<sup>1</sup>,**

**Яковлев М.Ю.<sup>2,4</sup>, Ключник Т.П.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГБНУ "Научный центр психического здоровья", Москва, Россия; <sup>2</sup> ФГБНУ "НИИ общей патологии и патофизиологии", Москва, Россия; <sup>3</sup> ООО "Клинико-Диагностическое Общество", Москва, Россия; <sup>4</sup> ФГБОУВО "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И.Пирогова" МЗ РФ, Москва, Россия; [s.ermakova@mail.ru](mailto:s.ermakova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1059.sudak.ns2020-16/216-217>

Согласно современным представлениям, воспаление как составляющая врожденного иммунитета, вовлечено в патогенез эндогенных психических расстройств.

Цель исследования: изучение взаимосвязи маркеров воспаления и показателей системной эндотоксинемии (СЭ) и антиэндотоксинового иммунитета (АЭИ) с тяжестью клинической симптоматики пациентов с эндогенными психозами (ЭП).

Обследовано 25 пациентов в возрасте от 23 до 49 лет с ЭП (F20, F25) и 25 здоровых доноров. Клиническая оценка проведена с помощью шкалы PANSS. В плазме крови определяли активность лейкоцитарной эластазы (ЛЭ) и  $\alpha 1$ -протеиназного ингибитора ( $\alpha 1$ -ПИ), а также уровень антител к S100-B и ОБМ («Нейро-иммуно-тест»). Также определяли концентрацию эндотоксина (ЭТ) («Микро-ЛАЛ-тест») и активность АЭИ («СОИС-ИФА»).

У всех пациентов наблюдалось повышение активности ЛЭ и  $\alpha 1$ -ПИ по сравнению с контролем ( $p < 0,01$ ), а в 44% случаев – аутоиммунный компонент к нейроантигенам ( $p < 0,001$ ). Выявлены корреляции между активностью ЛЭ и общей психопатологической симптоматикой по PANSS ( $p = 0,44$ ,  $p < 0,05$ ), а также между уровнем антител к S-100B и тяжестью позитивных симптомов ( $p = 0,699$ ,  $p < 0,001$ ). Гетерогенность выборки по показателям СЭ и АЭИ позволила разделить общую группу пациентов на две подгруппы. В 1-ой подгруппе (24%) наблюдалось повышение концентрации ЭТ ( $p < 0,05$ ), сопровождающееся недостаточностью АЭИ ( $p < 0,05$ ). Выявленная эндотоксиновая агрессия является неблагоприятным фактором, усугубляющим течение заболевания. Получена корреляция между концентрацией ЭТ и тяжестью позитивных симптомов по PANSS ( $p = 0,387$ ,  $p < 0,05$ ). 2-ая подгруппа (76%) характеризовалась концентрацией ЭТ в пределах нормативных показателей ( $p > 0,05$ ) и различным уровнем АЭИ, что, вероятно, может являться следствием ранее перенесенной эндотоксиновой агрессии и свидетельствовать о волнообразности течения воспалительного процесса при ЭП. Выявлены связи между показателями СЭ и АЭИ и уровнем аутоантител к S-100B ( $p = 0,323$ ,  $p = 0,572$ ,  $p < 0,05$ ). Полученные результаты свидетельствуют об участии ЭТ-индуцированного системного воспаления в патогенезе ЭП. Комплексная оценка тяжести состояния пациентов с использованием этих показателей открывает новые перспективы для определения прогноза течения данных состояний и поиска новых способов терапии.

### **INTEGRATED ASSESSMENT OF CLINICAL SEVERITY IN PATIENTS WITH ENDOGENOUS PSYCHOSES BY INFLAMMATORY MARKERS AND INDICATORS OF SYSTEMIC ENDOTOXEMIA**

**Zozulya Svetlana A.<sup>1</sup>, Otman Irina N.<sup>1</sup>, Oleichik Igor V.<sup>1</sup>, Anikhovskaya Irina A.<sup>2,3</sup>, Yunilaynen Olga A.<sup>1</sup>,  
Yakovlev Mikhail Yu.<sup>2,4</sup>, Klyushnik Tatyana P.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> FSBSI "Mental Health Research Centre", Moscow, Russia; <sup>2</sup> FSBSI "Research Institute of General Pathology and Pathophysiology", Moscow, Russia; <sup>3</sup> Ltd. Clinical Diagnostics Society, Moscow, Russia; <sup>4</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia; [s.ermakova@mail.ru](mailto:s.ermakova@mail.ru)

Recent research results indicate that inflammation as a component of innate immunity is involved in the pathogenesis of endogenous mental disorders.

The objective was to evaluate the relationship between inflammation markers and indicators of systemic endotoxemia (SE) and antiendotoxin immunity (AEI) with the severity of clinical symptoms in endogenous psychoses (EP).



25 patients aged 23 to 49 with EP (F20, F25) and 25 healthy aged persons were examined. Psychometric assessment of mental status was carried out using PANSS scale. The leukocyte elastase (LE) and  $\alpha$ 1-proteinase inhibitor ( $\alpha$ 1-PI) activity as well as the level of antibodies to S100-B and MBP ("Neuro-immuno-test") were measured in plasma. The concentration of endotoxin (ET) (Micro-LAL-test) and activity of AEI (SOIS-ELISA) were also determined.

A significant increase in LE and  $\alpha$ 1-PI activity in comparison with control group was shown ( $p < 0.01$ ). In 44% of cases the autoimmune component to neuroantigens was revealed ( $p < 0.001$ ). A correlation between LE activity and general psychopathological symptoms ( $p = 0.44$ ,  $p < 0.05$ ) and also the correlation between the level of antibodies to S-100B and positive symptoms by PANSS ( $p = 0.699$ ,  $p < 0.001$ ) were found. The heterogeneity of total group by SE and AEI indicators was confirmed, which allowed us to divide it's into two subgroups. The 1<sup>st</sup> subgroup (24%) was characterized by the significant increase in ET concentration ( $p < 0.05$ ) and AEI deficiency ( $p < 0.05$ ) compared with control one. Identified endotoxin aggression can be considered as an unfavorable factor that aggravates the clinical course of disease. The results are confirmed by the correlation between ET and the severity of positive symptoms ( $p = 0.387$ ,  $p < 0.01$ ). The 2<sup>nd</sup> subgroup (76%) was distinguished by ET concentration within normal values ( $p > 0.05$ ) and the different level of AEI that is likely to be a consequence of previous endotoxin aggression and to indicate the undulating course of the inflammatory process in EP. The correlations between ET concentration, AEI activity and the level of autoantibodies to S-100B were revealed ( $p = 0.323$ ,  $p = 0.572$ ,  $p < 0.05$ , respectively).

The results indicate the involvement of ET-induced systemic inflammation in the pathogenesis of EP. An integrated assessment of the clinical severity of patients using these indicators opens up new approaches for prognostic assessment and treatment of endogenous mental disorders.

#### **ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ И АНТИОКСИДАНТНАЯ ЗАЩИТНАЯ ФУНКЦИЯ ГЛАЗА КРОЛИКОВ.**

**Ибрагимова Ж.М., Мухтаров М.М, Байрамова С.Д**

Институт физиологии им. А.И.Караева Н.А.Н.Азербайджана, AZ1100, г.Баку, ул. Шарифзаде-2,

В лаборатории биофизики клеточного метаболизма Института физиологии им. А.И. Караева проводятся исследования, касающиеся раскрытия механизмов действия неонизирующего электромагнитного излучения (ЭМИ) на живые системы. В частности, в этих исследованиях было выявлено, что ЭМИ дециметрового диапазона снижает активность антиоксидантной системы и увеличивает перекисное окисление липидов (ПОЛ), способствуя тем самым явлению окислительного стресса в различных тканях кроликов, в частности в хрусталике. Нами ранее было показано, что хроническое действие ЭМИ 460 МГц на организм приводит к модификации процесса перекисного окисления липидов (ПОЛ) в различных органах, в том числе и хрусталике. В зависимости от интенсивности облучения наблюдаются как прооксидантный, так и антиоксидантный эффекты. Следует учесть, что хрусталик имеет хорошо организованную антиоксидантную систему защиты, что позволяет ему сохранять прозрачность белковой структуры от различных факторов окружающей среды. Подавляющую часть этих белков составляют белки-кристаллины, являющимися основными структурными белками хрусталика, которые в то же время содержат большое количество тиоловых групп. Тиоловые группы, другими словами SH-группы, необходимы для сохранения восстановленности среды, т.е. для защиты от окислительного повреждения структуры хрусталика. Эксперименты на кроликах показали, что при относительно высокоинтенсивном облучении (30 мкВт/см<sup>2</sup>) до 14 дней в хрусталике происходит процесс тиолирования белка (то есть процесс связывания небелковых и белковых тиолов) и образованием в результате этого комплексов смешанных дисульфидов.

Система тиолирование-детиолирование вносит значительный вклад в защиту сохранения функции хрусталика, которая в течении жизни организма больше подвергается опасности, чем любой другой орган.

#### **DYNAMIC CHANGES IN LIPID PEROXIDATION AND ANTIOXIDANT DEFENSE SYSTEM IN THE RABBIT EYES.**

**Ibragimova J.M., Muhtarov M.M, Bayramova S.D.**

Institute of Physiology n.a. A.I.Karayev, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, AZ1100, Sharif-zade - 2  
[jaluzi2009@gmail.com](mailto:jaluzi2009@gmail.com)

The research program of the Laboratory of cell biophysics of Institute of Physiology n/a A.I. Karayev is focused on study of mechanisms underlying the effects of non-ionizing electromagnetic radiation (EMR) on living systems. It has been shown that of EMR is contributing factor to oxidative stress via reducing the activity of the antioxidant system and enhancing the lipid peroxidation (LPO) in different tissues, in particular in the lens. We have previously shown that long-term exposure to 460 MHz EMR modified the LPO in different tissues and lens especially. EMR exhibited both antioxidant and pro-oxidant effects depending on radiation intensity. It should be noted that the lens has a well-organized antioxidant defense system to maintain the transparency and stability of its protein structure under environmental pressure. The vast majority of these proteins are crystalline proteins, which are the main structural proteins of the lens and contain high amounts of thiol groups. Thiol groups, in other words SH groups, is important for maintaining of redox homeostasis to protect the structure of the lens from oxidative damage. Experiments on rabbits have showed that under the relatively high intensity exposure (30  $\mu$ W / cm<sup>2</sup>) up to 14 days in lens the protein thiolation process (the process of binding non-protein and protein thiols) occurred, that is resulted in the formation of mixed disulfides.

The thiolation/de-thiolation system is very important contributor to defense of the lens function, which are more at risk than any other organ throughout life.



## **ДИНАМИКА ОБМЕНА ГАМК В СТРУКТУРАХ ЦНС ТРЕХ МЕСЯЧНЫХ КРЫС, МАТЕРИ КОТОРЫХ БЫЛИ ПОДВЕРГНУТЫ ПИЩЕВОЙ ДЕПРИВАЦИИ**

**Ибрагимова К.И.**

Азербайджанский Государственный Педагогический Университет, Баку, Азербайджан;

[konul.ibragimova.79@mail.ru](mailto:konul.ibragimova.79@mail.ru)

Целью данной работы было изучение обмен гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) (содержание ГАМК, активность ее ферментов глутаматдекарбоксилазы (ГДК) и ГАМК-аминотрансферазы (ГАМК-Т)) и содержание глутамата (Глу) и аспартата (Асп) в различных структурах мозга (коры больших полушарий мозга, мозжечка, ствола мозга и гипоталамуса) у потомства крыс, подвергнутых голодания в зародышевый период пренатального развития.

Результаты исследований показали, что у 3-х месячных крыс после семидневной внутриутробной пищевой депривации содержание ГАМК в тканях больших полушарий головного мозга возрастает на 17% ( $p < 0,01$ ) по сравнению с контрольными опытами. В тканях мозжечка в контроле содержание ГАМК составляет  $2,24 \pm 0,06$  мкмоль/г, а после воздействия семидневной пищевой депривации увеличивается на 22% ( $p < 0,01$ ) и составляет  $2,73 \pm 0,08$  мкмоль/г, в тканях ствола мозга в контроле содержание ГАМК составляет  $1,92 \pm 0,06$  мкмоль/г, а в опытной группе увеличивается на 24% ( $p < 0,001$ ) и составляет  $2,38 \pm 0,05$  мкмоль/г, в тканях гипоталамуса в контроле содержание ГАМК составляет  $3,04 \pm 0,09$  мкмоль/г, а в опытной группе увеличивается на 32% ( $p < 0,001$ ) и составляет  $4,02 \pm 0,11$  мкмоль/г.

Содержание Глу в тканях избранных нами структур ЦНС после пренатального воздействия пищевой депривации в отличие от содержания ГАМК адекватно уменьшается. После пренатальной 7-дневной пищевой депривации содержание Глу в тканях коры больших полушарий мозга уменьшается на 18% ( $p < 0,001$ ), мозжечке 13% ( $p < 0,01$ ), стволе мозга 21% ( $p < 0,001$ ) и гипоталамуса на 22% ( $p < 0,001$ ). При этом содержание Асп в тканях коры больших полушарий мозга уменьшается на 14% ( $p < 0,01$ ), мозжечке 12% ( $p < 0,05$ ), стволе мозга 17% ( $p < 0,001$ ) и гипоталамуса на 21% ( $p < 0,001$ ).

После пренатальной 7-дневной пищевой депривации активность фермента ГДК в тканях коры больших полушарий мозга повышается на 15% ( $p < 0,01$ ), мозжечке 19% ( $p < 0,01$ ), стволе мозга 21% ( $p < 0,01$ ) и гипоталамуса на 26% ( $p < 0,001$ ). При этом активность фермента ГАМК-аминотрансферазы в тканях коры больших полушарий мозга, мозжечка, ствола мозга и гипоталамуса в отличие от активности ГДК несколько уменьшается на 9% ( $p < 0,05$ ), 9% ( $p < 0,05$ ), 12% ( $p < 0,01$ ) и 18% ( $p < 0,01$ ), соответственно.

В результате перенесенной матерями пищевой депривации у потомства наблюдается нарушение баланса между тормозными и возбуждающими нейромедиаторами в ЦНС. На основании полученных данных можно сделать заключение, что ГАМК как одним из стресс-лимитирующей системы активирует адаптацию к внутриутробной пищевой депривации.

## **THE DYNAMICS OF GABA EXCHANGE IN THE CNS STRUCTURES OF 3 MONTH OLD RATS WHOSE MOTHERS WERE EXPOSED TO FOOD DEORIVATION**

**Ibrahimova K.I.**

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan; [konul.ibragimova.79@mail.ru](mailto:konul.ibragimova.79@mail.ru)

The aim of this work was to study the exchange of gamma-aminobutyric acid (GABA) (the content of GABA, the activity of its enzymes glutamate acid decarboxylase (GAD) and GABA aminotransferase (GABA-T)) and the content of glutamate (Glu) and aspartate (Asp) in different brain structures (in the cerebral hemispheres cortex of the brain, cerebellum, brain stem and hypothalamus) in the offspring of rats subjected to starvation in the embryonic period of prenatal development.

The results showed that after intrauterine seven-day exposure to food deprivation in 3 month old rats GABA content in the tissue of the cerebral hemispheres cortex of the brain was increased by 17% ( $p < 0,01$ ) compared with the control. In the tissue of the cerebellum in the control GABA content was  $2,24 \pm 0,06$   $\mu\text{mol/g}$ , and after exposure to a seven-day food deprivation increased by 22% ( $p < 0,01$ ) and was  $2,73 \pm 0,08$   $\mu\text{mol/g}$ , in the tissue of the brain stem in the control GABA content was  $1,92 \pm 0,06$   $\mu\text{mol/g}$ , while in the test group increased by 24% ( $p < 0,001$ ) and was  $2,38 \pm 0,05$   $\mu\text{mol/g}$ , in the tissue of the hypothalamus in the control GABA content was  $3,04 \pm 0,09$   $\mu\text{mol/g}$ , while in the test group increased by 32% ( $p < 0,001$ ) and was  $4,02 \pm 0,11$   $\mu\text{mol/g}$ .

The content of free Glu in the tissues of studied CNS structures after prenatal exposure to food deprivation in contrast to GABA content was adequately reduced. After prenatal exposure during 7 days to food deprivation the content of Glu in the tissue of cerebral hemispheres cortex of the brain was decreased by 18% ( $p < 0,001$ ), cerebellum by 13% ( $p < 0,01$ ), brain stem by 21% ( $p < 0,001$ ) and hypothalamus 22% ( $p < 0,001$ ). At the same time, the content of free Asp in the tissue of cerebral hemispheres cortex of the brain was decreased by 14% ( $p < 0,01$ ), cerebellum by 12% ( $p < 0,05$ ), brain stem by 17% ( $p < 0,001$ ) and hypothalamus 21% ( $p < 0,001$ ).

The activity of the GAD in the tissue cerebral hemispheres cortex of the brain was increased by 15% ( $p < 0,01$ ), cerebellum by 19% ( $p < 0,01$ ), brain stem 21% ( $p < 0,01$ ) and hypothalamus by 26% ( $p < 0,001$ ) after prenatal exposure during 7 days to food deprivation. At the same time, the activity of the GABA-T in the tissue cerebral hemispheres cortex of the brain, cerebellum, brain stem, hypothalamus unlike GAD activity was decreased slightly by 9% ( $p < 0,05$ ), 9% ( $p < 0,05$ ), 12% ( $p < 0,01$ ) и 18% ( $p < 0,01$ ), respectively.

Disbalance is caused among inhibitory and stimulating mediators in the CNS of future generations as a result of food deprivation of their mothers. Based on the data obtained, it can be concluded that GABA, as one of the stress-limiting systems, activates adaptation to intrauterine food deprivation.

**МЕЖПОЛУШАРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ СОДЕРЖАНИЯ СРЕДНЕМОЛЕКУЛЯРНЫХ ПЕПТИДОВ В СТРУКТУРАХ МОЗГА И ПЕЧЕНИ У СТРЕССУСТОЙЧИВЫХ И СТРЕССНЕУСТОЙЧИВЫХ БЕЛЫХ КРЫС НА ФОНЕ МЕСЯЧНОГО БЕЛКОВОГО ПИТАНИЯ**

**Ибрагимова С.А.**

Институт физиологии им. академика Абдуллы Караяева НАН Азербайджана, г. Баку, [gedimova47@mail.ru](mailto:gedimova47@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1060.sudak.ns2020-16/219>

Известно, что интегративная деятельность мозга человека и животных возможна только при участии обеих полушарий мозга; каждое из которых обеспечивает различные стороны единой функциональной деятельности ЦНС.

В настоящее время в клинике большое значение придается изучению средномолекулярных пептидов (СМП) с молекулярной массой от 300 до 5000 Дальтон (Да). С накоплением СМП связывают ряд тяжелых осложнений, таких как расстройства функций нервной системы и т. д. (Камышников В.С., 2003).

Исследование проводилось на гомогенатах кортикальных регионов (орбитальной, сенсомоторной, лимбической), гипоталамусе левого и правого полушарий головного мозга и печени 3-месячной крысы-самца. Животные были разделены на две группы: стрессустойчивые и стресснеустойчивые. Из группы стрессустойчивых и стресснеустойчивых мы взяли крыс (содержавшихся на обычном рационе вивария), а остальных из каждой группы отсадили на 10, 20 и 30-ти дневное белковое питание. Животные кормили по рецепту Nikinorow M. et al (1973). Оптическую плотность СМП регистрировали при длине волны - 254 нм, в единицах количественно равных показателям экстинкции.

На 10 и 20-дни белкового питания наблюдалось повышение СМП в гомогенатах исследуемых тканей у стрессустойчивых и стресснеустойчивых крыс по сравнению с контрольными животными. А на 30-ый день было выявлено еще большее достоверное повышение содержания СМП в указанных структурах, что соответственно составляло в орбитальной коре (230% и 150%), в сенсомоторной коре (170% и 160%), в лимбической коре (180% и 180%), в гипоталамусе (210%) и в печени (150%) – у стрессустойчивых и в орбитальной коре (170% и 170%), в сенсомоторной коре (180% и 160%), в лимбической коре (170% и 190%), в гипоталамусе (180%) и в печени (200%) – у стресснеустойчивых животных. Такое состояние СМП направлено на синтез специфических регуляторных олигопептидов из низко- и средномолекулярных пептидов на уровне ЦНС и печени (Королева С.Б., 2005).

В орбитальной, сенсомоторной и лимбической коре правого полушария у стрессустойчивых и стресснеустойчивых групп содержание СМП было выше по сравнению с левым полушарием. Было выявлено межполушарное различие в содержании СМП.

**INTERHEMISPHERIC DIFFERENCES IN THE CONTENT OF MEDIUM MOLECULAR PEPTIDES (SMP) IN THE BRAIN STRUCTURES AND LIVER OF STRESS-RESISTANT AND STRESS-UNRESISTANT RAT ON THE BACKGROUND OF HIGH-GRADE PROTEIN FEEDING**

**Ibrahimova Samira A.**

Institute of Physiology n.a. academician A.I.Karayev, Azerbaijan Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan  
[gedimova47@mail.ru](mailto:gedimova47@mail.ru)

It is known that brain integrative activity of human and animals is only possible with the participation of cerebral hemispheres, each of which provides different parts of the common functional activity of the CNS. Presently in the clinic a great attention is given to the studying of medium molecular peptides (MMP) with molecular mass of 300-5000 Dalton (Da). A number of serious complications, such as disorder of functions of nervous system are associated with the accumulation of MMP (Камышников В., 2003).

The research was carried out on the homogenates of cortical regions (orbital, sensorimotor, limbic), hypothalamus of the left and right hemispheres and liver of 3-month-old male rat. The animals were culled into 2 groups: stress-resistant and stress-unresistant ones. Out of these groups, we took rats kept on the usual diet of vivarium, and the rest of each group were fed full-fledged protein food by recipe Nikinorov (Nikinorov M. et al, 1973) for 10, 20 and 30-day. Optical density of MMP was registered at a wavelength of 254 nm in the units quantitatively equal to extinction.

On 10 and 20 days of protein feeding increase in MMP in the homogenates of the studied structure of stress-resistant and stress-unresistant rats was registered as compared to the controls. While on 30 day of feeding was registered some more increase in the number of MMP in the pointed structures of stress-resistant animals that was respectively in the orbital cortex (230% and 150%), in the sensorimotor cortex (170% and 160%), in the limbic cortex (180% and 180%), in the hypothalamus (210%) and in the liver (150%), while it was in the orbital cortex (170% and 170%), in the sensorimotor cortex (180% and 160%), in the limbic cortex (170% and 190%), in the hypothalamus (180%) and in the liver (200%) of the stress-unresistant rats. Such state in the MMP content is directed to the synthesis of specific regulator-oligopeptides from low- and medium molecular peptides on the CNS level and liver (Королева С.Б., 2005).

Thus, interhemispheric differences in the content of medium-molecular peptides of brain structures and liver was revealed.

## **ОБЩИЙ УРОВЕНЬ НЕЙРОДЕГЕНЕРАЦИИ В МОЗГЕ ОСОБЕЙ *DROSOPHILA MELANOGASTER* С НАРУШЕННОЙ ФУНКЦИЕЙ ГЕНА *SWISS CHEESE* (SWS)**

**Иванова Е.А., Мелентьев П.А., Тимошенко С.И., Саранцева С.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Гатчина, Россия;  
katya-i.ivanova@yandex.ru

Характерной особенностью нейродегенеративных заболеваний является прогрессирующая с возрастом гибель нервных клеток. Для понимания механизмов таких заболеваний используется метод их моделирования на животных, в частности, на дрозофиле. Одним из таких подходов является изучение генов дрозофилы, ортологичных генам, ассоциированным с болезнями человека. Таким геном, например, является ген *sws* (*swiss cheese*) *Drosophila melanogaster*, мутации в котором приводят к нейродегенерации. Ген экспрессируется в нервных и глиальных клетках и важен для поддержания их жизнедеятельности и функционирования.

Мутации в данном гене приводят к сверхобертыванию глиальных клеток вокруг нейронов, и/или их апоптозу, апоптозу нейронов, что, в итоге, является причиной появления пустот в мозге мух. Ранее был проведен анализ влияния подавления экспрессии гена *swiss cheese* на морфологию разных типов глиальных клеток. Но до настоящего времени неизвестно, как влияет подавление и гиперэкспрессия данного гена в разных типах клеток нервной системы на общее состояние мозга дрозофилы. Нами были проанализированы срезы мозга особей с подавлением и гиперэкспрессией гена *swiss cheese*, а также срезы мозга особей с гиперэкспрессией гена *NTE* человека – ортолога *sws* – в клетках периневральной, субпериневральной, кортексной глии, во всех типах глиальных клеток, во всех нейронах, и во всех клетках организма. Мы установили, что подавление экспрессии данного гена приводит к зависящему от возраста повышению доли полостей в мозге, наибольшему у особей с подавлением экспрессии гена *sws* во всех нейронах и во всех клетках организма.

## **TOTAL LEVEL OF NEURODEGENERATION IN THE BRAIN OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* SPECIES WITH ALTERED FUNCTION OF *SWISS CHEESE* (SWS) GENE**

**Ivanova E.A., Melentev P.A., Timoshenko S.I., Sarantseva S.V.**

Petersburg Nuclear Physics Institute named by B.P. Konstantinov of National Research Centre  
"Kurchatov Institute", Gatchina, Russia; katya-i.ivanova@yandex.ru

The characteristic feature of neurodegenerative diseases is progressive age-dependent death of nerve cells. To understand mechanisms of such disorders, the method of modeling in animals, in particular in *Drosophila*, is actively used. One of its genes, mutations in which lead to neurodegeneration, is *swiss cheese* gene, which is expressed in nerve and glial cells, and is important for maintaining their activity and functioning.

Mutations in this gene lead to over-wrapping of glial cells around neurons, and/or their apoptosis, apoptosis of neurons, that, eventually, is the cause of vacuoles in the brain of flies. Previously, the effect of suppressing the expression of the *swiss cheese* gene on the morphology of different types of glial cells was analyzed. But it is still unknown how the suppression and overexpression of this gene in different types of cells of the nervous system affects the general condition of *Drosophila* brain. We analyzed brain sections with suppression and overexpression of the *swiss cheese* gene, and also sections of the brain with overexpression of *NTE* – human *sws* orthologue – in perineural, subperineural, cortex glia, in all types of glial cells, in all neurons and in all cells of body. We have found that suppressing the expression of this gene leads to an age-dependent increase of a proportion of vacuoles in the brain, the largest was found under suppression of *sws* gene expression in all neurons and in all cells of body.

## **НАРУШЕНИЕ ГОРМОНАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ В ПАТОГЕНЕЗЕ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА ПРИ ШИЗОФРЕНИИ**

**Иванова С.А.**

НИИ психического здоровья Томского НИМЦ, г. Томск, Россия; ivanovaniipz@gmail.com

Частота встречаемости метаболического синдрома (МС) у больных шизофренией в два раза выше, чем в общей популяции. Применение конвенциональных и атипичных антипсихотических препаратов зачастую приводит к нарушению обмена веществ, что осложняет течение основного заболевания и снижает качество жизни пациентов. Гормоны, регулирующие метаболизм, могут быть потенциальными кандидатами на роль биомаркеров метаболических побочных эффектов, вызванных антипсихотиками.

Целью исследования является определение спектра гормонов, регулирующих обмен веществ у больных шизофренией с антипсихотик-индуцированным метаболическим синдромом.

В исследование включено 150 больных параноидной шизофренией, получающих антипсихотическую терапию. Диагноз метаболического синдрома осуществлялся на основании критериев Международной федерации диабета (2005 г.). Концентрации инсулина, лептина, грелина и адипонектина определяли с помощью мультиплексного анализатора MAGPIX (Luminex, США) с использованием панелей MILLIPLEX MAP (Merck, Дармштадт, Германия).

Пациенты были разделены на две группы: 63 пациента с МС (42%) и 87 пациентов без МС (58%). Анализ основных метаболических гормонов-регуляторов (инсулин, грелин) и гормонов жировой ткани (адипонектин, лептин) выявил ряд значимых отличий. Снижение адипонектина наблюдается у больных с МС по сравнению с пациентами без побочного эффекта ( $p = 0,001$ ), что согласуется с данными литературы. Более высокий уровень инсулина выявлен у пациентов основной группы по сравнению с пациентами без МС ( $p = 0,021$ ). Аналогичные результаты были получены в отношении лептина: концентрация гормонов значительно выше у пациентов с МС, чем у пациентов без МС ( $p = 0,016$ ).

Таким образом, полученные результаты демонстрируют дисбаланс в спектре гормонов, регулирующих метаболические процессы у больных шизофренией с антипсихотик-индуцированным метаболическим синдромом, что диктует необходимость дальнейшего изучения механизмов побочных эффектов фармакотерапии в рамках концепции персонализированной медицины.

*Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда № 18-15-00011 «Шизофрения, сочетанная с метаболическим синдромом: клиничко-конституциональные факторы и молекулярные маркеры».*

#### **DISTURBANCE OF HORMONAL REGULATION IN THE PATHOGENESIS OF METABOLIC SYNDROME IN SCHIZOPHRENIA**

**Ivanova Svetlana A.**

Mental Health Research Institute, Tomsk NRC, Tomsk, Russia; ivanovaniipz@gmail.com

The incidence of MetS in schizophrenia is two times higher than in the general population. The use of conventional and atypical antipsychotic drugs leads to metabolic disorders that complicate the course of the underlying disease and reduce the quality of life of patients. Indicators of hormones regulating metabolism may be appealing candidates as biomarkers of metabolic antipsychotic-induced side effects.

The aim of the study is to determine hormones regulating metabolism in patients with schizophrenia with antipsychotic-induced metabolic syndrome.

In total, 150 patients with schizophrenia receiving antipsychotic treatment were included in the study. Clinical verification of metabolic syndrome was carried out using the criteria of the International Diabetes Federation (2005). The concentrations of insulin, leptin, ghrelin and adiponectin were determined by the multiplex analyzer MAGPIX (Luminex, USA) using MILLIPLEX MAP panels (Merck, Darmstadt, Germany).

Patients were divided into two groups: 63 patients with MetS (42%) and 87 patients without MetS (58%). Analysis of the main metabolic hormones-regulators (insulin, ghrelin) and hormones of adipose tissue (adiponectin, leptin) revealed a number of deviations between patient with and without MetS. A decrease of adiponectin is observed in patients with MetS in comparison with patients without it ( $p=0.001$ ), which is consistent with the literature data. A higher level of insulin is observed in patients of the main group compared with patients without MetS ( $p=0.021$ ). Similar results were found with respect to leptin: the hormone concentration is significantly higher in patients with MetS compared with patients without MetS ( $p=0.016$ ).

Thus, the results demonstrate an imbalance in the spectrum of hormones that regulate metabolic processes in patients with schizophrenia with antipsychotic-induced metabolic syndrome. Further study of the mechanisms of metabolic disorders in patients with schizophrenia in the framework of the concept of personalized medicine is necessary.

*Work has been done with support of the Russian Science Foundation (project no. 18-15-00011)*

#### **ФАРМАКОГЕНЕТИКА В ПСИХИАТРИИ: ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Иванова С.А., Бохан Н.А.**

НИИ психического здоровья Томского НИМЦ, г. Томск, Россия; ivanovaniipz@gmail.com

Психотропные препараты, кроме основного антипсихотического действия зачастую приводят к побочным лекарственно-индуцированным расстройствам, которые существенно снижают качество жизни пациента. Патогенез развития метаболических, эндокринных, двигательных антипсихотик-индуцированных побочных эффектов до настоящего времени не известен, однако особая роль принадлежит генетическим факторам. Генетические особенности пациентов могут определять от 20 до 95 % всех неблагоприятных фармакологических ответов: неэффективность лекарственных средств или нежелательные лекарственные реакции.

Классические подходы к проведению фармакогенетических исследований связаны с изучением групп генов, отвечающих за фармакокинетику (в основном это гены системы цитохромов, участвующих в метаболизме лекарственных средств) и фармакодинамику (гены мишени действия фармакологических средств; в случае антипсихотических препаратов это, прежде всего, гены дофаминовых и серотониновых рецепторов).

В последние годы предложены новые подходы к фармакогенетическим исследованиям антипсихотик-индуцированной гиперпролактинемии и тардивной дискинезии у больных шизофренией на основе изучения генов, гипотетически задействованных в механизмах их возникновения. В качестве генов мишеней для психотропных средств, кроме генов нейромедиаторных рецепторов, представляют интерес гены, кодирующие ферменты синтеза и метаболизма нейромедиаторов дофамина и серотонина (COMT, MAO-A, MAO-B, TRH1, TRH2).

Активация окислительного стресса и нарушение активности антиоксидантных ферментов рассматривается как неспецифический компонент патогенеза психических расстройств и побочных эффектов фармакотерапии, что предполагает наличие возможных ассоциаций генов, кодирующих антиоксидантные ферменты. Полиморфизмы генов нейротрофических систем и киназ, участвующих в регуляции нейрональных процессов, также выдвинуты на роль фармакогенетических маркеров побочных эффектов при шизофрении.

Разработка и внедрение фармакогенетических тестов в клиническую практику позволит индивидуализированно подойти к выбору лекарственных средств, режима их дозирования и к тактике ведения пациентов.

*Работа выполнена частично при поддержке гранта РФФИ 17-29-06035 «Новые подходы к фармакогенетике антипсихотик-индуцированной гиперпролактинемии у больных шизофренией»*



## PHARMACOGENETICS IN PSYCHIATRY: ACHIEVEMENTS, PROBLEMS AND PROSPECTS

Ivanova Svetlana A., Bokhan Nikolay A.

Mental Health Research Institute, Tomsk NRMС, Tomsk, Russia; ivanovaniipz@gmail.com

Psychotropic drugs, in addition to the main antipsychotic effect, often lead to adverse drug-induced disorders that significantly reduce the patient's quality of life. The pathogenesis of the development of metabolic, endocrine, motor antipsychotic-induced side effects is not known to date; however, a special role belongs to genetic factors. The genetic characteristics of patients can determine from 20 to 95% of all adverse pharmacological responses: drug inefficiency or undesirable drug reactions.

The classical approaches to conducting pharmacogenetic studies are related to the study of groups of genes responsible for pharmacokinetics (mainly genes of the cytochrome system involved in drug metabolism) and pharmacodynamics (target genes of pharmacological action; in the case of antipsychotic drugs, these are, first of all, dopamine and serotonin receptors).

In recent years, new approaches to pharmacogenetic studies of antipsychotic-induced hyperprolactinemia and tardive dyskinesia in patients with schizophrenia have been proposed based on the study of genes hypothetically involved in the mechanisms of their occurrence. In addition to the genes of neurotransmitter receptors, genes encoding the synthesis and metabolism enzymes of dopamine and serotonin neurotransmitters (COMT, MAO-A, MAO-B, TPH1, TPH2) are of interest as target genes for psychotropic drugs.

Activation of oxidative stress and impaired activity of antioxidant enzymes is considered as a non-specific component of the pathogenesis of mental disorders and side effects of pharmacotherapy, which suggests the presence of possible associations of genes encoding antioxidant enzymes. Gene polymorphisms of neuroprotective systems and kinases involved in the regulation of neuronal processes are also put forward as pharmacogenetic markers of side effects in schizophrenia.

The development and implementation of pharmacogenetic tests in clinical practice will allow an individualized approach to the choice of drugs, their dosage regimen and patient management tactics.

*This work was partially supported by the RFBR grant 17-29-06035 "New approaches to the pharmacogenetics of antipsychotic-induced hyperprolactinemia in patients with schizophrenia"*

## ОСОБЕННОСТИ ЦИТОКИНОВОГО МИКРООКРУЖЕНИЯ НИЗКОДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ГЛИАЛЬНЫХ ОПУХОЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЛИЧИЯ МУТАЦИИ В ГЕНАХ IDH

Игнатов С. Н., Златник Е. Ю., Сагакянц А. Б., Шульгина О. Г., Росторгуев Э. Е.,  
Солдаткина Н. В., Пушкин А. А.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии» МЗ РФ. Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. 14-я линия, 63. Ignatov\_Sergey\_@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m1061.sudak.ns2020-16/222-223>

**Актуальность:** Низкодифференцированные глиальные опухоли (HGG) составляют до 35,5%, а глиобластома (ГБ), являющаяся наиболее агрессивной формой, до 17% в структуре всех опухолей головного мозга. Медиана выживаемости при ГБ составляет 15 месяцев, а 5-летняя выживаемость менее 6%. Развитие молекулярной генетики выявило прогностически важную роль мутации в генах IDH. На её основании сформулирована концепция «вторичной глиобластомы». Наличие данной мутации является прогностическим фактором лучшей чувствительности к комплексному лечению. Развитие первичной ГБ невозможно без развития иммуносупрессивного микроокружения, включая цитокиновое.

**Цель:** изучение цитокинового микроокружения HGG в зависимости от наличия мутации в генах IDH.

**Материалы и методы:** у 24 больных с впервые выявленной HGG интраоперационно брали фрагмент опухолевой ткани. Наличие мутации в генах IDH определяли методом ПЦР, уровни интерлейкинов - методом ИФА. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета STATISTICA 13 (StatSoftInc., США). Результаты представляли в виде центральной тенденции медианы (Me) и интерквартильного размаха - 25 и 75 процентиля (Me [LQ; UQ]). Достоверность отличий между выборками оценивали с использованием непараметрического критерия Манна-Уитни (отличия считали достоверными при  $p < 0,05$ ).

**Результаты исследования:** У 21 выявлена ГБ; у 3 анапластическая астроцитома (АА). IDH-мутация обнаружена у 3 больных (1 с ГБ и 2 с АА). У больных с наличием мутации в генах IDH тканевой уровень IL-4 был в 29,4 раз выше, чем у больных без мутации: 0,86 (0,5; 1,4) против 25,3 (13,1; 28,2). При этом уровни IL-6 и IL-8, напротив, были ниже (IL-6 в 30,9 раза: 30,9 (4,4; 50,6) против 0 (0; 8,2); IL-8 в 288,6 раз: 101 (43,7; 125,2) против 0,35 (0,3; 19,6). Все различия статистически достоверны,  $p \leq 0,05$ . С учетом биологических свойств IL-6 и IL-8, такое микроокружение может быть охарактеризовано как иммуносупрессивное и ростостимулирующее.

**Заключение:** оценка содержания IL-4; IL-6; IL-8 в опухолевой ткани HGG может являться важным прогностическим критерием чувствительности к комплексному лечению наряду с определением мутации в генах IDH.

## CHARACTERISTICS OF CYTOKINE MICROENVIRONMENT IN HIGH-GRADE GLIAL TUMORS DEPENDING ON THE PRESENCE OF MUTATIONS IN IDH GENES

Ignatov Sergey N., Zlatnik Elena Yu., Sagakyants Alexandr B., Shulgina Oksana G., Rostorguev Eduard E.,  
Soldatkina Natalia V., Pushkin Anton A.

Federal State Budgetary Institution «National Medical Research Centre for Oncology» of the Ministry of Health of the Russian Federation. Russia, Rostov-on-Don, 14 liniya, 63. Ignatov\_Sergey\_@mail.ru

**Background:** High-grade glial tumors (HGG) account for up to 35.5% of brain tumors, and glioblastoma (GB) – their most aggressive type – for up to 17%. Median survival in GB is 15 months, and the 5-year survival rate is less

than 6%. The development of molecular genetics has revealed the prognostically important role of IDH gene mutations; it has become the basis for the "secondary glioblastoma" concept. The presence of this mutation is a prognostic factor for better sensitivity to combination treatment. The development of primary GB is impossible without the development of immunosuppressive microenvironment, including cytokine one.

**The aim:** of the study was to analyze cytokine microenvironment in HGG depending on the presence of IDH mutations.

**Material and methods:** Fragments of tumor tissues were obtained intraoperatively in 24 patients with newly diagnosed HGG. Mutations in the IDH genes were determined by PCR, and interleukin levels were measured by ELISA. The data were statistically processed using the STATISTICA 13 program (StatSoftInc., USA). The results were presented as the central tendency of the median (Me) and interquartile range - 25 and 75 percentiles (Me [LQ; UQ]). The significance of differences between the samples was evaluated using the non-parametric Mann-Whitney test (differences were considered significant at  $p < 0.05$ ).

**Results:** GB was diagnosed in 21 patients, and anaplastic astrocytoma (AA) – in 3 patients. IDH mutations were determined in 3 patients (1 with GB and 2 with AA). Tissue levels of IL-4 in patients with IDH mutations were 29.4 times higher than in patient without mutations: 0.86 (0.5; 1.4) vs. 25.3 (13.1; 28.2). Levels of IL-6 and IL-8, on the contrary, were lower (IL-6 by 30.9 times: 30.9 (4.4; 50.6) vs. 0 (0; 8.2); IL-8 by 288.6 times: 101 (43.7; 125.2) vs. 0.35 (0.3; 19.6). All differences were statistically significant,  $p \leq 0.05$ . Taking into account the biological properties of IL-6 and IL-8, such a microenvironment can be characterized as immunosuppressive and growth-promoting one.

**Conclusions.** Assessment of IL-4, IL-6, and IL-8 levels in HGG tumor tissues can be an important prognostic criterion of sensitivity to combination treatment, along with determination of mutations in the IDH genes.

### **ОЦЕНКА СВОЙСТВ ВНИМАНИЯ, КАК КОМПОНЕНТОВ КОГНИТИВНОГО КОНТРОЛЯ У ДЕВУШЕК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗ ОВАРИАЛЬНО-МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА**

**Игнатова Ю.П., Макарова И.И., Аксёнова А.В., Страхов К.А.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра физиологии, Тверь, Россия; [physiolgtgma@mail.ru](mailto:physiolgtgma@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1062.sudak.ns2020-16/223-224>

Анатомо-физиологические особенности женского организма, в частности, овариально-менструальный цикл (ОМЦ) во многом определяют его функциональное состояние. Циклические изменения соотношения половых гормонов определяют состояние ЦНС. В соответствии с фазами ОМЦ происходят изменения психических процессов, эмоционально-мотивационного поведения, физической и умственной работоспособности.

**Цель работы.** Оценить некоторые свойства внимания у девушек в зависимости от фаз ОМЦ.

**Материалы и методы.** В обследовании принимали участие студентки второго курса Тверского государственного медицинского университета в течение двух менструальных циклов ( $n=50$ ) в возрасте 18-20 лет. Все девушки дали добровольные письменные согласия на предстоящее обследование.

Оценку внимания проводили по «Таблице Шульте» с помощью компьютерного комплекса для психофизиологического тестирования «НС-психотест» («Нейрософт», г. Иваново). Для статистического анализа полученных данных использовали программу «Statistica 6.1».

**Результаты.** Согласно методике Шульте значение показателя меньше 1,0 говорит о высокой психической устойчивости, степени вработываемости, и наоборот. Также по «Таблице Шульте» можно оценить концентрацию внимания или эффективность работы, наличие или отсутствие признаков истощения внимания. У всех обследуемых нами девушек в фолликулярную фазу ОМЦ наблюдалось средняя и высокая эффективность работы в одинаковых пропорциях. У большинства из них отмечалась высокая степень психической устойчивости (63%), устойчивое внимание (58%) и отсутствие признаков истощения внимания (87%). В лютеиновую фазу имело место значимое перераспределение количества обследуемых с высокой и средней эффективностью работы с увеличением числа последних (68%) ( $p=0,02$ ). Также наблюдалось значимое увеличение количества девушек с признаками истощения внимания (увеличение времени, затрачиваемого на каждую следующую таблицу) (42%) (McNemar Chi-square,  $p=0,0002$ ).

**Вывод.** Анализ некоторых свойств внимания по методике Шульте позволил обнаружить снижение эффективности работы и увеличение числа девушек с признаками истощения внимания в лютеиновую фазу.

### **EVALUATION OF PROPERTIES OF ATTENTION AS COMPONENTS OF COGNITIVE CONTROL IN GIRLS DEPENDING ON PHASES OF THE OVARIAL-MENSTRUAL CYCLE**

**Ignatova Julia P., Makarova Irina I., Aksenova Alla V., Strakhov Konstantin A.**

Tver State Medical University, Tver, Russia, [physiolgtgma@mail.ru](mailto:physiolgtgma@mail.ru)

The anatomical and physiological characteristics of the female body, in particular, the ovarian-menstrual cycle (OMC), largely determine its functional state. Cyclic changes in the ratio of sex hormones determine the state of the central nervous system. Changes in mental processes, emotional and motivational behavior, physical and mental performance occur in accordance with the phases of the OMC.

**The aim of the work.** To evaluate some properties of attention in girls, depending on the phases of the OMC.

**Materials and methods.** Second-year students of Tver State Medical University aged 18–20 years participated in the examination during two menstrual cycles ( $n = 50$ ). All the girls gave voluntary written consent for the upcoming examination. Assessment of attention was carried out on the "Schulte Table" using a computer complex for psychophysiological testing «NS-psychotest» («Neurosoft», Ivanovo). The program «Statistica 6.1» was used for statistical analysis of the data obtained.

Results. According to Schulte's methodology, an indicator value of less than 1.0 indicates a high mental stability, degree of development, and vice versa. Concentration of attention or work efficiency, the presence or absence of signs of attention exhaustion can be evaluated by the «Schulte Table». Average and high work efficiency was observed in all the girls examined by us in the follicular phase of OMC in equal proportions. A high degree of mental stability (63%), steady attention (58%) and the absence of signs of attention exhaustion (87%) were observed in most of them. A significant redistribution of the number of subjects with high and average work efficiency with an increase in the number of the latter (68%) took place in the luteal phase ( $p = 0.02$ ). A significant increase in the number of girls with signs of attention exhaustion (an increase in the time spent on each subsequent table) (42%) was also observed (McNemar Chi-square,  $p = 0.0002$ ).

Conclusion. An analysis of some properties of attention by Schulte's method revealed a decrease in work efficiency and an increase in the number of girls with signs of attention exhaustion in the luteal phase.

### **МОДЕЛИ ПРОГНОЗА ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ОТВЕТА БОЛЬНЫХ ДЕПРЕССИЕЙ ПО ПАРАМЕТРАМ ИСХОДНОЙ ЭЭГ**

Изнак А.Ф.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научный центр психического здоровья»,  
Москва, Россия; [iznak@inbox.ru](mailto:iznak@inbox.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1063.sudak.ns2020-16/224>

Целью исследования был поиск параметров ЭЭГ, зарегистрированной до начала терапии, информативных в отношении индивидуального количественного прогноза терапевтического ответа у больных депрессией.

В исследование было включено 70 больных депрессией (43 женщины, 27 мужчин, 20-50 лет, средний возраст  $36.5 \pm 2.6$  лет). Количественную клиническую оценку выраженности депрессии состояния пациентов проводили по шкалам Гамильтона (HDRS-17) и Монтомери-Асберг (MADRS). Методами корреляционного и регрессионного анализа выявляли связи между значениями спектральной мощности узких частотных диапазонов исходной многоканальной ЭЭГ и количественными клиническими оценками состояния больных после курса терапии. Эффективность полученных математических моделей проверяли на тестирующей выборке из 30 больных депрессией.

Полученные уравнения множественной линейной регрессии содержали не более 3-4-х спектральных параметров ЭЭГ (из исходных 80-ти). Наиболее эффективная модель объясняла до 75% дисперсии суммы баллов кластера собственно депрессии шкалы HDRS после курса терапии. При этом отклонение индивидуального прогноза от реального значения по шкале HDRS, определенного клиницистами после курса терапии, варьировало от 10% до 37% и составило в среднем 24%. Модель прогноза общей суммы баллов шкалы MADRS объясняла около 45% дисперсии, а модель прогноза значений общей суммы баллов шкалы HDRS — всего около 33% их дисперсии, соответственно. Все модели прогноза индивидуального терапевтического ответа включали значения спектральной мощности только высокочастотных компонентов ЭЭГ (бета1 – 13-20 Гц и бета2 – 20-30 Гц), отражающих гиперактивацию коры, что подтверждает важную роль взаимодействия коры и стволовых структур головного мозга в патогенезе депрессии.

Результаты подтверждают возможность количественного прогноза ответа на терапию у больных депрессией по спектральным параметрам исходной ЭЭГ.

*Исследование поддержано грантом РФФИ №18-01-00029а.*

### **MODELS OF THERAPEUTICAL RESPONSE PREDICTION IN DEPRESSIVE PATIENTS BY BASELINE EEG PARAMETERS**

Iznak Andrey F.

Federal State Budget Scientific Institution "Mental Health Research Centre, Moscow, Russia; [iznak@inbox.ru](mailto:iznak@inbox.ru)

The aim of the study was to search for pre-treatment EEG parameters, informative in relation to the individual quantitative prediction of the therapeutic response in depressive patients.

The study included 70 depressive patients (43 females, 27 males, 20-50 years old, mean age  $36.5 \pm 2.6$  years). A quantitative clinical assessment of patients' depression severity was carried out according to the Hamilton (HDRS-17) and Montgomery-Asberg (MADRS) scales. Relationships between the spectral power values of narrow frequency bands of the pre-treatment multichannel EEG and post-treatment quantitative clinical assessments of patients' condition were revealed by means of correlation and regression analyses. The effectiveness of the mathematical models obtained was tested on a testing sample of 30 depressive patients.

*The study supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant No.18-01-00029a).*

### **ЭЭГ-ПОКАЗАТЕЛИ ПРОГНОЗА ОТВЕТА НА ТЕРАПИЮ У БОЛЬНЫХ С МАНИАКАЛЬНО-БРЕДОВЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ**

Изнак Е.В.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научный центр психического здоровья»,  
Москва, Россия; [ek\\_iznak@mail.ru](mailto:ek_iznak@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1064.sudak.ns2020-16/224-225>

С целью поиска возможных ЭЭГ-показателей прогноза индивидуального ответа на терапию проведено клинико-нейрофизиологическое исследование пациентов с различающимися по структуре синдрома маниакально-бредовыми состояниями.

В исследование было включено 73 женщины 18-55 лет (средний возраст  $33.4 \pm 11.6$  лет), отвечающих критериям рубрик F25.0 и F25.2 по МКБ-10: 14 больных с маниакально-бредовыми состояниями, 28 больных с преобладанием чувственно-бредовых и 31 больная с преобладанием идеаторно-бредовых расстройств. Количественную клиническую оценку состояния пациентов проводили по шкалам Янга для мании (YMRS) и позитивных и негативных расстройств (PANSS). Определяли корреляции между индивидуальными количественными клиническими оценками после курса терапии и значениями спектральной мощности узких частотных диапазонов фоновой ЭЭГ, зарегистрированной до начала лечения.

Корреляционный анализ показал, что более слабый ответ на терапию (в виде больших значений сумм баллов по шкалам YMRS и PANSS после курса терапии) ассоциировался либо с исходно сниженным функциональным состоянием лобно-височных отделов коры (в виде положительных корреляций со значениями спектральной мощности медленноволновой дельта и тета ЭЭГ-активности), либо с исходной гиперактивацией коры со стороны стволовых структур головного мозга (в виде положительных корреляций со значениями спектральной мощности высокочастотной бета-активности), то есть с нарушением нормального соотношения процессов возбуждения и торможения. Три синдромально различные группы пациентов, выделенные клинически, различались по структуре корреляций исходных индивидуальных значений спектральной мощности ЭЭГ с количественными клиническими оценками по шкалам YMRS и PANSS после курса терапии.

Выявленные параметры исходной ЭЭГ могут быть кандидатами на роль показателей прогноза индивидуального терапевтического ответа у пациентов с разными формами маниакально-бредовых состояний.

*Исследование поддержано грантом РФФИ №18-01-00029а.*

#### **EEG PREDICTORS OF TREATMENT RESPONSE IN PATIENTS WITH MANIC-DELUSIONAL DISORDERS** **Iznak Ekaterina V.**

Federal State Budget Scientific Institution "Mental Health Research Centre, Moscow, Russia; ek\_iznak@mail.ru

The goal of the clinical-neurophysiological study was the search for possible EEG-predictors of individual response to therapy in patients with manic-delusional states that differ in the structure of the syndrome.

The study included 73 women 18-55 years old (mean age  $33.4 \pm 11.6$  years) who met the criteria of F25.0 and F25.2 according to ICD-10: 14 patients with manic-delusional states, 28 patients with a predominance of sensually delusional and 31 patients with a predominance of ideally delusional disorders. A quantitative clinical assessment of clinical condition of the patients was carried out by the Young Mania Scale (YMRS) and Positive and Negative Disorders Scale (PANSS). The correlations between individual quantitative clinical assessments after the course of therapy and the pre-treatment baseline EEG spectral power values of the narrow frequency bands were determined.

Correlation analysis showed that a poorer response to therapy (in the form of large scores of the post-treatment YMRS and PANSS scales) was associated either with an initially reduced functional state of the fronto-temporal cortex (in the form of positive correlations with the spectral power of the slow-wave delta and theta EEG activity), or with initial cortical hyperactivation from the brain stem structures (in the form of positive correlations with the spectral power of high-frequency EEG beta activity), that reflected the disturbances of the normal ratio of the processes of brain excitation and inhibition. Three syndromally different groups of patients, distinguished clinically, differed in the structure of correlations of the baseline individual values of the EEG spectral power with quantitative clinical scores of the YMRS and PANSS scales after the course of therapy.

The revealed baseline EEG parameters may be candidates for the role of predictors of individual therapeutic response in patients with various forms of manic-delusional states.

*The study supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant No.18-01-00029a).*

#### **БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МЫШЦ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ УДАРОВ ПО МЯЧУ У СТУДЕНТОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ЗИМНИМ ФУТБОЛОМ**

**<sup>1</sup>А.А. Ильин, <sup>2,3</sup>Л.В. Каплевич, <sup>1</sup>Ю.А. Гаева**

<sup>1</sup>Томский университет систем управления и радиоэлектроники, <sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, <sup>3</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

Изучались особенности биоэлектрической активности мышц нижних конечностей при выполнении ударов по мячу у студентов, занимающихся зимним футболом.

Было обследовано 30 мужчин в возрасте 21-25 лет – студентов 3-4 курса: контрольная группа составила 15 человек, занимающихся на специализации футбол; основная группа – 15 человек, занимающиеся на специализации зимний футбол. Спортсмены выполняли удар по мячу на обычной и на скользкой поверхности, имитация скользкой поверхности производилась с помощью слайд-доски GYMSTICK Power Slider 61131-PRO. Для регистрации биоэлектрической активности мышц использовался многофункциональный компьютерный комплекс «Нейро-МВГ-4» (производство НПО Нейрософт, г. Иваново, Россия). Исследовалась биоэлектрическая активность икроножных мышц (медиальная латеральная головка икроножной мышцы), прямой мышцы бедра, длинной приводящей мышцы бедра.

Показано, что у игроков различных специализаций («футбол» и «зимний футбол») сформированы различные, в значительной степени противоположные двигательные стереотипы межмышечной координации при выполнении удара по мячу в привычных им условиях. При повторении данного действия в непривычных условиях мы наблюдаем искажение стереотипа, при чем если у игроков специализации «футбол» оно лишь частичное, то у игроков специализации «зимний футбол» на обычной поверхности двигательный стереотип дезорганизуется практически полностью.



**Заключение:** Тренировка студентов двух изученных специализаций должна проводиться в различных условиях и реализовывать различные стратегии, в частности – должна быть направлена на развитие различных мышечных групп. Так же с осторожностью нужно применять в учебно-тренировочном процессе выполнение ударов в непривычных условиях, так как это может сопровождаться отрицательным переносом навыков и снижать эффективность игровой деятельности спортсменов.

#### **BIOELECTRIC ACTIVITY OF MUSCLES AT EXECUTION OF KICKS BY THE BALLS AT STUDENTS EXERCISING BY WINTER SOCCER**

<sup>1</sup>A.A. Ilyin, <sup>2,3</sup>L.V. Kapilevich, <sup>2</sup>Yu.A. Gaevaya

<sup>1</sup>Tomsk University of Control Systems and Radioelectronics, <sup>2</sup>National Research Tomsk Polytechnic University,

<sup>3</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia.

The purpose of the study was to study the characteristics of the bioelectric activity of the muscles of the lower extremities when performing ball kicks in students involved in winter soccer.

It was examined 30 men aged 21-25 years old - 3-4 year students: the control group consisted of 15 people involved in the specialization of soccer; the main group - 15 people involved in winter soccer specialization. Athletes hit the ball on a normal and on a slippery surface, imitation of a slippery surface was carried out using a slide board GYMSTICK Power Slider 61131-PRO. To record the bioelectric activity of the muscles, the multifunctional computer complex Neuro-MVP-4 was used (produced by the NPO Neurosoft, Ivanovo, Russia). The bioelectric activity of the calf muscles (the medial lateral head of the calf muscle), the rectus femoris muscle, and the long adductors of the femur was studied.

It has been shown that players of various specializations ("soccer" and "winter soccer") have different, largely opposite motor stereotypes of intermuscular coordination when they hit the ball in their usual conditions. When this action is repeated under unusual conditions, we observe a distortion of the stereotype, and if the players of the "soccer" specialization are only partial, then the players of the "winter soccer" specialization are almost completely disorganized on a normal surface.

**Conclusion:** The training of students of the two studied specializations should be carried out in different conditions and implement various strategies, in particular - should be aimed at the development of various muscle groups. Also, caution should be used in the training process to perform strikes in unusual conditions, as this can be accompanied by a negative transfer of skills and reduce the effectiveness of the game activity of athletes.

#### **О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ СТИМУЛЯЦИИ ИММУННОЙ РЕАКЦИИ**

Ионкина Е.Г.<sup>1</sup>, Колчин А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Россия; [helena.ionkina@sechenov.ru](mailto:helena.ionkina@sechenov.ru)

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия; [akolchin@madi.ru](mailto:akolchin@madi.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1065.sudak.ns2020-16/226-227>

Одним из важнейших направлений физиологии и медицины, активно развивающихся в настоящее время, является нейроиммуноэндокринология. Ведущую роль в поддержании гомеостаза в организме выполняет центральная нервная система в тесном взаимодействии с иммунной и эндокринной системами. Нами изучалась активность коры больших полушарий головного мозга при стимуляции иммунной реакции у крыс.

Нами была разработана портативная установка для непрерывной регистрации электрической активности головного мозга. Управление стимулирующими импульсами, подаваемыми на экспериментальное животное через токовый изолятор A365D (World Precision Instruments, Inc.), регистрация электрофизиологических данных с использованием 16-канального АЦП usbdx-fast (Incite Technology, Ltd.) и наблюдение регистрируемой ЭЭГ осуществлялись помещенными в экранирующие корпуса микрокомпьютерами типа Raspberry Pi 3B+ архитектуры ARM, имеющими исчерпывающе документированный интерфейс ввода/вывода общего назначения (General Purpose Input/Output, GPIO), под управлением Raspbian Linux с использованием открытого программного обеспечения проекта Comedi. Аналоговая часть установки была защищена от электромагнитных помех многослойным экранированием; питание установки осуществлялось от автономного источника постоянного тока. Ключевыми особенностями установки являются высокая чувствительность ( $\mu V$ ) и высокое разрешение измерений (частота дискретизации до 100 кГц на канал).

Изучалась динамика изменений ЭЭГ, регистрируемой в соматосенсорной S<sub>1</sub>HL и передней поясной Cg областях правого полушария головного мозга самцов крыс линии Wistar, при стимуляции иммунной реакции при внутрибрюшинном введении бактериального липополисахарида. Визуализация и анализ спектра ЭЭГ в динамике по времени были реализованы с использованием библиотек FFTW (Massachusetts Institute of Technology) для вычисления дискретного преобразования Фурье и ряда комплексных вейвлет-преобразований массивов получаемых данных чрезвычайно большого объема.

*Все исследования проводились согласно принципам GLP.*

## ON SOME ADVANCES IN ANALYSIS OF DYNAMICS OF BRAIN ELECTRICAL ACTIVITY WHILE STIMULATING THE IMMUNE REACTION

Ionkina Helena G.<sup>1</sup>, Kolchin Andrei V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I. M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russia; [helena.ionkina@sechenov.ru](mailto:helena.ionkina@sechenov.ru)

<sup>2</sup>Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia; [akolchin@madi.ru](mailto:akolchin@madi.ru)

Neuroimmunoendocrinology is acknowledged to be among the most important directions in recent research in physiological and medical sciences. The foremost part in homeostasis maintaining in the body is played by the central nervous system in a close interaction with the immune and endocrine systems. We studied the cerebral cortex activity while stimulating the immune reaction in rats.

We developed a portable system for continuous acquisition of the electrical activity of a brain. The management of the stimuli routed to an experimental animal via the constant current isolator unit A365D (World Precision Instruments, Inc.), the acquisition of electrophysiological data with the use of a 16-channel analogue-to-digital converter usbdx-fast (Incite Technology Ltd.), and the visualisation of the acquired electroencephalogram were carried out by Raspberry Pi 3B+ ARM-based microcomputers (placed in shielding enclosures) with exhaustively documented General Purpose Input/Output (GPIO) interface loaded with Raspbian Linux with the Comedi project open-source software. We used a multilayer shielding to protect the analogue part of the system from electromagnetic noise and fed the whole system by an autonomous direct current source. The key features of the system consist of the following: high sensitivity ( $\mu V$ ); high-resolution measurement (discretisation up to a hundred kHz per channel).

We studied the dynamics of the electroencephalogram acquired in the somatosensory S<sub>1</sub>HL and anterior cingulate areas of the right cortex of male Wistar rats while stimulating the immune reaction by the intraperitoneal injection of a bacterial lipopolysaccharide. With the use of the open-source FFTW library (Massachusetts Institute of Technology) to implement the discrete Fourier transformation and a series of complex wavelet transformations of big bodies of data we acquired, we were able to observe and analyse the dynamics of the spectrum of the electroencephalogram over time.

*All investigations were carried out in compliance with the GLP principles.*

## ВЫДЕЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ И ОБРАБОТКА СИГНАЛА БЛИЖНЕГО ИНФРАКРАСНОГО СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ МЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ В ИНТЕРЕЙСЕ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР

Исаев М.Р.

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия; [shycmymypuk@yandex.ru](mailto:shycmymypuk@yandex.ru)

Относительно новым способом регистрации активности мозга является спектроскопия в ближнем инфракрасном диапазоне (БИКС). Этот метод основан на изменениях оптических свойств крови в определённых областях мозга при выполнении ментальных задач, и имеет ряд преимуществ и недостатков по сравнению с ЭЭГ. Недостатками являются низкая частота дискретизации и скорость гемодинамического ответа, а также небольшая глубина проникновения излучения. Главными преимуществами являются устойчивость к движениям оператора ИМК, устойчивость к электрическим помехам и незначительное время на подготовку, так как не требуется использование электропроводящего геля. Это является предпосылкой для создания на основе БИКС процедуры двигательной и социальной реабилитации больных с серьёзными двигательными нарушениями.

В работе использовался прибор фирмы NIRScout с 16 источниками излучения и 8 детекторами, которые располагались по поверхности головы. В качестве задачи испытуемым предлагалось представление сжатия в кулак кистей левой и правой руки и спокойное бодрствование. Целью работы являлся поиск способов отбора признаков, положительно влияющих на распознавание состояний в режиме реального времени. А также последующее сравнение полученного качества классификации с аналогичным для ЭЭГ.

Показано, что применение узкой фильтрации в экспериментах с чередующимися состояниями позволяет эффективно избавляться от низкочастотных трендов в регистрируемом сигнале, что положительно сказывается на качестве распознавания. Также к улучшению классификации ведёт расширение обучающей выборки за счёт предшествующих экспериментальных сессий. Учёт качества классификации по парам каналов БИКС и отбор оптимальных каналов позволяет также улучшить распознавание. Получаемое в итоге качество превышает в среднем аналогичное для ЭЭГ. Полученные результаты можно использовать для создания более эффективной процедуры реабилитации, чем на основе ЭЭГ. *Работа поддержана грантом РФФИ 20-015-00370 а.*

## PROCESSING AND FEATURE EXTRACTION OF THE NEAR INFRARED SIGNAL FOR IMPROVING RECOGNITION OF MENTAL TASKS IN THE BRAIN-COMPUTER INTERFACE

Isaev Mihail R.

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia; Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Near-infrared spectroscopy (NIRS) is a relatively new way to record brain activity. This method is based on changes in the optical properties of blood in certain areas of the brain during performing mental tasks, and has several advantages and disadvantages compared to EEG. The disadvantages are the low sampling rate and the

rate of hemodynamic response, as well as the small depth of light penetration. The main advantages are stability during BCI operator movements, resistance to electrical noise and a short preparation time, since usage of an electrically conductive gel is not required. This makes it possible to create procedure of motor and social rehabilitation, based on NIRS, for patients with serious motor disorders.

We used a NIRScout device with 16 light sources and 8 detectors, which were located on the surface of the head. The subjects were instructed to squeeze left and right hands and sit calm. The goal of the work was to find ways of selecting features that positively affect the recognition of states in real time. As well as the comparison of the obtained classification quality with an EEG.

It is shown that the use of narrow bandpass filter in experiments with rotating states allows one to effectively remove low-frequency trends in the recorded signal, which positively affects the quality of recognition. The enlargement of the training sample due to previous experimental sessions also leads to improved classification. Taking into account the classification quality for pairs of NIRS channels and the selection of optimal channels can also improve recognition. The resulting quality is higher than the average for EEG. The results can be used to create a more effective rehabilitation procedure one based on EEG.

*RFBR funded the reported study according to research project 20-015-00370 a.*

### РОЛЬ МАГНО- И ПАРВОЦЕЛЛЮЛЯРНОЙ СИСТЕМ МОЗГА В НАРУШЕНИИ МЫСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У БОЛЬНЫХ ШИЗОФРЕНИЕЙ

Исаева Е.Р.<sup>1</sup>, Мухитова Ю.В.<sup>1</sup>, Трегубенко И.А.<sup>1</sup>, Шошина И.И.<sup>2</sup>, Ханько А.В.<sup>3</sup>, Лиманкин О.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия, [isajeva@yandex.ru](mailto:isajeva@yandex.ru); <sup>2</sup> Учреждение Российской академии наук Институт физиологии им И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия; <sup>3</sup> Городская психиатрическая больница №1 им. П.П.Кашенко, Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1066.sudak.ns2020-16/228-229>

Нарушения познавательной деятельности при шизофрении происходят на всех уровнях, начиная от непосредственного чувственного отражения действительности, затрагивают процессы внимания, памяти, вплоть до сложных процессов мышления, планирования и контроля. Когнитивные функции тесно связаны с процессами зрительного восприятия, обеспечивающими построение внутренней картины внешнего мира. Выделяют два основных пути, обеспечивающие первичную фильтрацию зрительной информации, - крупноклеточные магноцеллюлярные и мелкоклеточные парвоцеллюлярные каналы, взаимодействие которых обеспечивает работу механизмов глобального и локального анализа, опознание объектов и формирование целостного представления об окружающей среде. Изучение функционального состояния этих каналов имеет важное значение для понимания механизмов сенсорных нарушений, а исследование зрительного восприятия представляется актуальным в связи с его диагностической специфичностью при шизофрении и неразрывной связью с процессами мышления. **Цель исследования** - изучение взаимосвязи магноцеллюлярной и парвоцеллюлярной нейронных систем и мышления у больных с шизофренией. **Материалы и методы исследования:** Обследовано 68 пациентов с диагнозом шизофрения (F 20, МКБ-10), из них 51 человек – мужчины (75%), 17 – женщины (25%), средний возраст 34±12 лет. Применялись психофизиологический и психофизический, а также нейро- и патопсихологические методы. **Результаты исследования:** Установлены прямые корреляционные взаимосвязи между контрастной чувствительностью в диапазоне низких пространственных частот (магноцеллюлярная система) и в диапазоне высоких пространственных частот (парвоцеллюлярная система) с параметром "уровень обобщения"(процесс абстрагирования и категоризации) ( $p \leq 0,05$ ), отрицательные корреляции с параметром "искажение процесса обобщения" (процесс селекции существенных признаков при формировании суждений). Установлена прямая связь уровня внутреннего шума (помехоустойчивость) с уровнем обобщения и обратная связь - с мотивационным компонентом и искажением процесса определения существенных признаков: чем выше уровень шума (выше эффективность опознания, т.е. помехоустойчивость), тем выше уровень категоризации и абстрагирования; чем выше уровень шума, тем меньше "латентных" признаков и меньше мотивационных нарушений допускалось, т.е. помехоустойчивость была тесно связана с мотивационной направленностью мышления. **Заключение.** В исследовании показано, что процесс абстрагирования обеспечивается согласованностью магно- и парвоцеллюлярной нейронных систем. Искажение процесса обобщения обусловлено уровнем внутреннего шума и снижением уровня активности парвоцеллюлярной системы. Взаимодействие магно- и парвоцеллюлярной систем (механизмы глобального и локального анализа) и помехоустойчивость зрительного восприятия обеспечивают регуляторный компонент психической деятельности (отбор существенных, соответствующих действительности признаков предметов и явлений при анализе множества зрительных стимулов) и выбор адекватных стратегий решения мыслительных задач. *Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 18-013-01245А «Зрительное восприятие и мышление при шизофрении»).*

### THE ROLE OF THE MAGNOCELLULAR AND PARVOCELLULAR NEURAL SYSTEMS OF THE THOUGHT DISORDER IN SCHIZOPHRENIA

Isaeva Elena R.<sup>1</sup>, Mukhitova Julianna V.<sup>1</sup>, Tregubenko Ilya A.<sup>1</sup>, Shoshina Irina I.<sup>2</sup>,  
Khan'ko Alexandr V.<sup>3</sup>, Limankin Oleg V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint-Petersburg, Russia, [isajeva@yandex.ru](mailto:isajeva@yandex.ru); <sup>2</sup>Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Science, Saint-Petersburg, Russia; <sup>3</sup> St. Petersburg Psychiatric Hospital No. 1 named after P. P. Kashchenko, Saint-Petersburg, Russia

Disorders of cognitive functions in schizophrenia occur at all levels, starting from the direct sensory reflection of reality, affect the processes of attention, memory, up to complex processes of thinking, planning and control. Cognitive functions are closely related to the processes of visual perception, which ensure the construction of the



internal picture of the external world. There are two main ways that provide primary filtering of visual information - large-cell magnocellular and small-cell parvocellular channels, the interaction of which provides the mechanisms of global and local analysis, recognition of objects and the formation of a holistic view of the environment. The study of the functional state of these channels is important for understanding the mechanisms of sensory disturbances, and the study of visual perception seems relevant in connection with its diagnostic specificity in schizophrenia and an inextricable link with thinking processes. The aim of the study was to study the relationship of magno- and parvocellular neural systems and thinking in patients with schizophrenia. Materials and research methods: 68 patients with a diagnosis of schizophrenia (F 20, ICD-10) were examined, 51 of them were men (75%), 17 were women (25%), the average age was  $34 \pm 12$  years. Psychophysiological, psychophysical and neuro- and pathopsychological methods were used. Results: Close correlation relationships were established between the contrast sensitivity in the low spatial frequency range (magnocellular system) and in the high spatial frequency range (parvocellular system) with the parameter "generalization level" (abstraction and categorization process) ( $p \leq 0.05$ ), and negative correlations with the parameter "distortion of the generalization process" (the process of selection of the essential features of objects and phenomena in the formation of judgments). A direct relationship has been established between the level of internal noise (noise immunity) and the level of generalization and feedback with the motivational component and the distortion of the process of determining the essential features: the higher the noise level (higher recognition efficiency, i.e. noise immunity), the higher the level of categorization and abstraction. Also, the higher the noise level, the less "latent" signs and fewer motivational violations allowed, i.e. noise immunity was closely related to the motivational orientation of thinking. Conclusion: The study showed that the process of abstraction is ensured by the consistency of the magno- and parvocellular neural systems. The distortion of the generalization process is due to the level of internal noise and a decrease in the activity level of the parvocellular system. The interaction of magno- and parvocellular systems and the noise immunity of visual perception provide a regulatory component of mental activity (selection of realistic, relevant signs of objects and phenomena in the analysis of many visual stimuli) and the choice of adequate strategies for solving mental problems. Supported by Russian Foundation for Basic Research (RFBR) № 18-013-01245A.

#### **ФЕНОМЕН ЛИМФАТИЧЕСКОГО ОЧИЩЕНИЯ ТКАНЕЙ МОЗГА ВО ВРЕМЯ СНА**

**Искра Т.Д.<sup>1</sup>, Саранцева Е. И.<sup>1</sup>, Семячкина-Глушковская О. В.<sup>1</sup>, Пензель Т. У.Ф.<sup>1</sup>, Климова М. М.<sup>1</sup>,**  
**<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», Саратов, Россия,**  
**[tata-isk@yandex.ru](mailto:tata-isk@yandex.ru)**

**<https://doi.org/10.29003/m1067.sudak.ns2020-16/229-230>**

Получение принципиально новых знаний о восстановительных свойствах сна и роли лимфатической системы мозга в очищении его тканей от токсинов открывает двери в развитие прорывных технологий в нейрорегенеративной медицине. Сон является ключевым защитным фактором здоровья центральной нервной системы. Однако, механизмы, лежащие в основе восстановительных способностей сна, остаются за пределами понимания ученых.

В периферических тканях очистительную функцию играет лимфатическая система, которая, очищая ткани от токсинов, вирусов, бактерий, тем самым, повышая регенеративные процессы после инфекции, сосудистых и метаболических заболеваний. Какую роль играет лимфатическая система мозга остается неизвестным и актуальным вопросом в нейрофизиологии.

Было показано, что церебральная лимфатическая сеть является «туннелем» для выведения из тканей мозга токсинов, например, бета-амилоида, и молекул, которые пересекают открытый гематоэнцефалический барьер (ГЭБ). Предварительные исследования свидетельствуют о вовлечении лимфатических сосудов мозга в очищении его тканей от продуктов крови. На основании многочисленных экспериментальных данных выдвигается гипотеза о феномене активации дренажной и очистительной функций мозга во время сна.

В ходе выполнения исследований был разработан дизайн эксперимента на грызунах, позволяющий изучать в реальном режиме времени дренажную и очистительную функции лимфатической системы мозга во время бодрствования и сна. Установлено, что активация лимфодренажной функции мозга ассоциирована с повышением процента времени появления медленных волн сна, что подтверждает выдвинутую гипотезу о развитии технологий эффективного выявления данного типа волн с целью управления ночной активацией очистительной и дренажной функции лимфатической системы в условиях патологии (развитие инсульта, болезни Альцгеймера).

*Исследования поддержаны мегагрантом по теме «Открытие фундаментальных механизмов сна для прорывных технологий нейрореабилитационной медицины», (Соглашение № 075-15-2019-1885)*

#### **PHENOMENON OF LYMPHATIC CLEANING OF BRAIN TISSUES DURING SLEEP**

**Iskra Tatiana D.<sup>1</sup>, Sarantseva Elena I.<sup>1</sup>, Semyachkina-Glushkovskaya Oxana V.<sup>1</sup>, Penzel Thomas W.F.<sup>1</sup>, Klimova Maria M.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup>Saratov State University named after N. G. Chernyshevsky, Saratov, Russian Federation, [tata-isk@yandex.ru](mailto:tata-isk@yandex.ru)**

Fundamentally new knowledge about the restorative properties of sleep and the role of the lymphatic system in the brain clearance from toxins opens door to the development of breakthrough technologies in neuroregenerative medicine. Sleep is a protective factor in central nervous system health. However, the mechanisms underlying the regenerative abilities of sleep remain beyond the understanding of scientists.

In the peripheral tissues, the lymphatic system plays a clearance function. Clearance of the tissues from toxins, viruses, bacteria increase the regenerative processes after infection, vascular and metabolic diseases. The role of cerebral lymphatic system remains unknown and stays relevant issue in neurophysiology.

It has been shown that the cerebral lymphatic network is a "tunnel" for removing toxins, for example, amyloid beta, and molecules crossing the open blood-brain barrier (BBB) from brain tissue. Preliminary studies indicate the



involvement of the cerebral lymphatic vessels in the purification of brain tissues from blood products. Based on numerous experimental data, we propose a hypothesis about activation of the drainage and cleansing functions of the brain during sleep.

In the course of research, was developed the design of an experiment on rodents, which allows to study the drainage and cleansing functions of the lymphatic system of the brain during wakefulness and sleep. It was found that activation of the brain's lymphatic drainage function is associated with an increase of percentage of time of occurrence of slow sleep waves, confirming the hypothesis about the development of technologies for the effective detection of this type of waves in order to control the night time activation of the cleansing and drainage function of the lymphatic system in conditions of pathology (stroke, Alzheimer's disease).

In the course of studies of the autonomous regulation of blood circulation during sleep, when analyzing the records of the SIESTA database, a statistically significant coherence and directional relationships between the signals of the EEG leads, the sequence of R-R intervals and respiration in the LF and HF frequency ranges were revealed.

The study shows the perspective analysis of the relationship between ultra-slow fluctuations in the EEG potential and the elements of autonomic nervous regulation of blood circulation for sleep analysis in normal and pathological conditions.

*The research was supported by a megagrant on the topic "Discovery of fundamental sleep mechanisms for breakthrough technologies of neurorehabilitation medicine", (Agreement No. 075-15-2019-1885)*

**ВЛИЯНИЕ СОЧЕТАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И АНТИДПРЕССАНТОВ НА ПРОЦЕССЫ ОБУЧЕНИЯ И ПАМЯТИ У КРЫС С РАЗЛИЧНЫМ ФЕНОТИПОМ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И РАЗНЫМ УРОВНЕМ АКТИВНОСТИ МОНОАМИНЕРГИЧЕСКИХ СИСТЕМ МОЗГА**

**Исмаилова Х.Ю., Теймурова Н.Н.**

Институт Физиологии им.А.И.Караева НАНА, Баку, Азербайджан, [ismailovakh@gmail.com](mailto:ismailovakh@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1068.sudak.ns2020-16/230-231>

Изучалась роль пространственного компонента памяти в формировании памятного следа условной реакции пассивного избегания (УРПИ) при совместном воздействии селективного ингибитора обратного захвата серотонина – флуоксетина (ФЛУ) и тяжелого металла (соли свинца-Рб) у судорожно-толерантных (СТ) и судорожно-чувствительных (СЧ) крыс линии Вистар, различающиеся врожденным соотношением содержания моноаминов (МА) мозга. У СТ крыс в структурах головного мозга выявлен более высокий уровень содержания норадреналина (НА), а у СЧ крыс - более высокий уровень содержания дофамина (ДА) и серотонина (5-НТ). УРПИ изучалась в модифицированной трехкамерной установке "челночная камера", состоящей из освещенного отсека, темного опасного отсека, в котором крыса получала удар током, и темного безопасного отсека, в котором она не подвергалась электрошоковому воздействию. Для оценки УРПИ регистрировали выбор одного из темных отсеков. Введение солей свинца (Рб) (2 мл) во все дни тестирования УРПИ (1-4-6 дни) СЧ животным (1-я группа) показало, что существенная часть их (71%, 59%, 64%) оставалась в стартовом (освещенном) отсеке в состоянии реакции фрустрации (замирание). Введение же ФЛУ (дозе 25 мг/кг (2-я группа) приводило к предпочтению большей части животных темного безопасного отсека и к увеличению числа вертикальных стоек. При сочетанном воздействии Рб и ФЛУ (3-я группа), последний предотвращает нейротоксическое действие, что ведет к предпочтению большей части животных темного безопасного отсека, свидетельствующее об улучшении пространственной памяти и о возможности использования данной модификации методики для изучения ноотропной активности антидепрессантов. Введение же Рб СТ крысам во все дни тестирования УРПИ, приводило к предпочтению темного опасного отсека (74%, 26%, 74%) и увеличению числа груминга, тогда как введение ФЛУ приводило к предпочтению светлого отсека и увеличению числа вертикальных стоек. Сочетанное же введение Рб и ФЛУ приводило к предпочтению темного опасного отсека. Вероятно, у этих животных по мере проявления кумулятивного эффекта Рб по ходу опыта, противодействие нейротоксическому влиянию Рб со стороны ФЛУ уменьшалось. У контрольных СЧ крыс во все дни тестирования отмечалось увеличение латентного периода, отражающее угнетение свойственной грызунам реакции ухода из открытого освещенного пространства в темное, тогда как в группе контрольных СТ животных большая часть их предпочитала безопасный темный отсек. Таким образом, антидепрессивная коррекция нарушения пространственной памяти, вызванного экотоксикантами, зависит как от соотношения активности МА-систем мозга, так и от индивидуальных особенностей центральной нервной системы.

**COMBINED EFFECTS OF HEAVY METALS AND ANTIDEPRESSANTS ON LEARNING AND MEMORY PROCESSES IN RATS WITH DIFFERENT PHENOTYPES OF NERVOUS SYSTEM AND DIFFERENT ACTIVITY LEVELS OF BRAIN MONOAMINERGIC SYSTEM**

**Ismailova Khadija Yu., Teymurova Nigar N.**

A. Garayev Institute of Physiology of ANAS, Baku, Azerbaijan, [ismailovakh@gmail.com](mailto:ismailovakh@gmail.com)

The present work explores the role of spatial component of memory in the formation of memory trace of passive avoidance conditioned reflex (PACR) in convulsive-tolerant (CT) and convulsive-sensitive (CS) Wistar rats with different inborn ratio of brain monoamines (MA) against the combined influence of fluoxetine - selective serotonin reuptake inhibitor and heavy metal (lead salt). It is shown that CT animals had high level of noradrenaline (NA) in the brain structures while the CS had high level of dopamine (DA) and serotonin (5-HT). PACR was studied in modified three-chamber shuttle consisting of lighted compartment, dark unsafe compartment where the rats got electric shock and dark safe compartment where they did not get electric shock. For an assessment of PACR a choice of one of the dark compartments was registered. The administration of Pb salts (2ml) to CS animals (the first group) all PACR testing days (1-4-6 days) showed that a substantial part of them (71%, 59%, 64%) remained in the starting (lighted) compartment in the state of frustration. The administration of fluoxetine at a dose of

25 mg/kg (the second group) led to the preference of a dark safe compartment by most animals and to an increase of the number of rearing. During combined exposure to Pb and fluoxetine (the third group), the latter prevents neurotoxic effect, which leads to the preference of a dark safe compartment by most animals. That indicates the improvement of spatial memory and the possibility of using the method of this modification for studying nootropic activity of antidepressants. The administration of Pb to CT rats all PACR testing days led to the preference of a dark unsafe compartment (74%, 26%, 74%) and to an increase of the number of grooming while the administration of fluoxetine led to the preference of a lighted compartment and an increase of the number of rearing. Combined administration of Pb and fluoxetine led to the preference of a dark unsafe compartment. Probably, due to the cumulative effect of Pb during the experiment counteraction of fluoxetine to the neurotoxic effect of lead decreased. In the control CS rats, all days of testing, there was an increase of the latent period, which reflected the inhibition of the rodents' inherent reaction of moving from open lighted space to the dark while most of the CT rats preferred a dark safe compartment.

Thus, that antidepressive correction of spatial memory impairment caused by ecotoxics depends on both the ratio of the brain MA systems activity and the individual characteristics of the central nervous system.

### **О ЗНАЧЕНИИ АНГИНОЗНОЙ БОЛИ В ИЗМЕНЕНИИ ИНДЕКСА ТЯЖЕСТИ СИМПТОМОВ У ПАЦИЕНТОВ С ИБС В ПРОЦЕССЕ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ**

**Ишинова В.А., Поворинский А.А., Митякова О.Н.**

ФГБУ «Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им Г.А. Альбрехта» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, 195067, Санкт-Петербург, ул. Бестужевская, д. 50, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: [vaishinova687@yandex.ru](mailto:vaishinova687@yandex.ru)

В настоящей работе представлены данные исследования психоэмоционального состояния пациентов с ИБС, страдающих ангинозной болью и без нее.

Целью работы являлось изучение влияния ангинозной боли на индекс тяжести симптомов и эмоциональное состояние у пациентов с ИБС в начале и в конце курса медицинской реабилитации в сравнении с больными ИБС без ангинозной боли.

Было обследовано 76 больных ИБС, из числа которых у 54 пациентов (гр.1) отмечались жалобы на наличие ангинозной боли (АБ), а у 22 пациентов (гр.2 контрольная группа) жалобы на АБ отсутствовали. Интенсивность АБ определялась с помощью ВАШ, для оценки эмоционального состояния и тяжести заболевания использовали клиническую шкалу самоотчета – SCL-90-R (ANX тревожность; DEP – депрессия; HOS – враждебность; GSI- индекс тяжести симптомов). Пациенты проходили курс медицинской реабилитации (МР) с применением медикаментозного лечения, физиотерапии, ЛФК, аутогенной тренировки, направленной на улучшение эмоционального состояния и восстановления сна. С целью снижения интенсивности АБ для пациентов гр. 1 использовалась Эмпатотехника. Проводилась статистическая обработка полученных результатов.

Результаты и их обсуждение. У пациентов гр. 1 на фоне АБ сильной степени интенсивности ( $5,35 \pm 0,31$ ) выявлены высокие значения негативных эмоций (ANX  $0,91 \pm 0,09$ ; DEP  $\pm 0,96 \pm 0,08$ ; HOS  $0,81 \pm 0,10$ ) и индекса тяжести симптомов (GSI  $0,86 \pm 0,06$ ). Пациенты гр. 2 оценивали интенсивность АБ как состояние дискомфорта ( $1,93 \pm 0,35$ ), что сопровождалось достоверно более низкими показателями негативной триады (ANX  $0,34 \pm 0,06$ ; DEP  $\pm 0,40 \pm 0,07$ ; HOS  $0,53 \pm 0,14$ ) и незначительно повышенным показателем GSI ( $0,45 \pm 0,06$ ). После окончания курса МР у пациентов гр. 1 отмечалось снижение интенсивности АБ до  $1,51 \pm 0,24$  баллов и улучшение эмоционального состояния (ANX  $0,38 \pm 0,04$ ; DEP  $0,44 \pm 0,05$ ; HOS  $0,35 \pm 0,05$ ), показатели которых не имели достоверных различий с показателями гр. 2, как и показатель GSI ( $0,42 \pm 0,03$ ).

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод о доминирующем влиянии АБ на оценку пациентами с ИБС тяжести заболевания и своего эмоционального состояния, что необходимо учитывать при подборе для этой группы больных адекватных методов МР.

### **THE ROLE OF ANGINOUS PAIN IN THE CHANGE OF SYMPTOMS SEVERITY INDEX IN PATIENTS WITH CORONARY HEART DISEASE DURING MEDICAL REHABILITATION**

**Ishinova V.A., Povorinsky A.A., Mityakova O.N.**

FSBI "Federal Scientific Disabled Rehabilitation Center named after G.A. Albrecht", 195067, St. Petersburg, Bestuzhevskaya str., 50, Russia. E-mail: [vaishinova687@yandex.ru](mailto:vaishinova687@yandex.ru)

This article presents the investigation results of the psycho-emotional state of coronary heart disease (CHD) patients with and without anginous pain (AP).

Objective: to study the impact of the anginous pain on symptoms severity index and emotional state of CHD patients suffering from anginous pain at the beginning and at the end of the medical rehabilitation course in comparison with CHD patients without anginous pain.

Materials and Methods. There were examined 54 CHD patients suffering from AP (Gr. 1) and 22 CHD patients (Gr. 2) without it (control group). VAS was used for assessment of the AP intensity. The emotional state was measured by means of the Clinical Scale of Self-report SCL-90-R (ANX – anxiety; DEP – depression; HOS – hostility; GSI - symptoms severity index). Patients were undergoing Medical rehabilitation course consisting of pharmaceutical treatment, physiotherapy, exercise therapy, autogenic training for emotional state improvement.

Results and discussion. In patients of Gr. 1 there were found AP of high intensity ( $5,35 \pm 0,31$ ), indices of the high levels of negative emotions (ANX  $0,91 \pm 0,09$ ; DEP  $\pm 0,96 \pm 0,08$ ; HOS  $0,81 \pm 0,10$ ) and the symptom severity index (GSI  $0,86 \pm 0,06$ ). Patients of Gr. 2 estimated AP intensity as discomfort state ( $1,93 \pm 0,35$ ), that was accompanied by lower indices of emotional negative triad (ANX  $0,34 \pm 0,06$ ; DEP  $\pm 0,40 \pm 0,07$ ; HOS  $0,53 \pm 0,14$ ) and GSI ( $0,45 \pm 0,06$ ). At the end of MR course the decrease of AP intensity ( $1,51 \pm 0,24$ ), improvement of the emotional state (ANX  $0,38 \pm 0,04$ ; DEP  $0,44 \pm 0,05$ ; HOS  $0,35 \pm 0,05$ ) and decrease of the GSI ( $0,42 \pm 0,03$ ) were registered. The received indices had no significant differences from the ONES of Gr. 2.

Thus, the investigation results provide grounds to state that AP influences the severity of disease and emotional state estimation by the patients with coronary heart disease. This should be taken into consideration when determining adequate MR methods for patients with coronary heart disease and suffering from anginous pain.

### **ПОСТСТИМУЛЬНАЯ БОЛЬ: ИЗМЕНЕНИЕ ЦВЕТА ЗРИТЕЛЬНЫХ ОЩУЩЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ЭМПАТОТЕХНИКИ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЬЮ РАЗНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

**Ишинова В. А.**

ФГБУ «Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им Г.А. Альбрехта» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, 195067, Санкт-Петербург, ул. Бестужевская, д. 50, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: [vaishinova687@yandex.ru](mailto:vaishinova687@yandex.ru)

В работе представлены результаты исследования изменений параметров цвета зрительных ощущений (ЦЗО) при наличии боли в триггерных точках (ТТ) и различных участках тела (РУТ) у пациентов с хронической болью (ХБ) разного происхождения и в условиях ее отсутствия до и после первого и последнего сеансов Эмпатотехники (ЭТ). Обследованы: 49 пациентов (гр.1) с психогенной болью; 54 пациента (гр.2) с соматогенной болью (больных ИБС); 79 пациентов (гр. 3) с неврогенной болью (на примере фантомной боли). Контрольная группа (гр. 4) состояла из 36 здоровых испытуемых. Интенсивность ХБ определяли с помощью ВАШ. Для устранения боли применяли ЭТ, действие которой направлено усиление активности антиноцицептивной системы, что приводит к дезактивации очага повышенной возбудимости в головном мозге и устранению ощущений боли. В конце сеанса пациенту предлагалось выбрать цвет в программе Microsoft Word, соответствующий ЦЗО, соответствующих наличию или отсутствию боли с использованием цифровых кодов Red/Green/Blue (R/G/B). В начале курса пациенты оценивали интенсивность ХБ как «сильную» (гр.1:  $7,06 \pm 0,34$ ; гр.2:  $5,35 \pm 0,31$ ; гр. 3:  $6,61 \pm 0,22$ ). ЦЗО, возникающие в ответ на постстимульную боль (ПСБ), соответствовали цветам длинноволновой части спектра (R/G/B: гр.1= $205,09 \pm 14,79/118,36 \pm 22,91/66,09 \pm 17,17$ ; гр.2=  $205,92 \pm 17,56/79,17 \pm 21,77/85,4 \pm 18,35$  и гр. 3= $177,15 \pm 9,66/115,31 \pm 9,39/81,32 \pm 9,21$ ). К концу курса на фоне незначительной ХБ (гр.1= $2,50 \pm 0,23$ ; гр.2= $1,51 \pm 0,24$ ; гр. 3= $1,73 \pm 0,13$ ; гр.4= $1,31 \pm 0,10$ ) параметры ЦЗО у пациентов соответствовали параметрам ЦЗО контрольной группы (R/G/B: гр.1= $191,50 \pm 12,24/202,50 \pm 9,05/202,70 \pm 9,34$ ; гр.2= $182,18 \pm 8,88/182,18 \pm 8,88/182,18 \pm 8,88$ ; гр.3=  $196,73 \pm 6,78/210,38 \pm 5,13/200,69 \pm 7,05$ ; гр.4= $181,88 \pm 7,59/182,20 \pm 7,54/182,20 \pm 7,54$ ). Можно предположить, что ПСБ способствует активации клеток-опponentных цветовых пар Герринга, возбудимость которых подавляется клетками-off. Снижение интенсивности хронической боли, изменение параметров ЦЗО у пациентов всех групп и приближение их к параметрам здоровых испытуемых, позволяют думать, что ЦЗО может быть индикатором функционального состояния ЦНС, а оппонентно-цветовые системы Герринга могут являться структурной частью болевой сенсорной системы организма и одним из признаков активности ноцицептивной и антиноцицептивной систем. ЭТ помогает не только устранить ощущения боли, но и может быть инструментом для изучения психофизиологических механизмов динамики сенсорной чувствительности.

### **POSTSTIMULUS PAIN: THE CHANGE OF VISUAL SENSATIONS COLOR IN PROCESS OF EMPATHO-TECHNIQUE IN PATIENTS WITH CHRONIC PAIN OF DIFFERENT ORIGIN**

**Ishinova V.A.**

FSBI "Federal Scientific Disabled Rehabilitation Center named after G.A. Albrecht", 195067, St. Petersburg, Bestuzhevskaya str., 50, Russia. E-mail: [vaishinova687@yandex.ru](mailto:vaishinova687@yandex.ru)

This article presents the investigation results of the visual sensations color parameters change in the trigger points (TP) and different body areas (DBA) with or without pain in patients with chronic pain (CP) of different origin during Empatho-technique sessions.

There were examined 49 patients (Gr.1) with psychogenic pain; 54 patients (Gr. 2) with somathogenic pain (patients with coronary heart disease, suffering from anginose pain); 79 patients with neurogenic pain ( patients after amputation suffering from phantom pain). Control group (Gr. 4) included 36 persons.

The intensity of CP was assessed with VAS. Empatho-technique was applied for relieving pain sensations intensity. Empatho-technique's impact was aimed at the increase of antinociceptive system activity, the excitation focus deactivation in the brain and elimination of the pain sensations. At the end of every session, the patients selected color in the Microsoft Word program corresponding to visual sensation color which reflected the pain in TP and DBA and its absence. The digital codes Red/Green/Blue (R/G/B) were registered in the research report.

At the beginning of the Empatho-technique course the patients evaluated CP intensity as "strong" (rp.1:  $7,06 \pm 0,34$ ; rp.2:  $5,35 \pm 0,31$ ; rp. 3:  $6,61 \pm 0,22$ ). CVS which appeared in response to poststimulus pain in TP and DBA corresponded to the long wave color of chromatic spectrum (R/G/B: Gr.1=  $205,09 \pm 14,79/118,36 \pm 22,91/66,09 \pm 17,17$ ; Gr.2=  $205,92 \pm 17,56/79,17 \pm 21,77/85,4 \pm 18,35$  and GR. 3= $177,15 \pm 9,66/115,31 \pm 9,39/81,32 \pm 9,21$ ). At the end of the course the CP intensity (rp.1= $2,50 \pm 0,23$ ; rp.2= $1,51 \pm 0,24$ ; rp. 3= $1,73 \pm 0,13$ ; rp.4= $1,31 \pm 0,10$ ) was evaluated as "slight" and revealed itself in the light-grey colors as they were in control group (R/G/B: rp.1= $191,50 \pm 12,24/202,50 \pm 9,05/202,70 \pm 9,34$ ; rp.2= $182,18 \pm 8,88/182,18 \pm 8,88/182,18 \pm 8,88$ ; rp.3=  $196,73 \pm 6,78/210,38 \pm 5,13/200,69 \pm 7,05$ ; rp.4= $181,88 \pm 7,59/182,20 \pm 7,54/182,20 \pm 7,54$ ).

It is expected that poststimulus pain enhances the activity of the cells-on, and their excitability is inhibited by the cells-off. The decrease of the chronic pain intensity, the change of CVS parameters and their approach to parameters of the control group lead to the assumption that CVS are the indicators of the CNS functional condition, and in this case Gerring's systems of opponent colors can be structural part of the body's sensory pain system and can serve a sign of the nociceptive and antinociceptive systems' activity. Empatho-technique enables not only to eliminate the pain sensations, but it can also be a research tool for the investigation of the psychophysiological mechanisms of the sensory sensitivity dynamics.



## **ОСОБЕННОСТИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ИБС, ПЕРЕНЕСШИХ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИЮ МИОКАРДА И БЕЗ НЕЕ**

**Ишинова В.А., Сеницын И.В., Громова С.В.**

ФГБУ «Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им Г.А. Альбрехта» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, 195067, Санкт-Петербург, ул. Бестужевская, д. 50, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: [vaishinova687@yandex.ru](mailto:vaishinova687@yandex.ru)

Работа посвящена исследованию психофизиологического состояния пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС).

Целью работы являлось исследование изменений психофизиологического состояния больных ИБС с ангинозной болью (АБ), перенесших реваскуляризацию миокарда и без оперативного вмешательства в процессе медицинской реабилитации.

Материалы и методы. Было обследовано 90 больных ИБС с АБ, из числа которых 54 пациента (гр.1) подверглись реваскуляризации миокарда и 36 пациентов (гр.2) без оперативного лечения. Для исследования психофизиологического состояния применялся восьмицветовой тест Люшера (определялись процентные соотношения трофотропных (ТТВ) и эрготропных (ЭТВ) влияний). Интенсивность АБ определялась с помощью ВАШ. Эмпатотехника (ЭТ) использовалась для снижения интенсивности АБ.

Результаты и их обсуждение. До начала курса ЭТ межгрупповые показатели АБ сильной степени интенсивности (гр.1= $5,35 \pm 0,31$  и гр.2 =  $6,15 \pm 0,24$ ) не имели достоверных различий. Процентное соотношение числа пациентов гр. 1 с ТТВ/ЭТВ показало преобладание их средних диапазонов (32%/38%), характеризующихся стабильностью и психофизиологической мобилизованностью в большей степени, чем в гр.2 (22%/22%). Признаки повышенной возбудимости преобладали в обеих группах (гр. 1=19%; гр. 2= 31%) над проявлением признаков хронического переутомления (гр. 1=11%; гр.2=25%). В конце курса, несмотря на снижение ( $p < 0,01$ ) интенсивности АБ (гр.1= $1,51 \pm 0,24$  и гр.2 =  $3,36 \pm 0,31$ ) в обеих группах, ее показатель в гр.2 был существенно выше и соответствовал умеренному уровню. Отмечалось увеличение средних диапазонов ТТВ/ЭТВ (31%/31%) и снижение числа пациентов с повышенной возбудимостью (14%) в гр. 2. В гр. 1 обнаружено увеличение ТТВ до 40%.

Таким образом, к концу курса ЭТ отмечалось улучшение психофизиологического состояния пациентов обеих групп. Однако у пациентов гр. 2 интенсивность АБ снизилась только до умеренного уровня, поскольку причина (ишемизация миокарда вследствие нарушения кровотока в коронарных артериях) возникновения АБ оставалась прежней. Устранен был только ее психогенный компонент.

## **PECULIARITIES PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE OF PATIENTS WITH CORONARY HEART DISEASE AFTER MYOCARDIAL REVASCULIZATION AND WITHOUT IT**

**Ishinova V.A., Sinitsyn I.V., Gromakova S.V.**

FSBI "Federal Scientific Disabled Rehabilitation Center named after G.A. Albrecht", 195067, St. Petersburg, Bestuzhevskaya str., 50, Russia. E-mail: [vaishinova687@yandex.ru](mailto:vaishinova687@yandex.ru)

This article is aimed at the investigation of psychophysiological state of patients with coronary heart disease (CHD).

Objective: to study the change of psychophysiological state of patients with coronary heart disease suffering from anginous pain after myocardial revascularization and without surgery treatment during the medical rehabilitation.

Materials and methods. There were examined 90 CHD patients with anginous pain (AP). 54 patients from them underwent myocardial revascularization (Gr. 1) and 36 patients had no surgery treatment (Gr. 2). Luscher eight-color test was used for investigation of psychophysiological state of patients – percent correlation of the trophotropic (TT) and ergotropic (ET) tendencies was evaluated. The intensity of AP was assessed by means of VAS. Empatho-technique was applied for AP elimination.

Results and discussion. Before the Empatho-technique course, the intergroup AP indices of the strong intensity (Gr.1:  $5,35 \pm 0,31$  and Gr. 2:  $6,15 \pm 0,24$ ) had no significant differences.

The percent correlation of the TT and ET tendencies in patients of Gr.1 (32% and 38%) showed the domination of their medium ranges compared to patients of Gr. 2 (22% and 22%).

The figures of the hyperexcitability dominated in the both groups (Gr. 1: 19%; Gr. 2: 31%) over asthenia (Gr. 1: 11%; Gr. 2: 25%).

At the end of the course despite the decrease of AP intensity (Gr.1:  $1,51 \pm 0,24$  and Gr.2:  $3,36 \pm 0,31$ ) at the both groups, AP figure in patients of Gr.2 was significantly higher and equaled the moderate level. Also there were observed the increase of the TT/ET medium ranges (31%/31%) and the decrease of patients' number with hyperexcitability (Gr.2: 14%). The increase of TT (40%) tendencies were registered in patients of Gr. 1.

Thus, at the end of the Empatho-technique course, the improvement of psychophysiological state of patients in the both groups was registered.

Thus, at the end of the Empatho-technique course, the improvement of psychophysiological state of patients in the both groups was registered. However, the decrease of AP intensity was observed in patients of Gr. 2 to moderate level, because the underlying cause of the AP appearance (the impaired blood flow in the coronary arteries leading to myocardial ischemia) was not eliminated but its psychogenic component only was removed.

## **МОЗГ И ПСИХИКА: ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ВАРИАНТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ**

**Кабардов М.К.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение Психологический институт РАО, Москва, Россия; [kabardov@mail.ru](mailto:kabardov@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1069.sudak.ns2020-16/233-234>

Роль психологии в подготовке и сохранении высококвалифицированных профессионалов – в решении вопроса об интеллектуальном (кадровом) и организационно-управленческом (социально-



психологическом, социо- и этно-культурном) потенциале России – возрастает. В проекте предусматривается объединение усилий психолого-педагогических кадров, специалистов в области психогенетики, нейропсихологии, психофизиологии разных регионов РФ (гг. Москва, Новосибирск, Белгород; Екатеринбург).

Развитие человеческой индивидуальности (уникальности) нужно рассматривать, как реализацию природно- и социально-обусловленных факторов; и как стратегический ресурс национальной безопасности и инновации России. Возникает потребность фундаментального анализа, связанного с выявлением потенциальных ресурсов разного уровня: биологических (психофизиологических, психогенетических и нейропсихологических), социальных (средовых, экологических, социально-психологических), технологических (объективные методы, традиционные образовательные методы и инновационные технологии). Качественному и количественному анализу подвергаются два класса способностей — коммуникативные и когнитивные — с их природными предпосылками, являющимися предикторами индивидуальных конфигураций общих и специальных способностей.

Цифровизация как применение цифровых технологий в образовательной системе ведет к смене и образовательных технологий, требующих оценки возможностей, ограничений, связанных с индивидуально-типологическими (нейро- и психофизиологическими), возрастными и пр. условиями. Структура и функции мозга достаточно консервативны по отношению к изменяющимся социальным условиям и требуют изучения возможности реализации выявленных функций мозга в условиях перехода к «цифровизации» образовательных систем. Индивидуальные различия будут сопряжены с учебными достижениями и с обучаемостью. Методологической и теоретико-экспериментальной базой служит концепция благоприятного соотношения природных предпосылок (задатков) и социальных факторов в системе «учитель-метод-ученик» (М.К. Кабардов) есть залог успешности, обучаемости, обученности (компетентности).

В этой парадигме возникают вопросы «готовности»: а) педагогических кадров образовательных учреждений; б) материально-технической базы школ и других образовательных учреждений; в) психодиагностической техники.

*Проект поддержан грантом РФФИ № 19-29-14177/19*

## **BRAIN AND MIND: INDIVIDUAL CHOICES FOR PROCESSING INFORMATION**

**Kabardov Mohkamed.K.**

Federal state budgetary scientific institute Psychological Institute of Russian Academy of Education, Moscow, Russia; kabardov@mail.ru

The role of psychology in education and retention of highly qualified specialists and professionals has increased in solving the issues of intellectual (personnel), organizational, and managerial (socio-psychological, socio- and ethno-cultural) potential of Russia. The project provides for combining the efforts of psychological and pedagogical personnel, specialists in the field of psychogenetic, neuropsychology from different regions of the Russian Federation (Moscow, Novosibirsk, Belgorod, and Yekaterinburg).

The development of human individuality (uniqueness) should be considered as implementation of natural and social factors, and as strategic resource for national security and innovation in Russia. There is a need for fundamental analysis related to the identification of potential resources from different level such as biological (psychophysiological, psychogenetic, and neuropsychological), social (environmental, ecological, socio-psychological), and technological (objective methods, traditional educational ones, and innovative technologies). Qualitative and quantitative analysis is done for two classes of abilities: communicative and cognitive with their natural prerequisites being predictors of individual configuration of general and special abilities.

Digitalization as the application of digital technologies in the educational system is also leads to changes in educational technologies that require assessment of opportunities, restrictions, associated with individual and typological (neuro- and psychophysiological), age-related and other conditions. The structure and functions of the brain are quite conservative in relation to changing social conditions and require to study possibilities of implementing the identified brain functions in the context of the transition to "digitalization" of educational system. Individual differences will be associated with academic achievements and educability. The methodological, theoretical and experimental basis is the concept of a favorable ratio of natural prerequisites (inclinations) and social factors in the system "teacher–method–student" (M.K.Kabardov) what is the key to success, educability, and learning (competence).

The paradigm raises questions about the "readiness" of a) the teaching staff of educational institution; b) the material and technical base of schools and other educational institution; c) psychodiagnostic techniques.

*The study was supported by Russian Foundation for Basic Research (Project №19–29–14177/19).*

## **ИНЕРТНОСТЬ ВЗОРА КАК ОДНА ИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ СИНДРОМА АСПОНТАННОСТИ**

**Каверина М.Ю.<sup>1</sup>, Карчевская А.Е.<sup>2</sup>, Квардакова А.В.<sup>1</sup>, Вигасина К.Д.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup> ФГАУ «НМИЦ Нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Москва, Россия;

<sup>2</sup> Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия;

<sup>3</sup> Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия

[mkaverina@nsi.ru](mailto:mkaverina@nsi.ru); [magic.letters@yandex.ru](mailto:magic.letters@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1070.sudak.ns2020-16/234-235>

Синдром аспонтанности является одним из наиболее серьезных последствий тяжелых поражений мозга. У больного происходит резкое сужение интересов, пропадает интенция к совершению активных действий. Данный синдром является сложнейшим препятствием для реабилитации, больного не удается вовлечь в произвольную деятельность по преодолению вызванных поражением мозга нарушений (А.Р.Лурия, 1969; Е.Д.Хомская, 1987). Объективизация всех составляющих синдрома аспонтанности – одна

из актуальных проблем реабилитационной теории и практики. Задачей настоящего исследования являлось изучение особенностей взора больных с синдромом аспонтанности на разных стадиях восстановления.

В работе была использована оригинальная методика «Видео АВП» (О.А.Кроткова с соавт., 2019). Во время демонстрации видеосюжета длительностью 60 секунд осуществлялась регистрация движений глаз с помощью айтрекера Mangold VT3 mini (частота дискретизации – 200 Гц, точность – 0,5°). Первичная обработка данных происходила в программе Mangold Analyzer, для выделения фиксаций применялся алгоритм пороговой дисперсии I<sub>DT</sub> (максимальная дисперсия – 50 пх, минимальная длительность фиксаций – 80 мс). Статистическая обработка данных производилась в программе MATLAB 2019b. В исследовании участвовали двое больных с синдромом аспонтанности, наблюдавшихся в динамике до и после реабилитационных мероприятий. Контрольную группу составили 22 здоровых испытуемых.

Было показано, что зрительные фиксации больных более длительны по сравнению с нормой: медиана распределения выше на 70 мс ( $p=0.01$ , тест Вилкоксона), верхняя квартиль выше на 200 мс, максимальное значение фиксаций выше на 300 мс, чем в норме. Также было проведено сравнение длительности фиксаций у пациентов до и после реабилитации: наблюдалась тенденция к уменьшению длительности фиксаций после реабилитации, однако различия не достигли уровня статистической значимости ( $p=0.7$ , тест Вилкоксона для связанных выборок). Клинические проявления синдрома аспонтанности ко второму исследованию стали менее выраженными – навыки самообслуживания улучшились, в диалоге появились короткие фразы, стали регистрироваться единичные эмоциональные реакции. Инертность, малоподвижность взора, «застывание на одной точке» согласуется с общими особенностями поведения аспонтанных больных.

Стратегии движений глаз при рассматривании и запоминании статичных картинок и экологически валидных движений принципиально различаются. Для запоминания статичных картинок требуется пристальный взор с длительными фиксациями на значимых деталях изображения (О.А.Кроткова, М.Ю.Каверина, Г.В.Данилов, 2018). Для запоминания динамично развивающихся событий требуется определённый уровень «подвижности» взора (М.Ю.Каверина с соавт., 2019). Инертность взора как одна из составляющих синдрома аспонтанности, частично объясняет ещё один дефект – грубые нарушения памяти на текущие события у этих больных.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 19-29-01002 мк*

#### THE INERTIA OF GAZE STRATEGY AS ONE OF THE COMPONENTS OF ASPONTANEITY SYNDROME

Kaverina Maria<sup>1</sup>, Karchevskaya Anna<sup>2</sup>, Kvardakova Anastasia<sup>1</sup>, Vigasina Kristina<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> N.N.Burdenko National Medical Research Center for Neurosurgery, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;

<sup>3</sup> Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia;

[mkaverina@nsi.ru](mailto:mkaverina@nsi.ru); [magic.letters@yandex.ru](mailto:magic.letters@yandex.ru)

Aspontaneity syndrome is one of severe consequences of brain disorders. The syndrome is expressed in the decrease of initiative, spontaneous volitions and it makes rehabilitation very difficult. We investigated the syndrome of aspontaneity and the features of its manifestation upon the presentation of task for episodic memory. All subjects watched a video clip (duration - 60 seconds). During the watching eye movements were registered and compared eye movements in norm and in patients with brain disorders. The control group consisted of 22 healthy subjects aged 21 to 33 years and the experimental consisted of two patients aged 25 to 35. Immediately after watching the video, all subjects were interviewed. During the interview, it was revealed that patients remembered the material significantly worse than the norm group, reproducing only short episodes and unimportant details.

Eye movements were recorded while watching a video using the Mangold VT3 mini eyetracker (frame rate - 200 Hz, accuracy - 0.5°). The data was processed in Mangold Analyzer program, I<sub>DT</sub> algorithm was used for the fixation identification (maximum dispersion - 50 px, minimum duration of fixations - 80 ms). Statistical data processing was performed in MATLAB 2019b. We compared the parameters of two distributions of fixation durations (for the whole video clip): in norm and in patients with brain disorders. Distributions of fixation durations in norm and in patients differed significantly. In patients with aspontaneity, there were less amount of fixations, fixations' durations were longer, compared to norm (median is 70 ms higher ( $p=0.01$ , Wilcoxon rank-sum test), the upper quartile is 200 ms higher, and the maximum is 350 ms higher than in norm).

Presumably, such changes in the distribution of fixations are associated with general inhibition and difficulties in switching of attention in patients with aspontaneity. We also suggest that during the rehabilitation process the dynamics of eye movements in patients with head injury will change and become closer to the dynamics in norm.

*This work was supported by the RFBR grant № 19-29-01002 мк.*

#### ВЛИЯНИЕ 1-, 3-, 5- И 7-ДНЕВНОГО ГОЛОДАНИЯ НА АКТИВНОСТЬ МОНОАМИНОКСИДАЗЫ ГИПОТАЛАМУСА И ПЕЧЕНИ 6-МЕСЯЧНЫХ КРЫС

С.О. Кадымова

Институт физиологии им. академика Абдуллы Караева НАН Азербайджана

Ул. Шарифзаде, 78, г.Баку, AZ1100, [gledimova47@mail.ru](mailto:gledimova47@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1071.sudak.ns2020-16/235-236>

Алиментарная недостаточность является одним из факторов окружающей среды, влияющих на рост и развитие организма. По оценке ВОЗ, из каждых 100 человек, живущих на земном шаре, 10 не получают достаточного питания; 200 млн. человек находятся на грани голодной смерти. Голодание как социальная проблема, а также как патологический процесс, сопровождающий ряд заболеваний, привлекает внимание физиологов и клиницистов. К недостатку пищи особенно чувствителен головной мозг. Исследованием ферментной системы можно получить информацию о механизмах, приводящих к нарушению регуляции

метаболических процессов в организме под воздействием экзо- и эндогенных стресс факторов, в том числе и голодания. В этом отношении моноаминоксидаза (МАО; КФ 1.4.3.4), участвующая в окислительном дезаминировании биогенных аминов, представляет большой интерес. Роль МАО в инактивации нейромедиаторов несомненна и нарушение функции и динамики этого фермента приводит к широкому спектру нейродегенеративных заболеваний.

Изучалась динамика активности фермента МАО в гипоталамусе и печени 6- месячных крыс при 1-; 3-; 5- и 7-дневном голодании. Выбор гипоталамуса и печени, как объектов исследования в наших экспериментах, связан с их морфофункциональными особенностями и наличием катехоламинергической системы. Различные сроки пищевой депривации неоднозначно влияли на активность МАО "Б" (субстрат-бензиламин) в гомогенате ткани гипоталамуса и печени крыс. Однодневное голодание незначительно уменьшало активность МАО «Б» в гипоталамусе (на 9%), но немного повышало активность в печени (15%;  $P<0.05$ ). 3-дневное голодание на 20% повышало активность МАО «Б» в гипоталамусе ( $P<0.05$ ), а в печени - на 37% ( $P<0.01$ ), по сравнению с контролем. 5-дневное голодание привело к дальнейшему увеличению активности фермента как в гипоталамусе на 25%, так и в печени на 47% ( $P<0.05$ ;  $P<0.01$ , соответственно), по сравнению с контролем. Но при 7-дневном голодании происходило резкое снижение почти в 1, 5-2 раза активности МАО «Б» как в гипоталамусе, так и в печени по сравнению с контролем (на 29% и 49%;  $P<0.05$ ;  $P<0.01$ , соответственно).

Т.о., установлено, что при любом сроке голодания активность МАО «Б» в гипоталамусе и печени подвергается изменениям в силу морфофункциональных особенностей этих структур, и, особенно сильно это проявляется в печени, как органе детоксикации. Предполагается, что эти изменения в первую очередь связаны с активацией стресс гормонов и ферментов, участвующих в регуляции нейрогуморальных и метаболических систем.

#### **EFFECT OF 1-, 3-, 5- AND 7- DAY FASTING ON THE MONOAMINOXIDASE ACTIVITY OF HYPOTHALAMUS AND LIVER ON OF 6-MONTH- OLD RAT**

**Kadimova Solmaz O. (Mrs)**

Academician Abdulla.Garayev Institute of Physiology, Azerbaijan National Academy of Sciences,  
78,Sharifzadeh str.,Baku, AZ1100, [gedimova47@mail.ru](mailto:gedimova47@mail.ru)

Alimentary insufficiency is one of the environmental factors that affect the growth and development of the body. According to the World Health Organization (WHO), out of every 100 people currently living on the Earth, 10 do not get enough food; 200 million people are on the verge of starvation. Starvation as a social problem, as well as a pathological process that accompanies a number of diseases has long attracted the attention of physiologists and clinicians. The brain is especially sensitive to food shortages. By studying the enzyme system, one can obtain information on the mechanisms leading to a dysregulation of metabolic processes in the body under exo- and endogenous stress factors including starvation. In this regard, monoamine oxidase (MAO; EC 1.4.3.4), which is involved in the oxidative deamination of biogenic amines, is of great interest. Due to the role of MAO in the inactivation of neurotransmitters, impaired MAO function has been detected in a wide range of neurodegenerative diseases and disorders.

The activity of the MAO enzyme was studied in the hypothalamus and liver of 6-month-old rat with 1-;3-;5- and 7-day fasting. The choice of the hypothalamus and liver was associated with their morphofunctional features and the presence of a catecholaminergic system. Different periods of food deprivation ambiguously influenced the activity of MAO "B" (substrate - benzylamine) of the homogenates of the hypothalamus and liver of 6-month-old rats. One-day fasting slightly reduced the activity of MAO B in the hypothalamus (by 9%) and also slightly increased activity in the liver (15%;  $p<0.05$ ). 3-day fasting increased the activity of MAO "B" in the hypothalamus by 20% ( $p<0.05$ ), and in the liver by 37% ( $p<0.01$ ) compared to the control. 5-day fasting led to a further increase in enzyme activity in the hypothalamus by 25%, and in the liver by 47% ( $p<0.05$ ;  $p<0.01$  correspondingly) compared to the control. While, 7-day fasting led to suppression of MAO B activity both in the hypothalamus and the liver by 1,5-2 times compared to the control (29% and 49%;  $p<0.05$ ;  $p<0.01$  correspondingly).

Thus, it has been stated that in all periods of fasting MAO "B" activity undergone to changes both in the hypothalamus and the liver due to their morphofunctional features, particularly it was manifested in the liver, as an organ of detoxification. These changes are supposed to be related with the activation of stress hormones and enzymes which are involved in the regulation of neurohumoral and metabolic systems.

#### **ВЗАИМОСВЯЗИ ХАРАКТЕРИСТИК ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ЗДОРОВЬЯ ПЕРВОКЛАССНИКА И СТИЛЯ СЕМЕЙНОГО ВОСПИТАНИЯ**

**Казакова Е.В., Соколова Л.В., Ипатова В.А.**

Северный (Арктический) Федеральный университет имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия;  
[kaz-elena10@yandex.ru](mailto:kaz-elena10@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1072.sudak.ns2020-16/236-237>

Изучены взаимосвязи характеристик эмоционального здоровья и разных стилей семейного воспитания у младших школьников г. Архангельска. Обследовано 147 детей (64 девочки и 84 мальчика) в возрасте 7–8 лет. Оценка показателей эмоционального здоровья осуществлялась с помощью «Диагностики уровня эмпатических способностей» (В.В. Бойко), опросника агрессивности ребенка (А. Баса – А. Дарки), «Теста уровня школьной тревожности» (Б.Н. Филлипс), «Эмоциональные лица» (Н.Я. Семаго). Стиль семейного воспитания определялся по методикам «PARI» (Е.С. Шефер и Р.К. Белл) и «Анализа семейного воспитания» (Э.Г. Эйдемиллер, В.В. Юстицкис).

Корреляционный анализ выявил, что такие показатели социально-психологической зрелости обследованных, как «социальная смелость», «ответственность», «возбудимость» и «чувствительность» имеют наибольшее количество взаимосвязей со стилями семейного воспитания. Так, например,



«социальная смелость» ребенка связана с такими стилями семейного воспитания, как: «несамостоятельность матери» ( $r=0,196$ ;  $p=0,025$ ); «строгость родителей» ( $r=0,187$ ;  $p=0,033$ ); «подавление активности ребенка» ( $r=0,182$ ;  $p=0,033$ ); «подавление воли ребенка» ( $r=0,171$ ;  $p=0,043$ ); «не включенность отца в воспитательную деятельность» ( $r=0,178$ ;  $p=0,040$ ) и др. Эти данные свидетельствуют, что именно стиль семейного воспитания определяет то, как ребенок будет вести себя в социальных ситуациях, будет ли он склонен к риску, и как будет реагировать на изменения среды.

Обнаружена положительная взаимосвязь между осмысленностью эмоций первоклассника и нарушениями отношений в семье: «безучастность отца» ( $r=0,244$ ;  $p=0,006$ ); «несамостоятельность матери» ( $r=0,244$ ;  $p=0,006$ ); «конфликты в семье» ( $r=0,238$ ;  $p=0,007$ ); «неустойчивый стиль воспитания» ( $r=0,229$ ;  $p=0,008$ ); «неудовлетворенность ролью хозяйки в семье» ( $r=0,222$ ;  $p=0,008$ ) и др. Если в семье неблагоприятная атмосфера, то у ребенка могут наблюдаться нарушения в осмысленности, распознавании и идентификации эмоций; ему сложно правильно интерпретировать эмоциональные реакции других людей. Выявлено, что стиль семейного воспитания связан с показателями тревожности ребенка («низкая сопротивляемость физиологическому стрессу», «проблемы и страх в отношениях с учителем»). В семьях, где нет согласия по вопросам воспитания, где действия родителей в отношении ребенка непоследовательны, у детей не формируются понимание адекватности поступка и его оценки со стороны взрослых. *Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ № 19-013-00348.*

#### RELATIONSHIP BETWEEN CHARACTERISTICS OF EMOTIONAL HEALTH OF THE FIRST-FORMERS AND FAMILY EDUCATION STYLE

Kazakova Elena V., Sokolova Ludmila V., Ipatova Veronika A.

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia; kaz-elena10@yandex.ru

The relationships between the characteristics of emotional health and different styles of family education in primary schoolchildren of Arkhangelsk city were studied. A total of 147 children (64 girls and 84 boys) aged 7–8 years were examined. Assessment of emotional health indicators was carried out using the Diagnostics of the level of empathic abilities (V.V. Boyko), Aggression Questionnaire of Buss-Durkey, School Anxiety Questionnaire (Beeman N. Phillips), Semago's Emotional faces technique. The style of family education was determined by the PARI technique (E.S. Schaefer and R.K. Bell) and the Family relationship analysis (E.G. Eidemiller and V.V. Yustitskis).

Correlation analysis revealed that such indicators of the socio-psychological maturity of the examined students as "social courage", "responsibility", "excitability" and "sensitivity" have the greatest number of relationships with styles of family education. For example, the "social courage" of a child is associated with such styles of family education as: "mother's lack of independence" ( $r=0.196$ ;  $p=0.025$ ); "parents' strictness" ( $r=0.187$ ;  $p=0.033$ ); "suppression of the child's activity" ( $r=0.182$ ;  $p=0.033$ ); "suppression of the child's will" ( $r=0.171$ ;  $p=0.043$ ); "lack of father's involvement in educational activities" ( $r=0.178$ ;  $p=0.040$ ), etc. These data indicate that it is the style of family education that determines how the child will behave in social situations, whether he will be risk averse, and how will respond to environmental changes.

A positive relationship was found between the meaningfulness of emotions of a first-former and violations in family relations: "father's indifference" ( $r=0.244$ ;  $p=0.006$ ); "mother's lack of independence" ( $r=0.244$ ;  $p=0.006$ ); "conflicts in the family" ( $r=0.238$ ;  $p=0.007$ ); "unstable parenting style" ( $r=0.229$ ;  $p=0.008$ ); "dissatisfaction with the role of the hostess in the family" ( $r=0.222$ ;  $p=0.008$ ) and others. If the family has an unfavorable atmosphere, then the child may experience disturbances in meaningfulness, recognition and identification of emotions; it is difficult for them to interpret the emotional reactions of other people correctly. It was revealed that the style of family education is associated with indicators of child anxiety ("low resistance to physiological stress", "problems and fear in relations with a teacher"). In families where there is no agreement on the issues of upbringing, where the actions of parents regarding the child are inconsistent, an understanding of the adequacy of the act and its evaluation by adults is not formed by the child. *The study was carried out with the financial support of RFBR No. 19-013-00348.*

#### ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ОКСФОРДСКОГО КОГНИТИВНОГО СКРИНИНГА В МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

Казымаев С. А.<sup>1</sup>, Шендяпина М. В.<sup>2</sup>, Смоленцева И. Г.<sup>1</sup>

1. ФГБУ Клиническая больница управления делами Президента
2. Гонконгский Университет Когнитивной Нейропсихологии

<https://doi.org/10.29003/m1073.sudak.ns2020-16/237-238>

Нейропсихологические скрининговые методы обследования широко вошли в клиническую практику, помогая экономить время обследования (Тонконогий И., 2007). Далее по результатам скрининга проводится специализированное нейропсихологическое обследование для уточнения дефекта (см. там же). В России в клинической практике доступны такие скрининговые методы как MMSE, Montreal Cognitive Assesmen (MoCA; русская версия доступна по ссылке [www.mocatest.org](http://www.mocatest.org)), КНОСК [Тонконогий И., 2010]. Сила скрининга определяется выборкой на которой производилась стандартизация и валидизация. Представленные скрининги способны оценить разные когнитивные домены, однако сделать оценку зрительного внимания и когнитивных функций у пациентов с афазией весьма ограничены. Для преодоления вышеуказанных недостатков был разработан оксфордский когнитивный скрининг (ОКС). Данный скрининг был адаптирован на русский язык и прошел валидацию (Shendypina M, 2019). Рассмотрим на примере случая сочетание скрининговой и последующей специализированной нейропсихологической оценки. Пациент, 85 лет. Скрининговое обследование по ОКС обнаружило выраженные трудности называния, память грубо не нарушена, выраженные трудности в конструктивном праксисе, а также нарушения управляющих функций, колебания внимания. Обследование по MoCA показало значительно выраженные когнитивные нарушения - 13б. Трудности были в пробах на называние изображений, управляющих функций



и зрительно-пространственных навыков. Память грубо не нарушена. Специальное нейропсихологическое обследование с акцентом на исследование зрительного гнозиса показало фрагментарность восприятия: при предъявлении наложенных изображений КЛЮЧ-ЛАМПА-КУВШИН/ЛОЖКА-ПРИБОР. Исследование памяти также показало не грубые нарушения. Копирование фигуры Рей-Тейлора было выполнено с топографическими ошибками и с деформацией. Последующие наблюдения за пациентом выявили флуктуации внимания. Окончательный диагноз по выписке - деменция с тельцами Леви. Как видно из приведенного случая, в результате скрининга по ОКС и МоСА у пациента были трудности называния реалистичных изображений, проблемы в конструктивном праксисе и нарушение управляющих функций при относительно не грубых нарушениях памяти, также трудности зрительно-пространственного гнозиса. Углубленная оценка по этим доменам выявила причины затруднений - зрительная предметная агнозия, нарушение пространственной переработки информации, нарушения управляющих функций, нарушения внимания, что в последующем позволило уточнить вид развивающейся деменции. На наш взгляд внедрение в практику скрининговых методов и специализированного нейропсихологического обследования является перспективным развитием в области нейропсихологической диагностики.

#### **EXPERIENCE OF OXFORD COGNITIVE SCREENING IN MEDICAL REHABILITATION**

**Kazymaev Sergey A., Shendyapina Maria V., Smolentseva Irina G.**

FSBI Presidential Clinical Hospital, The Cognitive Neuropsychology University of Hong Kong

Neuropsychological screening methods of examination have widely entered into clinical practice, helping to save examination time (I. Tonkonogiy, 2007). Further, based on the results of the screening, a specialized neuropsychological examination is carried out to clarify the defect (see *ibid*). Russian clinical practice exercises such screening methods as MMSE, Montreal Cognitive Assessment (MoCA; Russian version is available at [www.mocatest.org](http://www.mocatest.org)) and BNCE (Tonkonogiy I., 2010) are available. The strength of screening is determined by the sample that was used for the purposes of standardization and validation. The screenings presented are able to evaluate different cognitive domains, but the assessment of visual attention and cognitive functions of patients with aphasia is very limited. To overcome the abovementioned drawbacks Oxford cognitive screening was developed (OCS). OCS has been adapted into Russian language and validated (Shendyapina M., 2019). The following is the example of the case of screening and subsequent specialized neuropsychological assessment combination. The patient is 85 years old. Screening assessment conducted according to OCS revealed expressed difficulties with naming, memory is not roughly impaired, expressed difficulties in constructive praxis as well as impaired control functions, fluctuations in attention. Screening assessment conducted according to MoCA showed significant cognitive impairment - 13b. Difficulties were concentrated in trying to name images, control functions and visual-spatial skills. Memory is not roughly impaired. Special neuropsychological examination with a focus on the investigation of visual gnosia showed fragmentation of perception: upon presentation of superimposed images KEY-LAMP-JUG / SPOON-DEVICE. Memory investigation also revealed no gross impairment. Ray-Taylor figure was copied with topographical errors and with deformation. Subsequent monitoring of the patient showed fluctuations in attention. Final diagnosis upon discharge – dementia with Lewy bodies.

As can be seen from the abovementioned case, as a result of screening using OCS and MoCA, the patient had difficulties in calling realistic images, problems in constructive praxis and impaired control functions with relatively not rough memory impairments, as well as difficulties in visual-spatial gnosia. An in-depth assessment of these domains revealed the causes of difficulties - visual subject agnosia, impaired spatial processing of information, impaired management functions, impaired attention, which subsequently contributed to clarification of developing dementia type. In our opinion, the introduction of screening methods and specialized neuropsychological examinations into practice is a promising prospective development in the field of neuropsychological diagnostics.

#### **ИЗМЕНЕНИЕ МОДУЛИРУЮЩЕГО ВЛИЯНИЯ СЕРОТОНИНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СПИНАЛЬНЫХ МОТОНЕЙРОНОВ ПОСЛЕ ИХ ПОВРЕЖДЕНИЯ**

**Калинина Н.И.<sup>1\*</sup>, Зайцев А. В.<sup>1</sup>, Веселкин Н.П.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; \*[nkalinina54@mail.ru](mailto:nkalinina54@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1074.sudak.ns2020-16/238-239>

В настоящее время появляется всё больше сведений о роли серотонина (5-HT) в восстановлении моторных функций при травмах спинного мозга. В здоровом мозге нисходящие серотонинергические волокна из ядер шва устанавливают прямые контакты с мотонейронами. При травмах мозга нарушается доставка 5-HT к моторным ядрам спинного мозга, а также повреждаются дендриты мотонейронов и премоторных интернейронов, на которых находится основная доля синапсов, в модуляции активности которых участвует 5-HT. Повреждение дендритов не обязательно приводит к гибели мотонейрона, однако функциональные свойства поврежденного мотонейрона (ПМ) могут измениться. Эти изменения важно знать и учитывать при разработке рациональных способов терапии травм спинного мозга. В данной работе мы использовали препарат изолированного сегмента спинного мозга взрослой лягушки для сравнения электрофизиологических свойств ПМ и неповрежденных поясничных мотонейронов (НМ) и модулирующего влияния на них 5-HT и его агонистов. Благодаря особенностям морфологии мотонейронов, имеющих очень разветвленное дендритное дерево, мы могли надежно получать ПМ (на поверхности среза) и НМ (в глубине среза). Используя внеклеточную и внутриклеточную регистрацию, мы выявили значимые различия между этими группами нейронов по величине полевого потенциала, мембранного потенциала покоя, входному сопротивлению, свойствам ПД (амплитуде, полуширине, следовой гиперполяризации), частоте спайков. Мы обнаружили, что 5-HT и  $\alpha$ -Me-5-HT агонист 5-HT(2) рецепторов уменьшали амплитуду следовой

гиперполяризации и увеличивали частоту спайков у НМ, тогда как у ПМ увеличивали амплитуду следовой гиперполяризации и не влияли на частоту разрядов. Кроме того, суматриптан агонист 5-HT (1B/D) рецепторов снижал частоту глицинергических миниатюрных спонтанных потенциалов в НМ и увеличивал ее в ПМ. Ослабление активности ПМ (на постсинаптическом уровне), а также усиление вероятности везикулярного выделения глицина (на пресинаптическом уровне), возможно, предохраняют ПМ от гибели. Результаты проведенного исследования показывают, что свойства мотонейронов и влияние на них нейромодуляторов, в частности, 5-HT могут коренным образом изменяться после повреждений.

*Работа выполнена по теме государственного задания НИР АААА-А18-118012290372-0 и частично поддержана грантом РФФИ 18-04-00247 А.*

#### **CHANGE OF THE MODULATING INFLUENCE OF SEROTONIN ON THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF SPINAL MOTONEURONS AFTER THEIR DAMAGE**

**Kalinina Natalia I.<sup>1\*</sup>, Zaitsev Aleksey V.<sup>1</sup>, Vesselkin Nikolai P.<sup>1, 2</sup>**

<sup>1</sup> I. M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry of RAS, St. Petersburg, Russia; <sup>2</sup> St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia; \*[nkalinina54@mail.ru](mailto:nkalinina54@mail.ru)

The role of serotonin in the motor function recovery after the spinal cord injury (SCI) is currently confirmed by increasingly much evidence. In a healthy brain, descending serotonergic fibers from the raphe nuclei establish direct contacts with motoneurons. In brain injuries, delivery of 5-HT to the motor nuclei of the spinal cord is impaired, as well as dendrites of both motoneurons and premotor interneurons are damaged. At the same time, it is on dendrites that the main share of synapses is located, in the modulation of activity of which 5-HT is involved. Damage to dendrites does not necessarily lead to the death of the motoneuron, however, the functional properties of the damaged motoneuron may change. It is important to know and take these changes into account when developing rational methods for treating SCI. In this work, we used the preparation of an isolated segment of the spinal cord of an adult frog to compare the electrophysiological properties of damaged and intact lumbar motoneurons and the modulating effect of 5-HT and its agonists on them. Due to the specific morphology of motoneurons with a very branched dendritic tree, we could reliably obtain damaged (on the surface of the slice) and intact motoneurons (in the depth of the slice). Using extracellular and intracellular recording, we revealed significant differences between these groups of neurons in terms of field potential, resting membrane potential, input resistance, properties of the action potential (amplitude, half width, afterhyperpolarization), and spike frequency. We found that 5-HT and  $\alpha$ -Me-5-HT (agonist of 5-HT<sub>2</sub> receptors) reduced the amplitude of afterhyperpolarization and increased the frequency of spikes in intact motoneurons, while in damaged ones increased the amplitude of afterhyperpolarization and did not affect the frequency of discharges. In addition, sumatriptan (agonist of 5-HT (1B/D) receptors) reduced the frequency of glycinergic miniature spontaneous potentials in intact motoneurons and increased it in damaged cells. The weakening of the activity of damaged neurons (at the postsynaptic level), as well as the increased likelihood of vesicular secretion of glycine (at the presynaptic level), possibly protect the damaged motoneurons from death. The results of the study show that the properties of motoneurons and the effect of neuromodulators on them, in particular, 5-HT, can radically change after damage. *The work was performed according to the State Science Program Investigations АААА-А18-118012290372-0 and was partially supported by RFBR grant 18-04-00247 А.*

#### **НОВЫЕ РАЗВИВАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДЕТСКОМ ЛАГЕРЕ КАК ЗАЛОГ УСПЕШНОГО ОБУЧЕНИЯ**

**Камнев А.Н.<sup>1</sup>, Макарова С.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>- Московский Государственный Психолого-педагогический Университет, Факультет социальной коммуникации, Москва, Россия; [dr.kamnev@mail.ru](mailto:dr.kamnev@mail.ru)

<sup>2</sup> - Содружество организаторов детского отдыха, Москва, Россия; [baskakova-sa@mail.ru](mailto:baskakova-sa@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1075.sudak.ns2020-16/239-240>

Одной из проблем современной школы является устойчивый рост процента детей, испытывающих трудности в обучении, то есть прогрессирование школьной неуспеваемости.

Среди основных причин школьной неуспеваемости, в том числе, речевого недоразвития, а также невысокой результативности при реализации традиционных методик коррекционно-педагогического воздействия по преодолению этих нарушений многие исследователи называют недостаточную работу определённых отделов коры головного мозга, дисбаланс межполушарного взаимодействия и низкий уровень произвольности у детей дошкольного и школьного возраста.

Таким образом, одним из актуальных вопросов современной педагогики является поиск и разработка новых подходов и методов профилактики и преодоления школьной дезадаптации у детей и подростков. На наш взгляд, одной из наиболее эффективных образовательных площадок может служить детский оздоровительный лагерь, который является идеально подходящей базой для организации более результативной образовательно-воспитательной, а также коррекционно-развивающей деятельности с применением таких развивающих методик, которые способствуют улучшению работы головного мозга и, как следствие, повышению уровня развития психических функций для успешного преодоления, а также профилактики школьной неуспеваемости.

В нашей Программе «Отдых и учеба с радостью» на протяжении нескольких лет помимо разнообразных дисциплин в работу лагеря органично внедряются элементы методик, имеющие коррекционно-развивающую направленность, а именно: нейрокоррекции, мозжечковой стимуляции, терапии сенсорной интеграции. Эффективность их применения обеспечивается встраиванием в различные элементы программы, такие, как утренняя гимнастика, спортивные дисциплины, игротерапия, спортивные состязания, вечерние мероприятия, «физкультминутки» при проведении других дисциплин, элементы разминки перед спортивной нагрузкой, отдельные виды заданий при проведении квестов и ярмарок.

Итогом такого построения работы является значительное повышение результативности в формировании необходимых для успешного обучения знаний, умений и навыков за счет активизации работы мозга детей и подростков, что служит профилактикой и способом преодоления школьной неуспеваемости.

#### NEW DEVELOPING TECHNOLOGIES IN CHILDREN'S CAMP LIKE VEKTOR OF SUCCESSFUL TRAINING

**Kamnev Alexander N.<sup>1</sup>, Makarova Svetlana A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Moscow State Psychological and Pedagogical University,

Faculty of Social Communication, Moscow, Russia; dr.kamnev@mail.ru

<sup>2</sup> Commonwealth of organizers of children's holidays, Moscow, Russia; baskakova-sa@mail.ru

One of the problems of modern school is the steady increase in the percentage of children experiencing learning difficulties, that is, the progression low school performance.

Among the main causes of school failure, including speech underdevelopment, as well as poor performance in the implementation of traditional methods of corrective and pedagogical impact to overcome these disorders, many researchers call the insufficient work of certain departments of the cerebral cortex, the imbalance of interhemispheric interaction and the low level of randomness in preschool children and school age.

Thus, one of the pressing issues of modern pedagogy is the search and development of new approaches and methods for the prevention and overcoming of school maladaptation in children and adolescents. In our opinion, one of the most effective educational sites can be a children's recreation camp, which is an ideal base for organizing more effective educational, upbringing, and correctional and developmental activities using such developmental methods that contribute to improving the brain and, as consequence, increase the level of development of mental functions for successful overcoming, as well as the prevention of school failure.

In our program "Leisure and Learning with Pleasure" over the course of several years, in addition to a variety of disciplines, elements of methods that have a correctional and developmental focus, namely neuro correction, cerebellar stimulation, and sensory integration therapy, have been organically introduced into the camp.

The effectiveness of the application of these techniques is ensured by the fact that they are embedded in various elements of the program, such as morning gymnastics, sports disciplines, a game library, sports, evening events, and «physical education minutes». In addition, they are used in other disciplines, such as warm-up elements before a sports load, certain types of tasks during quests and fairs.

The result of this construction of work is a significant increase in the effectiveness in the formation of the knowledge and skills necessary for successful learning by activating the brain of children and adolescents, which serves as a prevention and a way to overcome school failure.

#### ПРЕДИКТОРЫ ТРУДНОСТЕЙ ОБУЧЕНИЯ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, ВЫЯВЛЕННЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ В ДОШКОЛЬНОМ ВОЗРАСТЕ

**Канторова Е.В.<sup>1</sup>, Горбачевская Н.Л.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Московский государственный психолого-педагогический университет, Москва, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научный центр психического здоровья», Москва, Россия; [elivanoba@mail.ru](mailto:elivanoba@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1076.sudak.ns2020-16/240-241>

В настоящее время, согласно результатам как международных, так и отечественных исследований, около трети учащихся российских школ испытывают сложности при освоении учебных программ (статистические данные Бюллетень о сфере образования 2018 г.).

С целью выявления ранних предпосылок трудностей обучения в течении 5 лет было проведено лонгитюдное исследование 154 учащихся общеобразовательной школы с применением 12 методик психологической и нейропсихологической диагностики.

По результатам диагностики отдельных компонентов учебной деятельности в 4-м классе 37,6% детей группы исследования были отнесены к имеющим трудности обучения, в том числе 10,3 % обучающихся имели лингвистические трудности обучения, 12,3 % - математические, а 15 % учащихся имели сложности сразу по нескольким направлениям учебной деятельности.

Были выявлены отличительные психологические особенности в старшем дошкольном возрасте и в начале обучения в 1 классе у учащихся с диагностированными в 4-м классе трудностями обучения. Математические и лингвистические трудности обучения имеют различную структуру предопределяющих факторов. Предпосылками математических трудностей обучения являются: недостаточная способность самостоятельно выполнить задание, неумение руководствоваться системой условий задачи, сложности зрительно моторной координации. Предпосылками лингвистических трудностей обучения помимо низкого показателя способности самостоятельно выполнить задание и неумения руководствоваться системой условий задачи, являются недостаточный уровень развития фонематического слуха, низкая прочность слухоречевого запоминания, сложности концентрации и устойчивости внимания. Трудности смешанного типа являются наиболее сложной проблемой для учащегося, у них помимо всех описанных для первых двух групп сложностей, имелось выраженное снижение концентрации и устойчивости внимания. При этом главным выявленным предиктором для всех видов трудностей обучения явилось недостаточное развитие навыка самостоятельной работы в начале обучения.

На основании проведенного исследования ранняя профилактика трудностей обучения должна быть направлена на формирование навыков самостоятельной работы, целенаправленное развитие памяти, внимания, фонематического слуха и зрительно-моторной координации.



## PREDICTORS OF LEARNING DIFFICULTIES FOR CHILDREN OF PRIMARY SCHOOL, IDENTIFIED AS A RESULT OF PSYCHOLOGICAL DIAGNOSTICS AT PRESCHOOL AGE

Kantorova Elena V.<sup>1</sup>, Gorbachevskaya Natalia L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia; <sup>2</sup> Laboratory of Neurophysiology, Mental Health Research Center, Moscow, Russia; [elivanoba@mail.ru](mailto:elivanoba@mail.ru)

Currently, according to the results of both international and domestic studies, about a third of students in Russian schools experience difficulties in mastering curricula (statistics from the Education Bulletin 2018).

In order to identify the early premises of learning difficulties for 5 years, a longitudinal study of 154 secondary school students was conducted using 12 methods of psychological and neuropsychological diagnostics.

According to the results of the diagnosis of the individual components of educational activity in the 4th grade, 37.6% of the children in the research group were classified as having learning difficulties, including 10.3% of the students had linguistic learning difficulties, 12.3% were mathematical, and 15% of students had difficulties in several areas of educational activity.

Distinctive psychological features were revealed at the senior preschool age and at the beginning of training in the 1st grade for students with learning difficulties diagnosed in the 4th grade. Mathematical and linguistic learning difficulties have a different structure of predetermining factors. The prerequisites for the mathematical difficulties of learning are: insufficient ability to independently perform the task, inability to be guided by the system of conditions of the problem, the complexity of the visual-motor coordination. The prerequisites of linguistic learning difficulties, in addition to a low indicator of the ability to independently complete the task and inability to be guided by the system of task conditions, are an insufficient level of development of phonemic hearing, low strength of auditory speech memorization, difficulty of concentration and stability of attention. Difficulties of a mixed type are the most difficult problem for a student. In addition to all the difficulties described for the first two groups of difficulties, they had a pronounced decrease in concentration and stability of attention. Moreover, the main predictor identified for all types of learning difficulties was the insufficient development of the independent work skill at the beginning of study.

Based on the study, early prevention of learning difficulties should be aimed at the formation of independent work skills, the targeted development of memory, attention, phonemic hearing and hand-eye coordination.

## ТРЕВОЖНО-ДЕПРЕССИВНЫЕ РАССТРОЙСТВА У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ КОРОНАРНЫМ СИНДРОМОМ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА

Каньшина А.В., Ярмош И.В., Танделов Б.М., Болдуева С.А.

ФГБОУ ВО Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия, [anya\\_kanshina@mail.ru](mailto:anya_kanshina@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1077.sudak.ns2020-16/241-242>

**Актуальность.** Тревножно-депрессивные расстройства являются актуальной проблемой для больных пожилого возраста, так как эти состояния могут влиять на течение основного заболевания.

**Цель.** Изучить частоту встречаемости тревожно-депрессивных расстройств и особенности клинического течения острого коронарного синдрома (ОКС) у пожилых пациентов.

**Материалы и методы.** В исследование было включено 28 пациентов старше 60 лет, госпитализированных с острым коронарным синдромом (ОКС) в СЗГМУ им. И.И.Мечникова. У всех больных для скрининга тревожно-депрессивного расстройства (ТДР) использовалась Гериатрическая шкала депрессии (ГШД), у 20 больных - шкала Занга. У всех больных оценивался риск недостаточности питания по Краткой шкале оценки питания. Проводилась статистическая обработка данных с помощью программы Statistica 10.0.

**Результаты.** По результатам оценки ГШД у 11 (39%) больных ОКС (4 мужчины и 7 женщин) выявлены ТДР (1 группа). Во 2 группу были включены 17 (61%) пациентов без ТДР. В 1 группе средний возраст составил 70,9 лет, во 2 группе – 72,6 лет. ОКС без подъема сегмента ST в 1 группе в 64%, во 2 группе - 47% случаев ( $p>0,05$ ). В 1 группе у 7 пациентов (64%) был диагностирован инфаркт миокарда, а во 2 группе - у 12 пациентов (71%) ( $p>0,05$ ), у остальных пациентов - нестабильная стенокардия. Сопутствующие заболевания (3 и более) имелись в 1 группе у 8 пациентов (73%), а во 2 группе - у 9 (53%) ( $p>0,05$ ), онкологическое заболевание в 1 группе у 3 пациентов (27%), а во 2 группе - у 3 (18%) ( $p>0,05$ ), риск недостаточности питания в 1 группе у 4 пациентов (36%), а во 2 группе - у 3 (18%) ( $p>0,05$ ). За время госпитализации развились осложнения основного заболевания в 1 группе у 3 пациентов (27%), во 2 группе - у 6 (35%) ( $p>0,05$ ). Средняя продолжительность госпитализации в 1 группе 10,8 дней, во 2 группе - 12,8 дней ( $p>0,05$ ). По результатам шкалы Занга ТДР выявлены у 3 пациентов (15%), причем все больные характеризовались риском недостаточности питания. У 2 пациентов результаты совпали с результатами ГШД.

**Выводы.** По результатам Гериатрической шкалы депрессии ТДР выявлены в 39% случаев, а по результатам шкалы Занга в 15% случаев обследованных пациентов пожилого возраста с ОКС. ТДР чаще ассоциировались с риском недостаточности питания. Достоверных различий течения основного заболевания не было выявлено, что, вероятно, связано с малой выборкой, полиморбидностью у пациентов пожилого возраста.

## MIXED ANXIETY-DEPRESSIVE DISORDER IN ELDERLY PATIENTS WITH ACUTE CORONARY SYNDROME

Kanshina Anna V., Yarmosh Irina V., Tandelov Batraz M., Boldueva Svetlana A.

Saint-Petersburg, Federal State budget institution of higher education "North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov", Saint-Petersburg, Russia, [anya\\_kanshina@mail.ru](mailto:anya_kanshina@mail.ru)

**Background.** Mixed anxiety-depressive disorder is a relevant issue for elderly patients as it may affect the course of illness.



**Objective.** The aim of the study was to examine the prevalence of mixed anxiety-depressive disorder and specificities of the course of acute coronary syndrome in elderly patients.

**Methods.** The study included 28 patients older than 60 years of age hospitalized with acute coronary syndrome (ACS) to NWSMU n.a. I.I. Mechnikov Hospital. The Geriatric Depression Scale (GDS) was used to identify mixed anxiety-depressive disorder (MADD) for all patients, and Zung Self-Rating Depression Scale (SDS) was used for 20 patients. Mini Nutritional Assessment-Short Form was used to assess nutritional status in all patients. Data was analyzed by using Statistica 10.0.

**Results.** MADD was found among 11 (39%) patients (4 men and 7 women) with ACS by using GDS (the 1st group). The 2nd group consisted of 17 patients (61%) without MADD. Mean age of the 1st group was 70,9 years, mean age of the 2nd group was 72,6 years. 64% of cases in the 1st group presented ST-elevation ACS. 47% of cases in the 2nd group presented non-ST-elevation ACS ( $p>0,05$ ). In the 1st group 7 patients (64%) were diagnosed with myocardial infarction, in the 2nd group 12 patients (71%) ( $p>0,05$ ) were diagnosed with myocardial infarction, other patients were diagnosed with unstable angina. 8 patients (73%) in the 1st group had comorbidities (3 and more diseases), 9 patients (53%) in the 2nd group had comorbidities ( $p>0,05$ ). Oncological disease was observed in 3 patients (27%) from the 1st group and 3 patients (18%) from the 2nd group ( $p>0,05$ ). 4 patients (36%) from the 1st group and 3 patients (18%) from the 2nd group were at risk of malnutrition. Complications during hospital stay occurred in 3 patients (27%) from the 1st group and 6 patients (35%) from the 2nd group ( $p>0,05$ ). Mean length of hospital stay in the 1st group was 10,8 days, in the 2nd group it was 12,8 days ( $p>0,05$ ). Using SDS 3 patients (15%) were diagnosed with MADD, all of them were at risk of malnutrition. 2 patients were diagnosed with MADD using GDS as well as SDS.

**Conclusions.** Based on GDS MADD was diagnosed in 39% of cases of elderly patients with ACS, and based on SDS – in 15% of cases. MADD was more frequently associated with risk of malnutrition. Significant difference of the course of illness was not demonstrated due to a small sample size and polymorbidity of patients.

**ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ КАК ФАКТОР КОРРЕКЦИИ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ:  
БИОРИТМОЛОГИЧЕСКИЕ И ВОЗРАСТНЫЕ АСПЕКТЫ**

Каплевич Л.В., Захарова А.Н., Дьякова Е.Ю., Кироненко Т.А., Милованова К.Г., Негоденко Е.С.,  
Калинникова Ю.Г., Орлова А.А., Чибалин А.В.

Томский государственный университет (Томск, Россия); [kapil@yandex.ru](mailto:kapil@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1078.sudak.ns2020-16/242-243>

Исследовалось влияние беговой нагрузки на массу тела, толерантность к глюкозе и концентрацию инсулина в крови у мышей с метаболическими расстройствами. В качестве объекта исследования использовались мыши-самцы линии C57bl/6. Было сформировано две группы – 1) мыши, питающиеся обычным кормом ( $n=96$ ); 2) мыши, находящиеся на жировой диете ( $n=96$ ). Половина мышей включались в эксперимент в возрасте 2 месяцев, половина животных – в возрасте 8 месяцев. Нами была разработана специальная диета, в которой не менее 55% калоража приходится на жиры, в том числе 2/3 от указанного количества – на животные жиры.

В каждой группе животных было выделено четыре подгруппы, по 12 мышей. 1 подгруппа - контроль - мыши, которые 16 недель находились на соответствующей диете и не подвергались физическим нагрузкам; 2 подгруппа - после 12 недель диеты мыши тренировались утром (через два часа после включения света в виварии) по 1 часу в день 6 раз в неделю в течение 4 недель, продолжая питаться по той же диете; 3 подгруппа - после 12 недель диеты мыши тренировались вечером (через час после включения света в виварии); 4 подгруппа – у мышей чередовались тренировки в утреннее и вечернее время.

Для нормирования нагрузки была использована беговая дорожка для мышей BMELAB SID-TM10. Принуждение к бегу осуществляется электрическим раздражением, напряжение подается на металлическую сетку, расположенную на задней стенке камеры. Тренировка проводилась в течении 4 недель с постепенным увеличением интенсивности. К 4-й неделе максимальная интенсивность составляла: 60 минут в день, скорость 18 м/мин, подъем 10 градусов.

Было показано, что применяемая жировая диета приводила к формированию избыточной массы тела (45% в сравнении с контролем у животных в возрасте 2 месяца и 35% - у животных в возрасте 8 месяцев), формирования толерантности к глюкозе (период максимального уровня глюкозы увеличивался с 30 до 60 минут), при этом концентрация инсулина увеличивалась втрое. Физические нагрузки приводили к снижению массы тела на 15%, снижению толерантности к глюкозе и сопровождалось снижением выброса инсулина вдвое. Эффективность тренировок зависела от времени суток. У мышей возраста 8-12 месяцев эффект тренировок был выражен в большей степени.

*Исследование выполнено за счет гранта РФФИ # 19-15-00118.*

**PHYSICAL ACTIVITY AS A FACTOR IN THE CORRECTION OF METABOLIC DISORDERS:  
BIORHYTHMOLOGICAL AND AGE-RELATED ASPECTS**

Kapilevich Leonid V., Zakharova Anna V., Dyakova Elena Yu., Kironenko Tatiana A., Milovanova Ksenya V.,  
Negodenko Elena S., Kalinnikova Yulia G., Orlova Anna A., Chibalin Alexandr V.

National Research Tomsk State University; [kapil@yandex.ru](mailto:kapil@yandex.ru)

The effect of running load on body weight, glucose tolerance and blood insulin concentration in mice with metabolic disorders was studied. As the object of study, male mice of the C57bl / 6 line were used. Two groups were formed - 1) mice that fed on normal food ( $n = 96$ ); 2) mice on a fat diet ( $n = 96$ ). Half of the mice were included in the experiment at the age of 2 months, half of the animals at the age of 8 months. We have developed a special diet in which at least 55% of calories are in fats, including 2/3 of the specified amount - in animal fats.

In each group of animals, four subgroups of 12 mice were allocated. 1 subgroup - control - mice that were 16 weeks on an appropriate diet and were not subjected to physical exertion; Subgroup 2 - after 12 weeks of diet, the

mice trained in the morning (two hours after turning on the light in the vivarium) 1 hour a day 6 times a week for 4 weeks, continuing to eat on the same diet; Subgroup 3 - after 12 weeks of diet, the mice trained in the evening (one hour after turning off the light in the vivarium); Subgroup 4 - mice alternated workouts in the morning and evening.

To standardize the load, the BMELAB SID-TM10 treadmill was used. Forcing to run is carried out by electric irritation, the voltage is applied to a metal grid located on the rear wall of the camera. Training was carried out for 4 weeks with a gradual increase in intensity. By week 4, the maximum intensity was: 60 minutes per day, speed 18 m / min, climb 10 degrees.

It was shown that the applied fat diet led to the formation of excess body weight (45% compared with the control in animals aged 2 months and 35% in animals aged 8 months), the formation of glucose tolerance (the period of maximum glucose increased from 30 up to 60 minutes), while the concentration of insulin tripled. Physical activity led to a decrease in body weight by 15%, a decrease in glucose tolerance and was accompanied by a decrease in insulin release by half. The effectiveness of training depended on the time of day. In mice aged 8-12 months, the effect of training was more pronounced.

*The study was supported by a grant from the Russian Science Foundation # 19-15-00118.*

## **НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ У ПОЖИЛЫХ И СТАРЫХ ЛЮДЕЙ ПРОЖИВАЮЩИХ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ**

**Карамова Н.Я., Касумов Ч.Ю., Касумова З.А.**

Национальная Академия Наук Азербайджана, Институт Физиологии им. А.И. Караева, Баку, Азербайджан. [phd\\_karamova@mail.ru](mailto:phd_karamova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1079.sudak.ns2020-16/243>

## **THE MOST COMMON DISEASES AMONG THE OLD AND ELDERLY IN AZERBAIJAN**

**Karamova Natavan Y., Gasimov Chingiz Y., Gasimova Zarnigar A.**

Institute of Physiology named after Abdulla Garayev, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan, [phd\\_karamova@mail.ru](mailto:phd_karamova@mail.ru)

Azerbaijan is known as a land of long living people with favorable climatic conditions for longevity. However, the economic and political crisis of recent years, being in war conditions, numerous refugees and internally displaced persons, increasing frequency of diseases in physiological age periods, environmental degradation and so on had influences on the longevity index.

Considering the above-mentioned, we studied psycho-physiological and health indicators, as well as the frequency of diseases among the old and elderly living in Sumgait and Baku. The studies were carried out in City Polyclinic # 3 in Sumgait and in the Health Zone clinic named after Sh. Hasanov in Baku.

By comparing the results of the analysis, it was found that the results obtained in the study of elderly and old people differed significantly from norm. First and foremost, it should be noted that high blood pressure and heart rate was higher than norm. High blood pressure is an indicator of possible *ischemic heart disease*, arrhythmias, and so on. Also, it is remarkable that hemodynamic indicators had big differences.

Thus, moderate and severe anemia in the old and elderly is characterized by very low levels of hemoglobin, erythrocytes, and color index. The duration of blood clotting also differs from the norm, indicating a high blood coagulation. The erythrocyte sedimentation rate was above normal and indicated the presence of chronic inflammatory diseases among the studied people. Sugar levels were high in both groups and indicated the presence of secondary type diabetes among the mostly studied people. Although moderate levels of situational and individual anxiety were observed, the general anxiety was found to be high.

Concerning depression indicators, no depression was found in studied people. Interesting results were obtained during the comparative analysis of cognitive indicators.

Thus, the results of short-term memory, auditory memory and attention indicators were below normal while the results of visual memory were satisfactory. Obtained results showed that only the visual memory indicators among elderly and old aged people is within the norm.

Based on the analysis of ECG results, the following results were obtained:

Normal and age-related ECGs were found in only 12 people, while the diagnoses such as myocardia single atrium extra systole, atrial fibrillation, atrioventricular bundle block, sinus arrhythmia, atrioventricular block, traces of a heart attack, sinus tachycardia, hypertrophy of the right or left ventricles (sometimes both) prevailed in other studied people.

In summary, the results obtained showed that the old and elderly mostly suffer from cardiovascular diabetes, arthritis and anemia.

## **ЗЕРКАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОЗГА И СОЦИАЛЬНЫЙ КОНТЕКСТ**

**Каримова Е.Д.<sup>1</sup>, Буркитбаев С.Е.<sup>1</sup>, Катермин Н.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУН ИВНД и НФ РАН, г. Москва, Россия; <sup>2</sup>МГУ им. М.В.Ломоносова, Россия; [e.d.karimova@gmail.com](mailto:e.d.karimova@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1080.sudak.ns2020-16/243-244>

Зеркальные нейроны обладают важным свойством активироваться и при наблюдении и повторении какого-либо социального движения или жеста. Исследования зеркальной системы мозга (ЗСМ) выявили важные принципы работы при восприятии и повторении движений: их узнаваемость, значимость понимания цели, социальный контекст. Непосредственная регистрация единичных ответов нейронов с помощью инвазивных электродов у пациентов с эпилепсией подтвердила существование зеркальных нейронов у людей, а также обнаружила нейроны с «антизеркальными» свойствами, которые тормозят свою активность при наблюдении движений. Также было выявлено, что активность ЗСМ значительно снижена у людей,

страдающих аутизмом и шизофренией. Стало понятно, что ЗСМ играет важную роль при научении через подражание, а также в социальных ситуациях при взаимодействии с другими людьми – ЗСМ способствует пониманию целей и мотиваций собеседника, его эмоционального фона. Один из способов оценки активации ЗСМ является регистрация мю-ритма ЭЭГ во время наблюдения и повторения социальных движений и жестов. Известно, что мю-ритм снижается при наблюдении и выполнении движений, более того, недавно было показано, что зеркальные нейроны модулируют мю-активность, таким образом идентификатором включения ЗСМ в работу может служить степень десинхронизации мю-ритма.

Наши исследования ЗСМ проводились на базе научно-практического психоневрологического центра им. Соловьева с 2014 года. Первые исследования проводились на пациентах с различными аффективными расстройствами, демонстрация движений производилась лично экспериментатором. В результате было получено, что снижение мю-ритма происходило в верхнем диапазоне частот 10,5-13 Гц при реализации моторных задач, но только у здоровых испытуемых. Второе исследование проводилось на пациентах, страдающих эпилепсией, причём демонстрацию моторных движений проводили с помощью видеоролика. При этом значительного снижения мю-ритма не наблюдали ни среди пациентов, ни даже среди контрольной группы.

Сравнительный анализ результатов первых двух исследований привёл к гипотезе о том, что отличия в степени активации ЗСМ может быть следствием применения разных методик подачи стимульного материала. Сравнение десинхронизации мю-ритма среди здоровых испытуемых при личной демонстрации движений и демонстрации с помощью видеоролика показала, что в первом случае происходит достоверно более значимая активация ЗСМ. Таким образом, можно предположить, что при социальных контактах он-лайн, общением с помощью видеочатов, не происходит значительного включения зеркальных нейронов в работу.

### **THE MIRROR NEURON SYSTEM AND SOCIAL CONTEXT**

**Karimova Ekaterina<sup>1</sup>, Burkitbaev Sabir<sup>1</sup>, Katermin Nikita<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Moscow State University, Moscow, Russia; [e.d.karimova@gmail.com](mailto:e.d.karimova@gmail.com)

The mirror neurons have an important property of being activated when observing and repeating a social movement or gesture. Studies of the mirror neuron system (MNS) have revealed important principles of work in the perception and repetition of movements: their recognition, the importance of understanding the goal, and the social context. Direct recording of single neuron responses using invasive electrodes in patients with epilepsy confirmed the existence of the mirror neurons in humans, and also found neurons with "anti-mirror" properties that inhibit their activity when observing movements. It was also found that the MNS activity is significantly reduced in people with autism and schizophrenia. It became clear that the MNS plays an important role in learning through imitation, as well as in social situations when interacting with other people – the MNS contributes to understanding the goals and motivations of the interlocutor, his emotional background. One of the ways to assess the MNS activation is to register the EEG mu-rhythm during observation and repetition of social movements and gestures. It is known that the mu-rhythm decreases when observing and performing movements. moreover, it has recently been shown that mirror neurons modulate mu-activity, so the degree of desynchronization of the mu-rhythm can serve as an identifier for the MNS inclusion in the work.

Our research was conducted on the basis of the Scientific and practical psychoneurological center since 2014. The first studies were conducted on patients with various affective disorders, the demonstration of movements was performed personally by the experimenter. As a result, it was found that the decrease in mu-rhythm occurred in the upper frequency range of 10.5-13 Hz when performing motor tasks, but only in healthy subjects. The second study was conducted on patients suffering from epilepsy, and the demonstration of motor movements was performed using a video clip. At the same time, a significant decrease in mu-rhythm was not observed either among patients, or even among the control group.

A comparative analysis of the results of the first two studies led to the hypothesis that differences in the degree of the MNS activation may be the result of different methods presenting the stimulus material. A comparison of mu-rhythm desynchronization among healthy subjects during a personal demonstration of movements and a demonstration using a video showed that in the first case, there is a significantly more significant activation of the MNS. Thus, we can assume that when social contacts on-line, communicating via video chats, there is no significant inclusion of the mirror neurons in the work.

### **МЕТОД ДИФфуЗИОННОЙ МРТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПАЦИЕНТОВ С ШИЗОФРЕНИЕЙ**

**Карташов С.И.<sup>1</sup>, Захарова Н.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия; <sup>2</sup>Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Психиатрическая клиническая больница №1 им. Н.А. Алексеева Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия; [sikartashov@gmail.com](mailto:sikartashov@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1081.sudak.ns2020-16/244-245>

За последние десятилетия предпринято значительное количество попыток изучения природы возникновения шизофрении. Многими ведущими научными и медицинскими центрами по всему миру развёрнуты глобальные программы по поиску иммунных, генетических, нейрофизиологических и иных маркёров для определения плана дальнейших мероприятий по реабилитации пациентов. В настоящее время на базе НИЦ «Курчатовский институт» совместно с ПКБ №1 им. Н.А. Алексеева также реализован крупный междисциплинарный проект по комплексному изучению этого заболевания.

Представленная работа – это часть упомянутого проекта - направлена на выявление различий в структурной связности функционально значимых отделов головного мозга друг с другом посредством



волокон белого вещества (трактографических путей) у пациентов с шизофренией по сравнению с условно здоровыми добровольцами.

Предложенную методику можно условно разделить на 3 ключевых этапа: 1) получение данных диффузионной МРТ; 2) предобработка (выравнивание, избавление от артефактов и нормализация); 3) получение матриц структурной связанности отделов головного мозга волокнами белого вещества. Дополнительно для органичного сочетания с другими методиками планируется проведение корреляционного анализа локальных коэффициентов диффузии с медицинскими, иммунологическими и другими показателями.

Первый этап содержит схему и параметры записи диффузионных, анатомических и вспомогательных данных. Во втором описываются процедуры выравнивания, избавления от артефактов и нормализации диффузионных МРТ. Третий этап содержит в себе шаги по восстановлению производных диффузионных полей, схему реконструкцию трактографических путей и описание полного коннектома головного мозга методом теории графов.

В докладе будет представлен разбор каждого этапа реализуемой методики с выводами о целесообразности именно такого подхода.

### **DIFFUSION MRI METHOD FOR STUDYING THE STRUCTURAL ORGANIZATION OF THE BRAIN OF PATIENTS WITH SCHIZOPHRENIA**

**Kartashov Sergey I.<sup>1</sup>, Zakharova Natalia V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>National Research Centre «Kurchatov Institute», Moscow, Russia; <sup>2</sup>Psychiatric Clinical Hospital №1 named after N.A. Alekseeva of the Moscow Department Health of Moscow; [sikartashov@gmail.com](mailto:sikartashov@gmail.com)

Over the past decades, a significant number of attempts have been made to study the nature of schizophrenia. Many leading research and medical centers around the world have initiated global programs to search for immune, genetic, neurophysiological, and other markers to determine the plan for further rehabilitation of patients. Currently, based on National Research Centre "Kurchatov Institute" in conjunction with Psychiatric Clinical Hospital №1 named after N.A. Alekseeva of the Moscow Department Health of Moscow also implemented an interdisciplinary project for the comprehensive study of this disease.

The presented work, which is part of the mentioned above project, is aimed at identifying differences in the structural connectivity between functionally significant parts of the brain using white matter fibers (tract pathways) in patients with schizophrenia compared with healthy volunteers. The proposed methodology can be divided into three key stages: 1) acquisition of diffusion MRI (dMRI) data; 2) pre-processing; 3) obtaining matrices of structural connectivity of the brain regions. Additionally, for organic combination with other methods, it is planned to carry out a correlation analysis of local diffusion coefficients with medical, immunological, and other indicators.

The first stage contains the scheme and recording parameters of diffusion, anatomical, and auxiliary data. The second describes alignment procedures, artifacts elimination, and normalization of diffusion MRI data. The third stage contains steps to restore the derivative diffusion maps, a reconstruction of the tractographic pathways, and a description of the complete structural brain connectome using the graph theory method.

The report will provide an analysis of each stage of the implemented methodology with conclusions on the appropriateness of such an approach.

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ СРАВНЕНИЯ ВЛИЯНИЯ РИСОВАНИЯ И НАБОРА ТЕКСТА НА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОПТИМАЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА**

**Катаманова Д.Л.<sup>1</sup>, Бекирова З.Н.<sup>1</sup>, Базанова О.М.<sup>2</sup>, Куличенко А.М.<sup>3</sup>,  
Яценко С.Г.<sup>3</sup>, Сатаева Т.П.<sup>3</sup>, Ковалева А.В.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Автономная некоммерческая организация «Центр исследования живых систем», г. Симферополь, Россия; [katamanowa\\_63@mail.ru](mailto:katamanowa_63@mail.ru); <sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», г. Новосибирск, Россия; <sup>3</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского", г. Симферополь, Россия;

<sup>4</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно – исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина", г. Москва

<https://doi.org/10.29003/m1082.sudak.ns2020-16/245-246>

В наш век информационных технологий и кнопочного / сенсорного управления гаджетами обесценивается роль развития ловкости и координации движений рук человека. В свою очередь, подобная координация требует высокоточной сенсомоторной интеграции мозга и оптимизирует когнитивные и психоэмоциональные процессы (Lubar, 2000; Bazanova et al., 2008). Рисование и письмо являются не только творческим, но и моторным процессом, а полученные двигательные навыки улучшают способности к обучению (Chin-Kai Lin, 2014). Ряд научных исследований свидетельствует о снижении уровня кортизола (Kaimal et al., 2016), достоверном изменении вариабельности сердечного ритма (Haiblum-Itskovitch et al., 2018) при рисовании и письме. Исходя из предположения, что рисование и письмо в целом предполагают сходную мозговую активность (Potgieser et al., 2015; Penket, 2011), выдвинута гипотеза о преимуществе рисования по сравнению с набором текста на клавиатуре в достижении состояния оптимального функционирования. Для подтверждения гипотезы была сформулирована цель исследования: проведение сравнительного анализа влияния рисования плавных линий и набора текста на клавиатуре в достижении состояния оптимального функционирования по показателям электроэнцефалографии (ЭЭГ), электромиографии (ЭМГ) и пульсометрии.



## THE METHODOLOGICAL APPROACH FOR COMPARING THE INFLUENCE OF DRAWING AND TYPING ON PSYCHOPHYSIOLOGICAL OPTIMAL FUNCTIONING PARAMETERS OF THE HUMAN BODY

Katamanova Dzhemilya L.<sup>1</sup>, Bekirova Zera N.<sup>1</sup>, Bazanova Olga M.<sup>2</sup>, Kulichenko Alexander M.<sup>3</sup>, Yashchenko Svetlana G.<sup>3</sup>, Sataieva Tatiana P.<sup>3</sup>, Kovalyova Anastasia V.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Autonomous non-profit organization «Center for the Study of Living Systems», Simferopol, Russia; [katamanowa\\_63@mail.ru](mailto:katamanowa_63@mail.ru); <sup>2</sup> Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Novosibirsk National Research State University», Novosibirsk, Russia; <sup>3</sup> «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», Simferopol, Russia; <sup>4</sup> «Federal State Scientific Institution Research Institute of Normal Physiology Anokhin», Moscow, Russia

In our age of information technology and push-button / touch control of gadgets, the role of developing dexterity and coordination of human hand movements is devalued. In turn, such coordination requires highly accurate sensorimotor integration of the brain and optimizes cognitive and psychoemotional processes (Lubar, 2000; Bazanova et al., 2008). Drawing and writing are not only creative, but also a motor process, and acquired motor skills improve learning abilities (Chin-Kai Lin, 2014). A number of scientific studies indicate a decrease in cortisol levels (Kaimal et al., 2016), a significant change in heart rate variability (Haiblum-Itskovitch et al., 2018) during drawing and writing. Based on the assumption that drawing and writing generally suggest similar brain activity (Potgieser et al., 2015; Penket, 2011), a hypothesis has been put forward about the advantage of drawing compared to typing on the keyboard in achieving a state of optimal functioning. To confirm the hypothesis, the aim of the study was formulated: a comparative analysis of the effects of drawing smooth lines and typing on the keyboard in achieving optimal functioning according to indicators of electroencephalography (EEG), electromyography (EMG) and heart rate monitoring.

## ЧТО БОЛЬШЕ ПОВЫШАЕТ НАСТРОЕНИЕ И УЛУЧШАЕТ САМОЧУВСТВИЕ – НАБОР ТЕКСТА НА КЛАВИАТУРЕ, НАПИСАНИЕ ЕГО РУКОЙ ИЛИ РИСОВАНИЕ СЮЖЕТА ЭТОГО ТЕКСТА?

Катаманова Д.Л.<sup>1</sup>, Бекирова З.Н.<sup>1</sup>, Базанова О.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Автономная некоммерческая организация «Центр исследования живых систем», г. Симферополь, Россия; [katamanowa\\_63@mail.ru](mailto:katamanowa_63@mail.ru); <sup>2</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», г. Новосибирск, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1083.sudak.ns2020-16/246>

Мы предполагаем регистрировать показатели электроэнцефалограммы (ЭЭГ), электромиографии (ЭМГ) и пульсометрии во время: (а) набора визуальных слов на компьютерной клавиатуре; (б) написания визуальных слов и (с) рисование сюжета визуальных слов. Во всех трех случаях требуется визуальная обработка и сенсорная интеграция (зрение, осязание), и это сочетается с ловкостью рук (умелое движение рук), необходимой для нанесения рисунка на бумагу, а также координацию глаз и рук. Исходя из предположения, что письмо и рисование ручкой в целом предполагают сходную мозговую активность (Potgieser et al., 2015; Penket, 2011), мы предполагаем, что состояние оптимального функционирования по показателям ЭЭГ, ЭМГ и пульсометрии будет достигаться более вероятно во время рисования визуальных слов, чем при наборе аналогичных слов на компьютерной клавиатуре.

## WHAT ENHANCES YOUR MOOD AND IMPROVES YOUR WELL-BEING – TYPING ON KEYBOARD, WRITING IT WITH YOUR OWN HAND OR DRAWING A PLOT OF THIS TEXT?

Katamanova Dzhemilya L.<sup>1</sup>, Bekirova Zera N.<sup>1</sup>, Bazanova Olga M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Autonomous non-profit organization «Center for the Study of Living Systems», Simferopol, Russia; [katamanowa\\_63@mail.ru](mailto:katamanowa_63@mail.ru); <sup>2</sup> Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Novosibirsk National Research State University», Novosibirsk, Russia

We intend to record indicators of electroencephalogram (EEG), electromyography (EMG) and heart rate monitoring during: (a) typing a set of visual words on a computer keyboard; (b) writing visual words; and (c) plotting visual words. In all three cases, visual processing and sensory integration (vision, touch) are required, and this is combined with sleight of hand (skillful hand movement), necessary for drawing a picture on paper, as well as coordination of eyes and hands. Based on the assumption that writing and pen generally suggest similar brain activity (Potgieser et al., 2015; Penket, 2011), we assume that the state of optimal functioning in terms of EEG, EMG, and heart rate monitoring will be more likely to be achieved when drawing visual words than typing similar words on a computer keyboard.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИСТОЧНИКОВ ЭЭГ, ЗНАЧИМЫХ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕРФЕЙСОМ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР, ОСНОВАННОМ НА ВОООБРАЖЕНИИ ДВИЖЕНИЙ

Керечанин Я.В.<sup>1,2</sup>, Бобров П.Д.<sup>2</sup>, Фролов А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный, Россия, [kerechanin@phystech.edu](mailto:kerechanin@phystech.edu);  
<sup>2</sup> Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1084.sudak.ns2020-16/246-247>

Анализируются взаимодействия семи источников ЭЭГ, значимых для управления ИМК, основанном на воображении движений. Источники выделены с помощью 6 методов независимых компонент (ICA), базирующихся на разных критериях независимости. Критериями для отбора источников были их повторяемость как внутри отдельного испытуемого, так и среди всех испытуемых, дипольный характер

источников, значимость этих источников для управления ИМК и выделение этих источников различными методами ICA. 5 из выделенных источников методом решения обратной задачи ЭЭГ были ранее локализованы в первичной соматосенсорной зоне левого и правого полушарий (SIL, SIR), дополнительной моторной области (SMA), в премоторной коре (PRM) и в предклинье (PRC). Они имеют выраженные пики спектральной мощности в альфа-диапазоне. Еще два источника (SIRb, SILb) локализованы близко к первичной соматосенсорной зоне и дополнительно имеют выраженную активность в бета-диапазоне. Взаимодействие между источниками изучалось с помощью векторной авторегрессионной (VAR) модели. Выбор порядка VAR модели определялся схожестью спектра активности источников по спектрограмме и по VAR модели. Показано, что это сходство достигается при порядке VAR модели больше, чем 100. Исследовалось как ненаправленное, так и направленное взаимодействие этих источников, с помощью спектральной когерентности и изолированной когерентности (iCoh). Наиболее стабильно по разным испытуемым и экспериментальным сессиям для каждого испытуемого обнаруживается взаимодействие источников SIR и SIRb. Показано, что активность SIR порождает активность SIRb с временной задержкой 78 мс. Кроме того, обнаружено взаимодействие источников SIR, SIL и PRC. Обсуждается физиологическое значение взаимодействия указанных источников. *Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 20-015-00370 а.*

#### INTERACTION OF EEG SOURCES, SIGNIFICANT FOR CONTROLLING BRAIN-COMPUTER INTERFACE BASED ON MOTOR IMAGERY

Kerechanin Yaroslav V.<sup>1,2</sup>, Bobrov Pavel D.<sup>2</sup>, Frolov Alexander A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Moscow Physical-Technical Institute, Dolgoprudny

<sup>2</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia;

#### ВЛИЯНИЕ НАНОСЕКУНДНОГО ИМПУЛЬСНО-ПЕРИОДИЧЕСКОГО МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРОЦЕСС ЗАЖИВЛЕНИЯ ОЖОГОВЫХ РАН

Керея А.В.<sup>1,2</sup>, Гостюхина А.А.<sup>1</sup>, Большаков М.А.<sup>1,3</sup>, Кутенков О.П.<sup>1</sup>, Ростов В.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск, Россия;

<sup>2</sup>Сибирский государственный медицинский университет, Томск, Россия;

<sup>3</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия;

[kereya21@mail.ru](mailto:kereya21@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1085.sudak.ns2020-16/247-248>

Несмотря на значительное количество исследований, посвященных восстановлению повреждений кожи с помощью хирургических, фармакологических и других методов, а также коррекции и стимуляции регенерации ран с использованием различных физических факторов, проблема регенерации кожи после термических ожогов у человека остается актуальной. Перспективным является создание новых оригинальных методов восстановления ожоговых повреждений. Определенный интерес представляют данные о ранозаживляющем действии наносекундного импульсно-периодического микроволнового излучения (ИПМИ), которое при определенных параметрах стимулирует регенерацию полнослойной кожной раны у мышей.

Целью исследования являлось изучение влияния наносекундных импульсных микроволн на регенерацию кожных ожоговых ран у лабораторных крыс.

Эксперимент выполнен на 30 половозрелых крысах-самках линии «Wistar» (250-280 г). Животные разделены на контрольную и 2 опытные группы. Всем крысам моделировался ожог III степени. Животные опытных групп после моделирования ожога в течение 4х дней подвергались локальному в области ожоговой раны облучению наносекундным ИПМИ с пиковыми плотностями потока мощности (ппПМ) 140 и 1500 Вт/см<sup>2</sup>, с частотой повторения импульсов 8 Гц. Термические ожоги моделировались по стандартной методике с помощью разогретого до 100°С металлического стержня диаметром 2 см. В качестве источника наносекундного ИПМИ использовался импульсный лабораторный генератор на основе магнетрона МИ-505. Статистическая обработка полученных результатов проводилась по стандартным процедурам математической статистики с использованием возможностей программы Statistica 8.0 for Windows.

У крыс контрольной группы не получавших воздействие ИПМИ, площадь ожоговых ран монотонно уменьшалась в течение 32 дней наблюдения. У облученных крыс после 4х-кратного локального воздействия ИПМИ на ожоговые раны с интенсивностью 140 Вт/см<sup>2</sup> с 19 суток эксперимента отмечалось статистически значимое относительно контрольной группы уменьшение площади раны с полным заживлением всех ожогов к 28 суткам эксперимента. У крыс, облученных ИПМИ с большей интенсивностью 1500 Вт/см<sup>2</sup> статистически значимое уменьшение площади ран наблюдалось с 19 дня после нанесения ожога с окончательным заживлением к 30 суткам исследования. При сравнении результатов ранозаживления обеих облученных групп выяснилось, что воздействие с меньшей интенсивностью способствует более эффективному уменьшению площади раневой поверхности.

#### THE INFLUENCE OF NANOSECOND MICROWAVE PULSES ON THE HEALING PROCESS OF THERMAL WOUNDS

Kereya Anna V.<sup>1,2</sup>, Gostyukhina Alena A.<sup>1</sup>, Bolshakov Michael A.<sup>1,3</sup>, Kutenkov Oleg P.<sup>1</sup>, Rostov Vladislav V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of High Current Electronics SB RAS, Tomsk, Russia; <sup>2</sup>Siberian State Medical University, Tomsk, Russia;

<sup>3</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia; [kereya21@mail.ru](mailto:kereya21@mail.ru)

Despite a significant number of studies on the repair of skin lesions using surgical, pharmacological and other methods, as well as correction and stimulation of wound regeneration using various physical factors, the problem of skin regeneration after thermal burns in humans remains relevant. Promising is the creation of new original methods for the restoration of burn injuries. Of particular interest are data on the wound healing effect of

nanosecond repetitively pulsed microwave radiation (RPMR), which, under certain parameters, stimulates the regeneration of a full-layer skin wound in mice. The aim of the study was to study the effect of nanosecond pulsed microwaves on the regeneration of skin burn wounds in laboratory rats.

The experiment was performed on 30 sexually mature female rats of the Wistar line (250-280 g). Animals were divided into control and 2 experimental groups. A burn of the third degree was modeled for all rats. The animals of the experimental groups after modeling the burn for 4 days were exposed to local radiation in the area of the burn wound by nanosecond RPMR with peak power flux densities (pPFD) of 140 and 1500 W/cm<sup>2</sup>, with a pulse repetition rate of 8 Hz. Thermal burns were modeled according to the standard method using a metal rod 2 cm in diameter heated to 100 ° C. A pulsed laboratory generator based on the MI-505 magnetron was used as a source of nanosecond RPMR. Statistical processing of the results was carried out according to standard procedures of mathematical statistics using the capabilities of the program Statistica 8.0 for Windows.

In rats of the control group not treated with IPMI, the area of burn wounds monotonously decreased during 32 days of observation. In irradiated rats, after a 4-fold local exposure of RPMR to burn wounds with an intensity of 140 W/cm<sup>2</sup> from the 19<sup>th</sup> day of the experiment, there was a statistically significant decrease in the area of the wound relative to the control group with complete healing of all burns by 28 days of the experiment. In rats irradiated with RPMR with a higher intensity of 1500 W/cm<sup>2</sup>, a statistically significant decrease in the area of wounds was observed from 19 days after applying the burn with final healing by 30 days of the study. When comparing the results of wound healing of both irradiated groups, it turned out that exposure with less intensity contributes to a more effective reduction in the area of the wound surface.

### **АНТИГЕННАЯ АКТИВНОСТЬ КОННЕКСИНА 30 В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ КРЫС**

**Кириченко Е.Ю., Логвинов А.К., Лысенко Л.В., Филиппова С.Ю.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, Россия; [kiriche.evgeniya@yandex.ru](mailto:kiriche.evgeniya@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1086.sudak.ns2020-16/248-249>

Изучение гетерогенности астроглии способствует изменению представлений о нейро-глиальных отношениях, а также формирует новый взгляд на различные патологии ЦНС. Одним из факторов, обеспечивающих гетерогенность астроглии, может быть дифференциальная экспрессия белков коннексинов, образующих щелевые контакты (ЩК). Целью работы являлось комплексное исследование антигенной активности белка щелевых контактов астроглии коннексина 30 (Cx30) в различных структурах головного мозга (ГМ) крыс. Животным проводили транскардиальную перфузию, ГМ извлекали, изготавливали 40 мкм вибраторные срезы, которые инкубировались с первичными антителами к GFAP (Sigma-Aldrich, США) и к Cx30 (Invitrogen, США), затем с конъюгированными с флуоресцентной меткой вторичными антителами (Sigma-Aldrich, США) и исследовались с использованием лазерного сканирующего микроскопа (Zeiss LSM880). Для электронной иммуногистохимии в качестве вторичных использовали антитела, конъюгированные с пероксидазой хрена, а выявление иммунных комплексов проводили с использованием DAB+ Chromogen (Dako, Дания). Далее срезы обрабатывали стандартными методами для электронной микроскопии, изготавливали ультратонкие срезы, которые контрастировали и просматривали под электронным микроскопом Jem 1011 (Jeol). При исследовании фронтальных срезов ГМ помимо выраженной реакции Cx30 в сером веществе ГМ крыс, что ранее отмечалась другими авторами, нами впервые было выявлено преобладание Cx30 в астроцитарных оболочках вокруг отдельных клеточных тел в нейропиле коры ГМ и зубчатой извилины гиппокампа. При ультраструктурном исследовании этих зон было показано, что продукты редко ассоциировались с ЩК. Cx30 локализован в тонких периферических отростках астроцитов, лежащих в нейропиле между нейритами, в периваскулярных астроцитарных муфтах, а также в астроцитарных периферических отростках, окружающих тела отдельных клеток в гранулярном слое зубчатой извилины гиппокампа. Таким образом, распределение Cx30 в норме в мозге является неоднородным, однако причины такой неоднородности еще никем не были исследованы и функциональное значение этого феномена неизвестно. *Работа поддержана грантом РФФИ № 19-015-00325.*

### **ANTIGENIC ACTIVITY OF CONNEXIN 30 IN THE RAT BRAIN**

**Kirichenko Evgeniya Yu., Logvinov Alexander K., Lysenko Larisa V., Filippova Svetlana Yu.**

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education "Southern Federal University", Rostov-on-Don, Russia, [kiriche.evgeniya@yandex.ru](mailto:kiriche.evgeniya@yandex.ru)

The study of the astroglial heterogeneity contributes to change the ideas about neuro-glial relationships, and also forms a new look at various pathologies of the central nervous system. One of the factors ensuring the heterogeneity of astroglia may be the differential expression of connexins proteins that form gap junctions (GJ). The aim of the work was a comprehensive study of the antigenic activity of the astroglial gap junctions protein - connexin 30 (Cx30) in various structures of the rat brain. After the transcardial perfusion of the animals, the brain was removed, 40 µm vibratome sections were made, which were incubated with primary antibodies to GFAP (Sigma-Aldrich, USA) and to Cx30 (Invitrogen, USA), then with secondary antibodies conjugated with a fluorescent label (Sigma-Aldrich, USA) and examined using a Zeiss laser scanning microscope (LSM880). For electron immunohistochemistry, antibodies conjugated to peroxidase were used as secondary antibodies, and immune complexes were detected using DAB + Chromogen (Dako, Denmark). Next, the sections were processed by standard methods for electron microscopy, ultrathin sections were contrasted and viewed under a Jem 1011 electron microscope (Jeol). The studying of the frontal brain sections, in addition to the pronounced Cx30 reaction in the gray matter, which was previously noted by other authors, we firstly revealed the predominance of Cx30 in the astrocytic membranes around individual cell bodies in the neuropil of brain cortex and the dentate gyrus of hippocampus. An ultrastructural study of these zones showed that products were rarely associated with gap



junctions. Cx30 is localized in the thin peripheral processes of astrocytes lying in the neuropil between the neurites, in perivascular astrocytic endfeet, as well as in the astrocytic peripheral processes surrounding the bodies of individual cells in the granular layer of the dentate gyrus in hippocampus. Thus, the distribution of Cx30 in normal brain is heterogeneous, however, the causes of such heterogeneity have not yet been investigated and the functional significance of this phenomenon is unknown.

*This work was supported by the RFBR grant No. 19-015-00325*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ АССОЦИИРОВАННОЙ С ВНУТРЕННЕЙ РЕЧЬЮ ЭЭГ ДЛЯ СИНТЕЗА INNER-SPEECH BCI (IS-BCI)**

**Кирой В.Н.<sup>1</sup>, Кривко Е.М.<sup>2</sup>, Бахтин О.М.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Научно-исследовательский технологический центр нейротехнологий Южного Федерального университета, Ростов-на-Дону, Россия; <sup>2</sup>Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного Федерального университета, кафедра физиологии человека и животных, Ростов-на-Дону, Россия<sup>2</sup>; [bachto@rambler.ru](mailto:bachto@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1087.sudak.ns2020-16/249>

Разрабатываемые в настоящее время системы взаимодействия человека с роботом предусматривают использование речевого канала связи и управления. Перспективные системы могут быть основаны на мысленно генерируемых человеком командах в технологии BCI.

С целью изучения электрографических коррелятов, информативных для использования в таких системах, исследовали многоканально регистрируемую ЭЭГ в рамках методических подходов, изложенных в работе Ernest Nlandu Kamavuako с соавторами [Ernest Nlandu Kamavuako et al., 2018] и в одной из наших предыдущих работ [Кирой и др., 2015]. Поиск и классификация специфических паттернов активности, генерируемых мозгом обследуемого во время реального и мысленного проговаривания слов на основе рассчитанных коэффициентов когерентности в диапазоне гамма-активности, осуществлялись с использованием многопараметрического MANOVA анализа. К настоящему времени, сравнительный групповой анализ показал, что возможно обнаружение паттернов дистантной синхронизации активности мозговых структур, специфичных для голосовой и мысленной вербальной деятельности. При индивидуальном анализе обнаружена возможность формирования нейронных сетей, специфичных для отдельных слов, что указывает на принципиальную возможность создания Inner-Speech BCI (IS-BCI).

Этот интерес, в частности, обусловлен перспективами использования таких паттернов в системах ИМК (интерфейс мозг-компьютер) и ИММ (интерфейс мозг-мозг) полноценное функционирование которых требует наличия достаточно развитого алфавита управляющих команд, произвольно генерируемых пользователем. Обнаружение таких паттернов в случае их устойчивого воспроизведения может стать основой для разработки эффективных систем ИМК и ИММ, работающих в реальном времени.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках Постановления №218 "Создание высокотехнологичного производства программного комплекса для управления человеческим капиталом на основе нейротехнологий для предприятий высокотехнологичного сектора Российской Федерации" (Шифр: 2019-218-11-8185).*

## **STUDY OF THE PROSPECTS OF USING THE CHARACTERISTICS OF THE SPACE-TIME ORGANIZATION ASSOCIATED WITH INTERNAL SPEECH EEG FOR THE SYNTHESIS OF INNER-SPEECH BCI (IS-BCI)**

**Kiroy Valery N.<sup>1</sup>, Krivko Elena M.<sup>2</sup>, Bakhtin Oleg M.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Research and technological center of neurotechnologies of the southern Federal University, Rostov-on-don, Russia; <sup>2</sup>Academy of biology and biotechnology. D. I. Ivanovsky southern Federal University, Department of human and animal physiology, Rostov-on-don, Russia<sup>2</sup>; [bachto@rambler.ru](mailto:bachto@rambler.ru)

Currently being developed systems for human interaction with the robot provide for the use of a voice communication channel and control. Promising systems can be based on mentally generated human commands in BCI technology.

In order to study the electrographic correlates that are informative for use in such systems, the multichannel recorded EEG was investigated within the framework of the methodological approaches outlined in the work of Ernest Nlandu Kamavuako with co-authors [Ernest Nlandu Kamavuako et al., 2018] and in one of our previous works [Kiroy et al., 2015]. The search and classification of specific activity patterns generated by the brain of the subject during real and mental pronouncing of words based on the calculated coherence coefficients in the range of gamma activity was carried out using multiparametric MANOVA analysis. To date, comparative group analysis has shown that it is possible to detect patterns of distant synchronization of activity of brain structures specific to voice and mental verbal activity. Individual analysis revealed the possibility of forming neural networks specific to individual words, which indicates the fundamental possibility of creating Inner-Speech BCI (IS-BCI).

This interest, in particular, is due to the prospects of using such patterns in the systems of IMC (brain-computer interface) and IMM (brain-brain interface), the full functioning of which requires a sufficiently developed alphabet of control commands, randomly generated by the user. The detection of such patterns, if they are consistently reproduced, can be the basis for the development of effective real-time IMC and IMM systems.

*The work was carried out with the financial support of the Ministry of science and higher education of the Russian Federation in the framework of Resolution No. 218 "Creation of high-tech production of software for human capital management based on neurotechnologies for enterprises of the high-tech sector of the Russian Federation" (Code: 2019-218-11-8185).*



## МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПРЕДИКТОРЫ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА. ПРОТЕИН C, D-ДИМЕРЫ И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В СИСТЕМЕ СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ ПРИ ИШЕМИЧЕСКОМ ИНСУЛЬТЕ

Л.Л. Клименко<sup>1</sup>, А.В. Скальный<sup>2</sup>, А.И. Деев<sup>1</sup>, И.С. Баскаков<sup>1</sup>, М.Н. Буданова<sup>1</sup>,  
А.Н. Мазилина<sup>3</sup>, М.С. Савостина<sup>3</sup>

1. Учреждение Российской академии наук Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, Москва, Россия klmenkoll@mail.ru
2. Российский университет дружбы народов, Москва, Россия skalny3@gmail.com
3. КБ № 123 ФМБА России, г. Одинцово, Моск. обл., Россия gman65@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m1088.sudak.ns2020-16/250-251>

При исследовании процесса нарушения мозгового кровообращения особое значение приобретают вопросы, связанные с анализом многоступенчатых гомеостатических механизмов, обеспечивающих связь кровоснабжения мозга с его метаболизмом и функцией. Оптимизация содержания макро- и микроэлементов (МЭ) является перспективным средством уменьшения апоптоза. В клинических условиях было проведено комплексное исследование роли белков-компонентов системы свертывания крови Протеина C (%) и D-димеров (нг/мл) и макро- и микроэлементов (мкг/мл) в этиопатогенезе ишемического инсульта. Высокая степень достоверности отличия этих показателей от нормы подтверждает основной тезис данного исследования: металло-лигандный гомеостаз вносит весомый вклад в механизм этиопатогенеза ишемического инсульта. Вклад белков Протеина C и D- димеров - компонентов системы свертывания крови - является закономерным, поскольку именно эти белки являются модуляторами каскада коагуляции, определяющими механизм патофизиологического процесса в ЦНС. Цинк играет важнейшую роль в формировании структуры протеина и активности ферментов: цинк является важным медиатором гомеостаза и тромбоза. Ионы меди модулируют систему свертывания крови, как и антиоксидантную систему. Низкая концентрация магния в периферической крови ( $< 0,76$  ммоль/л), является фактором риска возникновения инсульта, т.е. маркером-предвестником. Дефицит железа вызывает нарушение продукции нейромедиаторов, приводит к развитию энергетического кризиса и сочетается с повышенным риском инсульта. Микроэлемент-антиоксидант селен включен в состав селенопротеинов, принимающих активное участие в антиоксидантной защите при сосудистой патологии (глутатион-пероксидаза, глутатион-редуктаза, тиоредоксинредуктаза, селенопротеин Р). Корреляционный анализ по Спирмену выявил достоверные корреляционные связи между концентрациями протеина C, D-димеров и макро- и микроэлементов у пациентов – мужчин ( $n=51$ ). Таким образом, показатели свертываемости крови оказываются достоверно связанными с показателями элементного гомеостаза: результаты анализа убедительно свидетельствуют о роли последнего в процессе свертывания крови. Для углубленного анализа участия компонентов элементного гомеостаза в ишемическом процессе был использован метод математического анализа Data mining, цель которого – обнаружить новые корреляции в результате просеивания большого объема хранимых данных с использованием методик распознавания образов. С помощью данного метода была выявлена достоверная связь ( $p<0,0001$ ) между компонентами металло-лигандного гомеостаза и показателями свертываемости крови. С помощью регрессионного анализа была исследована зависимость компонентов свертываемости крови как показателей тяжести инсульта (протеин C и D- димеры) от концентрации макро- и микроэлементов (Cu, Fe, Mg, Mn, Se, Zn). Коэффициенты оценки достоверности результатов:  $R=0,95938848$ ;  $R^2=0,92042626$ . Таким образом, с помощью регрессионного анализа показана высоко достоверная связь между протеином C – компонентом системы свертывания крови - и концентрацией комплекса макро-и микроэлементов, вносящих вклад в центральный механизм этиопатогенеза ишемического инсульта.

## METABOLIC PREDICTORS OF ISCHEMIC STROKE. PROTEIN C, D-DIMERS AND TRACE ELEMENTS IN THE BLOOD COAGULATION SYSTEM AND ISCHEMIC STROKE

Lydmila L. Klimentko<sup>1</sup>, Anatoly V. Skalny<sup>2</sup>, Anatoly I. Deev<sup>1</sup>, Ivan S. Baskakov<sup>1</sup>, Maria N. Budanova<sup>1</sup>,  
Aksana N. Mazilina<sup>3</sup>, Marina S. Savostina<sup>3</sup>

- 1 Institution of the Russian Academy of Sciences Institute of Chemical Physics named after N.N. Semenov RAS, Moscow, Russia klmenkoll@mail.ru
- 2 Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russia skalny3@gmail.com
- 3 CH No. 123 FMBA of Russia, Odintsovo, Moscow. Region, Russia, gman65@mail.ru

In the study of the process of cerebrovascular accident, issues related to the analysis of multistage homeostatic mechanisms that provide a connection between the blood supply to the brain and its metabolism and functions are of particular importance. The optimization of the content of trace elements (ME) is a promising means of reducing apoptosis. In clinical conditions, a comprehensive study of the role of protein components of the coagulation system of Protein C (%) and D-dimers (ng / ml) and macro- and microelements (μg / ml) in the etiopathogenesis of ischemic stroke. The high degree of reliability of the difference between these indicators from the normal values confirms the main thesis of this study: metal-ligand homeostasis makes a significant contribution to the mechanism of etiopathogenesis of ischemic stroke. The contribution of Protein C proteins and D-dimers - components of the blood coagulation system - is natural, since these proteins are the modulators of the coagulation cascade that determine the mechanism of the pathophysiological process in the central nervous system. Zinc plays a crucial role in the formation of protein structure and enzyme activity: zinc is an important mediator of hemostasis and thrombosis. Copper ions modulate the blood coagulation system, as well as the antioxidant system. A low concentration of magnesium in peripheral blood ( $<0.76$  mmol / L) is a risk factor for stroke, i.e. marker harbinger. Iron deficiency causes a violation of the production of neurotransmitters, leads to the development of an energy crisis and is combined with an increased risk of stroke. The trace element antioxidant selenium is included in the composition of selenoproteins, which are actively involved in antioxidant defense in vascular pathology (glutathione peroxidase, glutathione reductase thioredoxin reductase, Selenoprotein R). Spearman correlation analysis

revealed reliable correlation between the concentrations of protein C, D-dimers and macro- and microelements in blood of male patients ( $n = 51$ ). Thus, the indicators of blood coagulation turn out to be reliably related to the indicators of elemental homeostasis: the analysis results convincingly indicate the role of the latter in the process of blood coagulation. For an in-depth analysis of the participation of the components of elemental homeostasis in the ischemic process, the Data mining mathematical analysis method was used, the purpose of which was to detect new correlations as a result of sifting a large amount of stored data using sample recognition techniques. Using this method, a reliable relationship ( $p < 0.0001$ ) between the components of the metal-ligand homeostasis and blood coagulation indices was revealed. Using regression analysis, we studied the dependence of blood coagulation components as indicators of the severity of stroke (protein C and D dimers) on the concentration of macro- and microelements (Cu, Fe, Mg, Mn, Se, Zn). The coefficients for assessing the reliability of the results:  $R = 0.95938848$ ;  $R^2 = 0.92042626$ . Thus, using a regression analysis, a highly reliable relationship was found between protein C, a component of the blood coagulation system, and the concentration of a complex of macro- and micronutrients that contribute to the central mechanism of etiopathogenesis of ischemic stroke.

#### **КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЦЕТИЛХОЛИНЭСТЕРАЗЫ СИНАПТИЧЕСКИХ МЕМБРАН МОЗГА КРЫС ЗАВИСЯТ ОТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ УМЕРЕННОЙ ГИПОТЕРМИИ.**

**Кличханов Н. К., Джафарова А. М.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение ВО «Дагестанский государственный университет»,  
г. Махачкала, Россия, [albina19764@mail.ru](mailto:albina19764@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1089.sudak.ns2020-16/251-252>

В последние годы гипотермические состояния нашли широкое применение в медицинской практике в целях протекции или коррекции ишемических, реперфузионных повреждений. Основной терапевтический эффект гипотермии основан на том, что при низких температурах тела снижаются скорости физических и химических процессов в организме. Однако начальные этапы гипотермии провоцируют стрессорную реакцию, в результате которой происходит развитие ряда патологических процессов, выраженность которых при длительном воздействии холодового фактора может изменяться. В данной работе предпринято исследование зависимости активности и каталитических свойств ключевого фермента холинэргической системы мозга от длительности умеренной гипотермии.

Опыты были проведены на белых беспородных крысах. Гипотермию вызывали наружным охлаждением животных. Температуру тела крыс снижали до  $30^{\circ}\text{C}$  (кратковременная умеренная гипотермия), поддерживали этот уровень гипотермии в течение 1 ч и 3 ч (продолжительная умеренная гипотермия). АХЭ определяли методом Элмана. Кинетические характеристики: максимальную скорость ( $V_m$ ), константу Михаэлиса ( $K_m$ ) и константу субстратного ингибирования ( $K_i$ ) находили методом наименьших квадратов в соответствии с моделью Холдейна.

Исследование показало, что снижение температуры тела крыс до  $30^{\circ}\text{C}$  уже на начальных этапах приводит к существенному повышению активности АХЭ и смещению точки оптимума на графике концентрационной зависимости в сторону меньших концентраций субстрата. При этом  $V_{\max}$  увеличивается, а  $K_m$  снижается, что обуславливает высокие значения показателя эффективности катализа ( $V_{\max}/K_m$ ). Высокая активность АХЭ в мозге при гипотермии, возможно, является одним из способов реализации энергосберегающей стратегии у гомеотермных животных в условиях острого воздействия холодового фактора. Интересно то, что при кратковременной гипотермии значения  $K_i$  не претерпевают существенных изменений, а степени ингибирования ( $Q$ ) достоверно увеличиваются. Пролонгирование умеренной гипотермии до 1 ч сопровождается снижением активности АХЭ относительно кратковременной гипотермии и незначительным повышением значений  $K_i$ . При этом  $V_{\max}$  снижается, а  $K_m$  не изменяется, что в совокупности приводит к снижению  $V_{\max}/K_m$ . Пролонгирование умеренной гипотермии до 3 ч сопровождается дальнейшим снижением активности АХЭ (до уровня контроля) и нормализацией значений  $V_{\max}$ ,  $K_m$ ,  $Q$ . Однако, при этом значения  $K_i$  существенно снижаются, достигая более низких относительно контроля уровней. Нормализация каталитических свойств ключевого фермента холинэргического передачи нервных импульсов, скорее всего, является отражением компенсаторно-адаптивных реакций, развивающихся в мозге млекопитающих за длительный период гипотермии.

#### **KINETIC CHARACTERISTICS OF THE ACETYLCHOLINESTERASE OF SYNAPTIC MEMBRANES FROM RATS BRAIN DEPEND ON THE DURATION OF MODERATE HYPOTHERMIA.**

**Klichkhanov Nisred K., Dzhaifarova Albina M.**

Dagestan State University, Makhachkala, Russia [albina19764@mail.ru](mailto:albina19764@mail.ru)

In recent years, hypothermic conditions have been widely used in medical practice for the protection or correction of ischemic/reperfusion injuries. The main therapeutic effect of hypothermia is based on the fact that at low body temperatures, the rates of physical and chemical processes are reduced. However, the initial stages of hypothermia provoke a stressful reaction. As a result of a number of pathological processes develop, the severity of which can change with prolonged exposure to the cold factor. In this work, a study of the dependence of the activity and catalytic properties of the key enzyme of the cholinergic system of the brain - acetylcholinesterase (AChE) on the duration of moderate hypothermia is undertaken. The experiments were conducted on white outbred rats. Hypothermia was caused by external cooling of the animals. The body temperature of rats was reduced to  $30^{\circ}\text{C}$  (short-term moderate hypothermia), this level of hypothermia was maintained for 1 h and 3 h (prolonged moderate hypothermia). AChE was determined by the Ellman method. Kinetic characteristics: maximum velocity ( $V_m$ ), Michaelis constant ( $K_m$ ) and substrate inhibition constant ( $K_i$ ) were found by the least squares method in accordance with the Haldane model. The study showed that lowering the body temperature of rats to  $30^{\circ}\text{C}$  already at the initial stages leads to a significant increase in AChE activity and a shift of the optimum point on the concentration dependence graph to lower substrate concentrations. In this case,  $V_{\max}$  increases and  $K_m$

decreases, which leads to high values of the catalysis efficiency ( $V_{max}/K_m$ ). The high activity of AChE in the brain during hypothermia is probably one of the ways to implement an energy-saving strategy in homeothermic animals under acute exposure of the cold factor. It is interesting that with short-term hypothermia, the  $K_i$  values do not undergo significant changes, and the degree of inhibition ( $Q$ ) significantly increases. The prolongation of moderate hypothermia to 1 h is accompanied by a decrease in AChE activity relative to short-term hypothermia and a slight increase in  $K_i$  values. In this case,  $V_{max}$  decreases, and  $K_m$  does not change, which together leads to a decrease in  $V_{max} / K_m$ . The prolongation of moderate hypothermia to 3 h is accompanied by a further decrease in AChE activity (to the control level) and normalization of the values of  $V_{max}$ ,  $K_m$ ,  $Q$ . However, in this case, the  $K_i$  values are significantly reduced, reaching lower levels relative to the control. The normalization of the catalytic properties of the key enzyme of cholinergic transmission of nerve impulses, most likely, is a reflection of the compensatory-adaptive reactions that develop in the mammalian brain over a long period of hypothermia.

#### **КОГНИТИВНАЯ НЕЙРОНАУКА, СОЦИАЛЬНЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ: ОСОБЕННОСТИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**

**Ключева Н.Ю.**

МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия, [klyueva.msu@gmail.com](mailto:klyueva.msu@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1090.sudak.ns2020-16/252>

В современной науке феномен междисциплинарности (англ. Interdisciplinarity) является, с одной стороны, достаточно распространенным, с другой стороны, имеет неоднозначную трактовку. Интересным и продуктивным для анализа реальной научной практики, на наш взгляд, может быть типология междисциплинарности, включающая такие типы междисциплинарного взаимодействия как кроссдисциплинарность, мультидисциплинарность, интердисциплинарность и трансдисциплинарность, а интересным примером для анализа – «единая нейронаука» (этим терминами принято обозначать весьма широкий спектр наук, в центре которых оказываются науки о мозге). Если в 60е гг. термин нейронаука и нейробиология фактически используются как эквивалентные, то в настоящее время в сферу нейронаук включают не только целый ряд биомедицинских дисциплин, но и такие дисциплины, как например, нейроинформатика (neuroinformatics), где специалисты занимаются разработкой и созданием программных средств и технических систем (в частности искусственных нейронных сетей), основанных на принципах работы естественных нейронных систем. Идеи об аналогии между устройством мозга и устройством искусственной нейронной сети можно проследить уже на самом раннем этапе развития этой области исследований (формальный нейрон Дж.Маккалоха, У.Питтса). С точки зрения исследования междисциплинарности, интерес представляют также такие участники «семейства нейронаук» как культурная нейронаука, социальная нейронаука, нейроэтика, нейроэстетика, нейрофилософия и т.п., которые иллюстрируют взаимодействие дисциплин по типу кроссдисциплинарности (кроссдисциплинарность предполагает заимствование методов и/или теорий, и/или данных одной дисциплиной-реципиентом другой дисциплиной-донором) между науками о мозге и социальными, а также гуманитарными дисциплинами.

#### **COGNITIVE NEUROSCIENCE, SOCIAL SCIENCES AND HUMANITIES: FEATURES OF INTERDISCIPLINARY INTERACTION**

**Klyueva Natalia Y.**

Lomonosov Moscow state University, Moscow, Russia, [klyueva.msu@gmail.com](mailto:klyueva.msu@gmail.com)

Today, the phenomenon of interdisciplinarity in science is, on the one hand, quite common, on the other hand, has an ambiguous interpretation. In our opinion, a typology of interdisciplinarity that includes such types of interdisciplinary interaction as crossdisciplinarity, multidisciplinary, interdisciplinarity, and transdisciplinarity can be interesting and productive for the analysis of real scientific practice, and an interesting example for analysis is "unified neuroscience" (these terms are used to denote a very wide range of disciplines that focus on brain science). If in the 60s. the term neurobiology and neuroscience are actually used as equivalent, currently the field of neuroscience includes not only a number of biomedical disciplines, but also such disciplines as Neuroinformatics, where specialists are engaged in the development and creation of software and technical systems (in particular artificial neural networks) based on the principles of natural neural systems. Ideas about the analogy between the structure of the brain and the device of an artificial neural network can be traced back to the earliest stage of the development of this field of research (the McCulloch-Pitts model of neuron). From the point of view of the methodology of science, participants of the "family of neuroscience" such as cultural neuroscience, social neuroscience, neuroethics, neuroaesthetics, neurophilosophy are also of interest. They illustrate cross disciplinary interaction (crossdisciplinarity involves the borrowing of methods and/or theories, and/or data from one recipient discipline to another donor discipline) between neuroscience, social sciences and humanities.

#### **ТЕКСТ-ПРОИЗВЕДЕНИЕ/ МОЗГ-СОЗНАНИЕ (ОПЫТ ЭСТЕТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ)**

**Кобляков А.А.**

Московская государственная консерватория им. П. И. Чайковского, Россия, [akoblyakov@list.ru](mailto:akoblyakov@list.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1091.sudak.ns2020-16/252-254>

Как соотносятся сознание и материя? Как проявляется смысл в материальном субстрате? Как однокорневым образом описать деятельность мозга? Путь «снизу» (от эксперимента) необходим, но недостаточен, поскольку не дает ответа на подобные вопросы. Необходим еще путь «сверху» - объяснительная модель. В этом качестве предлагается модель музыкального произведения (шедевр), обобщенная на основе методологии нового типа.



Единицей смысла является вопросо-ответная структура, схематично: а? (вопрос) → b! (ответ). В музыке этому соответствует диада «неустой (?) – устойчив (!)», базовая ячейка ладового тяготения. На вопрос, поставленный в начале произведения (противоречия в исходном ядре) даются частичные («ложные») ответы; окончательный – лишь в заключительном кадансе. Такую «оттяжку» ответа на вопрос мы обобщили в виде «двухходовки смысла»:  $a \rightarrow b? \ c! \ a \rightarrow c? \ b!$ , где  $c$  – ложный ход. Но какая сила стоит за подобным «вопрошанием» (М. Хайдеггер), «длением неустойчивости», препятствуя преждевременному разрешению («ответу»)? Очевидно, сила *расширения*, реакция на тяготение. Эта скрытая система-«антагонист» имеет такую грамматику и такой синтаксис, в которых базовый принцип прямо противоположен нормативному, а именно: он утверждает неустой в качестве *целевых точек развития и, соответственно, прямо противоположную иерархию элементов!* В традиционной научной парадигме (системный подход) *целое* отождествляется с понятием «система», что нашло отражение в терминологии (греч. *system* – «целое»). Но из предыдущего ясна неправомерность такого отождествления. Необходимо расширить традиционные представления, отождествляя целое с *метасистемой* (греч. *meta* – «за пределами, вне»), единством более высокого уровня, чем система – сопряжением систем с разными принципами организации. Такой подход, расширяющий системные представления, мы назвали метасистемным. Целое в таком представлении предстает как арена взаимодействия (диалог) *двух сил*: силы тяготения (центростремительное начало) и силы расширения (центробежное начало).

Центростремительное начало направлено к ответу, норме, устойчивости и однозначности, центробежное – к вопросу, нарушению нормы, неустойчивости и неоднозначности. Для эволюции самое важное – чтобы «не перевелись вопросы», что и обеспечивает центробежное начало, направляя движение в «ложном направлении», уводящем от преждевременного ответа. Учет именно пары сил, а не одной прорывает ряд фундаментальных проблем, в частности смысл соотношения «мозг – сознание».

Для этого сначала рассмотрим эталонную модель «текст-произведение».

Материальный субстрат произведения – текст (= «материя»). Он локален и дискретен и потому не адекватен самому произведению, поскольку *не фиксирует* постоянные вопросо-ответные версии нашего сознания – систематическую сверку прогноза и реалии – невидимо и нелокально заполняющие пространство между звуками и формирующие непрерывное смысловое поле («мысль в материи»). Единица **текста** – элемент, **значение** с фиксированной однозначной траекторией (только «ответы», одномерное семантическое пространство). Единица **произведения** – матрица, **смысл** с пакетом траекторий, постоянные вопросо-ответные версии **сознания, остающегося «за кадром» текста** (двумерное (многомерное) семантическое пространство). Получается, что произведение и его материальный субстрат – текст – соотносятся не как целое и часть, а как целое и его проекция, как матрица и элемент, *смысл и значение* или, иначе, одномерное семантическое пространство текста вложено в двумерное (многомерное) пространство произведения. Если отождествить мозг с материальным субстратом сознания («текстом»), а само сознание – с текстом в контексте реального восприятия («произведением»), то выяснится следующее: точно так же, как произведение находится в семантическом пространстве большей размерности относительно текста, в таком же соотношении находится и сознание относительно своего материального субстрата – мозга! Эта разноразмерность, кстати, объясняет, почему сознание может различать внутренние стимулы (образы) от внешних, а мозг – не может. Становится ясным и другое: наука исследует пока только *текст*, игнорируя само *произведение*!

Цикл из «двухходовок смысла» на базе центростремительного и центробежного начал формирует непрерывный постоянный диалог между вопрошающим и отвечающим, говорящим и слушающим, внутренним и внешним, что лежит, на наш взгляд, в основе всей деятельности мозга. Мы покажем возможность однокорневого описания структуры, разных функций и работы мозга в целом (право-левополушарная асимметрия, моделирование действительности, прогнозирование, восприятие, обучение, память, прямые и обратные задачи, необходимость ошибок, рефлекс, отношения между симпатической и парасимпатической нервными системами, между альфа- и бета-волновыми активностями и т.д.) через постоянный диалог «вопрос-ответ». Для адекватного описания процессов синтеза мы ввели в модель отношения нового типа – «трансмерные отношения» (в нашей терминологии). **ТРАНСМЕРНОСТЬЮ мы называем весь комплекс отношений между пространствами разных размерностей внутри многомерного целого, как то: вложения, взаимоотражения, свертки-развертки, связи между измерениями, проекции, переходы из одной размерности в другую и т.д.** Мозг есть целое, при этом его разные отделы функционируют автономно. Такая целостность в сочетании с автономностью возможны, если мозг – многомерная структура с подпространствами меньшей размерности. Само сознание (в широком смысле) есть иерархия вложенных субпространств, в которых собственно сознание не контролирует ни бессознательное с его метрикой и скоростями, ни сверхсознание с его мгновенными творческими озарениями. Метасистемный подход предполагает членение целого не на уровни («слои»), а на самостоятельные подпространства. Отсюда необходимость новых (трансмерных) отношений.

Итак, музыкальный шедевр предложен как эталонная модель, объясняющая сопряжение материи и сознания, текста и произведения, значения и смысла, как универсальная модель становления целого на любом субстрате. Эстетическое моделирование не цифровое, а аналоговое: модель не «вычисляется, а «узнается».

KOBYLAKOV<sup>[1]</sup> A. Creation, transdimensional relations, aesthetic modeling<sup>[2]</sup>/ Symmetry: Culture and Science, Volume 28, Number 1, pages 117-132 (2017)

## TEXT - CREATION / BRAIN - CONSCIOUSNESS (THE EXPERIENCE OF AESTHETIC MODELING)

Koblyakov Alexander A.

P.I. Tchaikovsky Moscow State Conservatory, [akoblyakov@list.ru](mailto:akoblyakov@list.ru)

What is the correlation of consciousness and matter? How is the meaning manifested in material substrate? How to describe the brain activity in a single-root way? The “downside up” path (starting from the experiment) is



indispensable but not sufficient, as it does not provide an answer to these questions. There is still a need for an "upside down" path - an explanatory model. In this capacity, we suggest the model of a musical piece (creative masterpiece) generalized using the methodology of a new type.

The unit of meaning is the question-and-answer structure, schematically shown as:  $a?$  (question)  $\rightarrow$   $b!$  (answer). In music, this corresponds to the dyad of "the unsteady (?) – and the steady (!)", which is the basic unit of the modal tension. Partial ("false") answers are given to the question posed in the beginning of a piece (contradictions in the original nucleus); the final answer is given only in the final cadence. We generalize such 'delay' of the answer to the question in the form of a 'double passage of meaning':  $a \rightarrow b? c! a \rightarrow c? b!$ , where  $c$  is a false move. But what is the power behind such "questioning" (M. Heidegger), "prolongation of instability", preventing premature resolution ("answer")? Obviously, it is the force of expansion, response to tension. This hidden "antagonist" system has its grammar and syntax, and its basic principle is directly opposite to the normative principle: it states that the unsteady are the target development points and, accordingly, establishes exactly the opposite hierarchy of elements! In the traditional scientific paradigm (systematic approach), the whole is identified with the concept of "system", which is reflected in terminology (in Greek "system" means "whole"). But the above shows that such identification is wrong. Traditional ideas need to be expanded, identifying the whole with meta-system (Greek meta - "outside, beyond"), a unity of a higher level than a system — by interfacing systems with different organizational principles. We called this approach (expanding system representations) meta-systemic. From this perspective, the whole appears as an arena of interaction (dialogue) of two forces: gravitational force (centripetal principle) and expansion force (centrifugal principle).

The centripetal principle is directed toward the answer, the norm, stability and uniqueness, while the centrifugal principle is directed to the question, violation of the norm, instability and ambiguity. For evolution, the most important thing are "the questions that still exist", which ensures centrifugal origin, directing movement in "false direction", leading away from a premature answer. Taking into account exactly a pair of forces, and not just one, clarifies a number of fundamental problems, in particular - the meaning of the brain-consciousness correlation.

Therefore, we shall start with considering the sample "text-to-piece" model.

The material substrate of the piece is text (= "matter"). It is local and discrete and therefore not adequate to the piece itself, since it does not record the constant question-answer versions of our consciousness - systematic reconciliation of forecast and reality - invisibly and non-locally filling the space between sounds, and creating a continuous semantic field ("thought in matter"). A text item is an element, a sign with its fixed unambiguous trajectory (answers only, one-dimensional semantic space). The unit of piece is a matrix, meaning with a package of trajectories, never-ending question-answer versions of consciousness remaining "behind the scenes" of the text (two-dimensional (multidimensional) semantic space). It turns out that the piece and its material substrate - the text - are not related as "a whole and a part", but as "a whole and its projection", matrix and its element, sign and meaning - or, otherwise, one-dimensional semantic space of the text is embedded in two-dimensional (multidimensional) space of the piece. If we identify the brain with the material substrate of consciousness ("text"), and consciousness itself - with the text in the context of real perception ("piece"), then we observe the following: just like a piece is located within semantic space of a greater dimension with regards to text, consciousness is also in the same ratio with respect to its material substrate - the brain! This multidimensionality, by the way, explains why consciousness can distinguish between internal stimuli (images) and external ones, which the brain cannot do. Another thing also becomes clear: so far, science examines only the text, ignoring the piece itself!

The cycle of "two-passages of sense" based on centripetal and centrifugal principles forms a continuous, constant dialogue between the questioner and the responder, the speaker and the listener, the internal and the external, which, in our opinion, is the core of any brain activity. We shall demonstrate the possibility of a single-root description of structure, various functions and work of the brain as a whole (right-left hemisphere asymmetry, reality modeling, forecasting, perception, learning, memory, direct and inverse tasks, the need for errors, reflexes, relationship between the sympathetic and parasympathetic nervous systems, between alpha and beta-wave activities, etc.) through the uninterrupted "question-answer" dialogue. To adequately describe the

processes of synthesis, we introduced a new type of relationship into the model - "trans-dimensional relations" (in our terminology). We refer to TRANSDIMENSIONALITY as the overall complex of relations between spaces of different dimensions within a multidimensional whole, such as: embeddings, interrelations, folding-unfolding, connections between dimensions, projections, transitions from one dimension to another, etc. The brain is the whole, while its different parts function autonomously. This integrity combined with autonomy is possible, if the brain is a multi-dimensional structure, with sub-spaces of smaller dimension. Consciousness itself (in broad sense) is a hierarchy of embedded subspaces, where consciousness itself does not control either the unconscious (with its metrics and speeds), or super-consciousness with its creative insights. The meta-systemic approach implies dividing the whole not into levels ("layers"), but into independent subspaces. Hence the need for the new (trans-dimensional) relationships.

Thus, musical masterpiece is suggested as a reference model which explains the correlation of matter and consciousness, text and piece, meaning and implication - as a universal model of forming the whole based on any substrate. Aesthetic modeling is not digital, but analog: the model is not "calculated", but rather "recognized".

KOBYAKOV A. Creation, trans-dimensional relations, aesthetic modeling/ Symmetry: Culture and Science, Volume 28, Number 1, pages 117-132 (2017)

## ГОЛОДАНИЕ УКОРАЧИВАЕТ ТЕЛОМЕРЫ У МУЖЧИН И ИЗМЕНЯЕТ ТИП НАСЛЕДОВАНИЯ ДЛИНЫ ТЕЛОМЕР В ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЯХ

Е. Кобылянский<sup>1</sup>, Л. Калихман<sup>2</sup>, А. Торчинский<sup>2</sup>

1 -Кафедра анатомии и антропологии, медицинский факультет Саклера, Тель-Авивский университет, Тель-Авив, Израиль. 2-Кафедра физиотерапии, факультет медицинских наук, Университет им. Бен-Гуриона в Негеве, Беэр-Шева, Израиль

<https://doi.org/10.29003/m1092.sudak.ns2020-16/255-257>

### Введение

Теломеры представляют собой нуклеопротеиновые комплексы TTAGGG, расположенные на концах хромосом. Теломеры укорачиваются при каждом митотическом цикле; была показана связь между динамикой изменений длины теломер и механизмами, детерминирующими продолжительность жизни. Было показано, что длина теломер (ДТ) наследуема, а также, что различные факторы окружающей среды могут влиять на изменения ДТ в течение жизни. Данные, характеризующие тип наследования ДТ (материнский или отцовский) противоречивы: в ряде исследований была показана более сильная материнская, чем отцовская, наследуемость ДТ, но в других работах регрессионный анализ не выявил разницы между отцовской и материнской наследуемостью. В настоящей работе мы исследовали тип наследования ДТ хромосом из лейкоцитов в популяции, состоящей из индивидов, переживших массовый голод в Чувашии в 1922-1923 годах, и из их потомков.

### Материалы и методы

Тестируемая популяция состояла из 678 мужчин и 647 женщин чувашской национальности, родившихся между 1909 и 1980 годами и проживавших в маленьких деревнях Чувашии. Данные были собраны в ходе 3-х экспедиций в 1994, 1999 и 2002 годах. Такой метод сбора данных позволял использовать возраст и год рождения как независимые переменные (т.е., позволял, после нормирования по возрасту анализировать, как ДТ хромосом, выделенных из лейкоцитов (ЛДТ) коррелирует с годом рождения у лиц, рожденных в интервале между 1909 и 1980 годами). ДНК периферических лейкоцитов крови была использована для оценки ДТ посредством количественной полимеразной цепной реакции (qPCR). После поправок на возраст и пол, коэффициент корреляции Пирсона (r) был использован для оценки внутрисемейных корреляций ЛДТ (например, отец-сын, мать-дочь).

### Результаты

В нашем предыдущем исследовании мы оценивали семейные корреляции и наследование ЛДТ. Семейные корреляции были статистически значимы. Также была отмечена слабая, но статистически значимая корреляция между ЛДТ супругов. Было определено, что наследуемость ЛДТ в исследуемой популяции находится уровне 0.63.

Чтобы исследовать влияние голода на ЛДТ мы разделили тестируемую популяцию на 4 группы: 1) индивиды, рожденные в 1909- 1921 годах; 2) индивиды, рожденные в 1922- 1923 годах; 3) индивиды, рожденные в 1924- 1928 годах и 4) индивиды, рожденные после 1928 года (обоснование деления популяции представлено в Kobylansky E et al., 2016). Для того, чтобы оценить, в какой степени семейные и генетические факторы определяют ЛДТ, на основании родословных с использованием программы MAN-7 (Malkin and Ginsburg 2007) проведен анализ составляющих дисперсии. Указанная программа определяет наиболее подходящую и экономную модель изменчивости признаков, дающую на основе генеалогических данных максимальные вероятностные оценки вклада генетических, семейных факторов, а также факторов внешней среды и соответствующие стандартные ошибки. Этот метод позволяет разделить общую фенотипическую вариацию изучаемого признака ( $V_{PH}$ ) на ряд компонентов в соответствии со следующими факторами: аддитивный генетический компонент ( $V_{AD}$ ), компонент общего влияния среды на супругов ( $V_{SP}$ ), компонент общего типа домашнего уклада ( $V_{HS}$ ) и компонент общей для сиблингов ( $V_{SB}$ ) среды. Компонент неучтенных остаточных влияний был определен как  $V_{RS}$ . Следует отметить, что поскольку наша выборка имеет семейную структуру, приведенные выше оценки корреляции и, в частности, значения  $r$ , могут быть смешанными. Поэтому на данном этапе анализа смешанные эффекты пола и возраста на вариацию каждой изучаемой переменной оценивались одновременно с компонентами дисперсии с использованием функций множественной регрессии. Используемая методика на основе вероятности по соответствующим параметрам учитывает размер и структуру семьи.

В настоящей работе на основании родословных по исследуемой выборке был предпринят анализ составляющих дисперсии для оценки вклада генетических, семейных факторов, а также факторов внешней среды в величину ЛДТ.

Общая (неограниченная) модель сравнивалась и с самой экономной (MP), и каждой из двух соответствующих ограниченных моделей (RM). Сравнение модели MP с каждой из двух RM моделей позволяет предположить значимость влияния возраста и года рождения ( $LRT = 10,94$ ,  $p = 0,001$  и  $LRT = 8,18$ ,  $p = 0,004$  соответственно). Оценка  $\sigma_{AD}^2$  предполагает, что около 67,4 % изменчивости ЛДТ могут быть объяснены аддитивным генетическим компонентом. MP является наиболее экономной моделью, в которой параметры  $\sigma_{HS}^2$ ,  $\sigma_{SB}^2$ ,  $\beta_{1f}$ ,  $\beta_{2f}$  ограничены нулем, поскольку влияние на длину теломер у женщин типа домашнего уклада, наличия сибсов, а также влияние возраста и даты рождения были незначительными. Не обнаружено достоверных корреляций между значениями ЛДТ у женщин-сиблингов. Не выявлено существенной перекрестной корреляции между ЛДТ у братьев и сестер; эффект общего влияния средовых факторов на значение ЛДТ у супругов оценивается в 10,7 %. Эффекты возраста и года рождения на ЛДТ у мужчин ( $\beta_{1m}$  и  $\beta_{2m}$ ) были значительными (с увеличением возраста и года рождения происходит снижение ЛДТ).

В настоящее время считается доказанным, что ЛДТ - наследуемый признак. В то же время, достаточно противоречивым остается вопрос о том, наследуется материнская или отцовская длина теломер? (Katarina Nordfja et al., 2005, 2010; Omer T. Njajou et al., 2007; Eisenberg, 2014; De Meyer, Eisenberg, 2015). В настоящей работе были проанализированы корреляции в парах родители-дети. Анализируя популяцию в

целом, мы обнаружили статистически значимые, независимые от пола корреляции между ЛДТ родителей и детей: отец-сын:  $r = 0,34$ ,  $P = 0,0005$ ,  $n = 293$ ; отец-дочь:  $r = 0,28$ ,  $P = 0,0008$ ,  $n = 242$ ; мать-сын:  $r = 0,37$ ;  $P = 0,0005$ ,  $n = 320$ ; мать-дочь:  $r = 0,32$ ,  $P = 0,0006$ ,  $n = 264$ . Статистических различий между этими коэффициентами корреляции не обнаружено. Установлено, что в той части выборки, в которой родители появились на свет между 1924 и 1928 годами, корреляции по ЛДТ были значительно сильнее между когортами отцов и детей (отец-сын:  $r = 0,54$ ,  $P = 0,0009$ ,  $n = 41$ ; отец-дочь:  $r = 0,60$ ,  $P = 0,001$ ,  $n = 28$ ), тогда как корреляции по ЛДТ матерей и их детей (мать-сын:  $r = 0,24$ ,  $P = 0,07$ ,  $n = 58$ ; мать-дочь:  $r = 0,28$ ,  $P = 0,053$ ,  $n = 47$ ) не отличались от обнаруженных при анализе популяции в целом. В группе индивидов, рожденных после 1928 года, корреляции между ЛДТ родителей и детей были практически такими же, как в популяции в целом: отец-сын:  $r = 0,29$ ,  $P = 0,0008$ ,  $n = 210$ ; отец-дочь:  $r = 0,18$ ,  $P = 0,014$ ,  $n = 191$ ; мать-сын:  $r = 0,43$ ;  $P = 0,0005$ ,  $n = 224$ ; мать-дочь:  $r = 0,35$ ,  $P = 0,0007$ ,  $n = 194$ .

#### **Заключение**

Наши предыдущие исследования показали, что голод может быть фактором, способствующим укорочению теломера. Это исследование позволяет предполагать, что голод может влиять на тип наследования (материнский или отцовский) теломера. Они также показывают, что генетические факторы и факторы окружающей среды (голод) влияют на степень корреляции ЛДТ у родителей и детей.

#### **References**

- Eisenberg DT. 2014 Inconsistent inheritance of telomere length (TL): is offspring TL more strongly correlated with maternal or paternal TL? *Eur. J. Hum. Genet.* 22, 8–9.
- De Meyer T, Eisenberg DT. 2015 Possible technical and biological explanations for the 'parental telomere length inheritance discrepancy' enigma. *Eur. J. Hum. Genet.* 23, 3–4.
- Katarina Nordfja, Åsa Larefalk, Petter Lindgren, Dan Holmberg, and Goran Roos. , 2005. Telomere length and heredity: *Indications PNAS*, 102, 16374–16378.
- Katarina Nordfja, Ulrika Svenson, Karl-Fredrik Norrback, Rolf Adolfsson and Goran Roos. 2010. Large-scale parent-child comparison confirms a strong paternal influence on telomere length. *European Journal of Human Genetics*, 18, 385–389
- Kobyliansky E., Torchinsky D., Kalichman L., Karasik D. Mass famine is associated with shorter leukocyte telomeres in men of ensuing generations. *Am J Clin Nutr.* 2016 Nov;104(5):1410-1415
- Malkin I, Ginsburg E. 2007. Program package for pedigree analysis (version MAN-7). Department of Anatomy and Anthropology, Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv University, Technical Report.

### **STARVATION MAY CURTAIL THE LIFE SPAN OF MEN VIA SHORTENING OF TELOMERE LENGTH AND CHANGE THE TYPE OF INHERITANCE OF TELOMERE LENGTH IN GENERATIONS**

**Eugene D Kobyliansky<sup>1</sup>, Leonid Kalichman<sup>2</sup>, Arkady Torchinsky<sup>2</sup>**

1-Department of Anatomy and Anthropology, Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel. 2-Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva, Israel

#### **Introduction**

Telomeres are special nucleoprotein complexes that consist of repeats of the TTAGGG sequence located at the ends of chromosomes. Telomeres shorten with each mitotic cycle and a strong connection between telomere dynamics and the processes that determine the life span has been suggested. Compelling evidence has been collected showing that telomere length (TL) is substantially heritable and parallelly, that environmental/lifestyle factors have also been associated with changes in TL over time. At the same time, the data regarding the mode of inheritance and differences in parental impact are contradictory: some studies concluded a stronger maternal than paternal inheritance while the other studies found no significant difference between mother-offspring and father-offspring telomere length regression. In the current work, we evaluated the influence of parental factors on leukocyte TL (LTL) of offspring in a Chuvash population that was comprised of survivors of the mass famine of 1922–1923 and in these survivors' descendants.

#### **Materials and methods**

The tested cohort consisted of native Chuvash men ( $n = 678$ ) and women ( $n = 647$ ) who were born between 1909 and 1980 and who resided in small villages in the Chuvash Republic of the Russian Federation. Data were gathered during 3 expeditions undertaken in 1994, 1999, and 2002. With the use of this method of gathering the study cohort, we were able to treat age and birth year as independent variables (i.e., after adjustment for age, we were able to analyze how LTL correlates with a birth year in the interval between 1909 and 1980). The DNA of peripheral blood leukocytes was used to measure the telomere length with a quantitative polymerase chain reaction technique. To investigate the correlation between LTL in different family members, Pearson's partial correlation with age- and sex adjustment was performed.

#### **Results**

In our previous study, we estimated family correlations and the heritability of LTL. Familial correlations were found to be significant for all categories of family member (parent-offspring:  $r = 0.331$ ;  $P = 0.000282$ ,  $n = 1120$ ) which include a weak significant correlation between spouses. The heritability of LTL in the tested cohort was estimated to be 0.63. To examine the famine influence on the LTL we arbitrarily divided the sample as follows: (1) individuals born between 1909 -1921 years, (2) individuals born between 1922 -1923 years, (3) individuals born between 1924-1928 years and (4) individuals born after 1929 years, (justification for subdivision to 4 groups see in our publication 2016) To estimate the extent of the familial and possible genetic influences on LTL levels, we made pedigree-based variance decomposition analysis using the statistical package MAN-7 (Malkin and Ginsburg 2007). This program finds the best fitting and most parsimonious model of trait variability and produces maximum likelihood estimates of genetic and various common family environment components and the corresponding standard errors based on pedigree data. This method allows the total phenotypic variation of the studied trait ( $V_{PH}$ )

to be partitioned into a number of components, according to the contributing factors: additive genetic component ( $V_{AD}$ ), spouse environment component ( $V_{SP}$ ), common household environment component ( $V_{HS}$ ), and shared siblings environment ( $V_{SB}$ ), which is specific for siblings raised together. The unexplained residual influences component was defined as  $V_{RS}$ . It should be mentioned that because our sample has a familial structure, the above correlation estimates, and in particular  $p$ -values, may be biased. Therefore at this stage of analysis, the confounding effects of gender and age on the variation of each studied variable were estimated simultaneously with variance components, using multiple regression functions. The implemented likelihood-based technique takes into account families size and structure in the respective parameter. And again, to estimate the contribution of genetic, familial, and environmental factors to LTL variance, we performed pedigree-based variance component (VC) analysis. General (unrestricted) model is compared with the most parsimonious (MP) and each of two corresponding restricted models (RM). Comparison between the MP model and each of the two RMs suggests the significance of age and birth-year effects (LRT=10.94,  $p=0.001$ , and LRT=8.18,  $p=0.004$ , respectively). The estimated  $\sigma_{AD}^2$  suggests that about 67.4% of LTL variation may be explained by an additive genetic component. MP is the most parsimonious model where parameters  $\sigma_{HS}^2$ ,  $\sigma_{SB}^2$ ,  $\beta_{1f}$ ,  $\beta_{2f}$  were restricted to zero since household component and sib effects, as well as effects of age and birth-date on telomere length in women, were non-significant. No significant sibling women were non-significant. No significant sibling cross-correlation was found, while the spouses' common environment was estimated at 10.7%. Age and birth year effects in men ( $\beta_{1m}$  and  $\beta_{2m}$ ) were substantial (decline in LTL with increased age and birth year).

Convincing evidence exists to suggest that telomere length in humans is highly heritable. Yet, the telomere literature provides conflicting results on the mode of TL inheritance, i.e., is offspring TL more strongly correlated with maternal or paternal TL? (Katarina Nordfja et al., 2005, 2010; Omer T. Njajou et al., 2007; Eisenberg, 2014; De Meyer, Eisenberg, 2015). In the present study, we investigated TL correlations between parent-child pairs.

While analyzing the whole population, we observed a highly significant correlation between parents' and offspring's LTL, independent of the sex of the parents and the offspring (father-son:  $r = 0.34$ ,  $P = 0.0005$ ,  $n = 293$ ; father-daughter:  $r = 0.28$ ,  $P = 0.0008$ ,  $n = 242$ ; mother-son:  $r = 0.37$ ,  $P = 0.0005$ ,  $n = 320$ ; mother-daughter:  $r = 0.32$ ,  $P = 0.0006$ ,  $n = 264$ ). No statistically significant differences between the correlation coefficients (ie,  $r$ -values) were observed. At the same time, in the group where parents were born in 1923-1928, TL correlation between fathers and offspring was found to be significantly stronger (father-son:  $r = 0.54$ ,  $P = 0.0009$ ,  $n = 41$ ; father-daughter:  $r = 0.60$ ,  $P = 0.001$ ,  $n = 28$ ), whereas TL correlation between mothers and offspring (mother-son:  $r = 0.24$ ,  $P = 0.07$ ,  $n = 58$ ; mother-daughter:  $r = 0.28$ ,  $P = 0.053$ ,  $n = 47$ ) did not differ significantly from that observed in the whole population. Finally, in a group born after 1928 TL correlations between parents and offspring did not differ significantly from those observed in the entire population (father-son:  $r = 0.29$ ,  $P = 0.0008$ ,  $n = 210$ ; father-daughter:  $r = 0.18$ ,  $P = 0.014$ ,  $n = 191$ ; mother-son:  $r = 0.43$ ,  $P = 0.0005$ ,  $n = 224$ ; mother-daughter:  $r = 0.35$ ,  $P = 0.0007$ ,  $n = 194$ ).

### Conclusion

Our previous study suggests that famine may result in telomere shortening. This study implies that famine may also affect the mode of TL inheritance. The results provide evidence that putative genetic factors involved in regulation LTL and environmental factors (Famine) contribute significantly to value of the paternal and maternal correlations.

### References

- Eisenberg DT. 2014 Inconsistent inheritance of telomere length (TL): is offspring TL more strongly correlated with maternal or paternal TL? *Eur. J. Hum. Genet.* 22, 8–9.
- De Meyer T, Eisenberg DT. 2015 Possible technical and biological explanations for the 'parental telomere length inheritance discrepancy' enigma. *Eur. J. Hum. Genet.* 23, 3–4.
- Katarina Nordfja, Åsa Larefalk, Petter Lindgren, Dan Holmberg, and Goran Roos. , 2005. Telomere length and heredity: Indications PNAS, 102, 16374–16378.
- Katarina Nordfja, Ulrika Svenson, Karl-Fredrik Norrback, Rolf Adolfsson and Goran Roos. 2010. Large-scale parent-child comparison confirms a strong paternal influence on telomere length. *European Journal of Human Genetics*, 18, 385–389
- Omer T. Njajou, Richard M. Cawthon, Coleen M. Damcott, Shih-Hsuan Wu, Sandy Ott, Michael J. Garant, Elizabeth H. Blackburn, Braxton D. Mitchell, Alan R. Shuldiner, and Wen-Chi Hsueh. 2007. Telomere length is paternally inherited and is associated with parental lifespan. PNAS, 104, 12135–12139
- Kobyliansky E., Torchinsky D., Kalichman L., Karasik D. 2016. Mass famine is associated with shorter leukocyte telomeres in men of ensuing generations. *Am J Clin Nutr.* 104:1410-1415
- Malkin I, Ginsburg E. 2007. The program package for pedigree analysis (version MAN-7). Department of Anatomy and Anthropology, Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv University, Technical Report.

### ВЛИЯНИЕ ТЕРТИАПИАНА Q НА ПАРАМЕТРЫ КВАНТОВОЙ СЕКРЕЦИИ АЦЕТИЛХОЛИНА ИЗ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НЕРВНЫХ ОКОНЧАНИЙ ЛЯГУШКИ И МЫШИ

Ковязина И.В., Ценцевички А.Н., Хузахметова В.Ф., Хазиев Э.Ф.

Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук», Казань, Россия; irina.kovyzina@list.ru

<https://doi.org/10.29003/m1093.sudak.ns2020-16/257-258>

Основной ролью калиевых каналов внутреннего выпрямления является регуляция возбудимости нервной клетки за счет стабилизации мембранного потенциала покоя. Одним из подсемейств калиевых каналов внутреннего выпрямления являются G-белок-связанные калиевые каналы (GIRK), которые активируются вследствие передачи сигнала с рецептора, сопряженного с G-белком и таким образом, опосредуют ингибирование нейросекреции агонистами некоторых метаболитных рецепторов, в том числе и мускариновых холинорецепторов M2 типа. С помощью стандартной микроэлектродной техники исследовали влияние селективного блокатора GIRK каналов тертиапина Q (10 nM) на параметры



синаптической передачи возбуждения в нервно-мышечных соединениях лягушки и мыши. В условиях сниженной  $[Ca^{2+}]_o$  селективный блокатор GIRK каналов тертиапин Q (10 nM) уменьшал квантовый состав токов концевой пластинки (ТКП) и интенсивность спонтанной секреции ацетилхолина в синапсах лягушки, а также синхронизировал секреторный процесс. В синапсах мыши тертиапин Q также снижал квантовый состав вызванных ТКП и частоту спонтанных ТКП. Однако при физиологической  $[Ca^{2+}]_o$  блокада GIRK каналов не оказывала влияния на амплитуду вызванных ТКП, а длительность переднего фронта сигналов достоверно увеличивалась. Инактивация GIRK-каналов полностью предотвращала фасилитацию нейросекреции в присутствии M2 блокатора AF-DX 116 (1 мкМ), а также снижение амплитуды кальциевого транзientа в присутствии мускарина, связанное с активацией M2 холинорецепторов (Самигуллин и др., 2014). Кроме того, при высокочастотной стимуляции нерва (100 Гц) в присутствии тертиапина Q наблюдалась более выраженная синаптическая депрессия амплитуд последовательных ТКП, которая при одновременной блокаде и GIRK-каналов, и M2 рецепторов сменялась выраженной фасилитацией вызванного освобождения ацетилхолина.

*Поддержано грантами РФФИ № 17-04-00690 и 20-04-00571\20.*

#### **INFLUENCE OF TERTIAPIN-Q ON THE PARAMETERS OF QUANTAL ACETYLCHOLINE SECRETION IN MOUSE AND FROG NEUROMUSCULAR SYNAPSES.**

**Kovyazina Irina V., Tsentshevsky Andrei N., Khuzakhmetova Venera F., Khaziev Eduard F.**  
KIBB FRC Kazan Scientific Center of RAS; Kazan, Russia; [irina.kovyazina@list.ru](mailto:irina.kovyazina@list.ru)

The main role of inward rectifying potassium channels is the regulation of cell excitability by stabilizing the resting membrane potential. One of the subfamilies of inward rectifiers, G-protein-coupled potassium channels (GIRK), is activated due to the signal transduction from the G-protein-coupled receptor and mediates the depressing of neurosecretion by agonists of several metabotropic receptors, including M2 muscarinic receptors. The effect of the selective blocker of GIRK channels tertiapine Q (10 nM) on the parameters of synaptic transmission in the vertebrate neuromuscular junctions was studied using standard microelectrode technique. Under conditions of reduced  $[Ca^{2+}]_o$ , the selective blocker of GIRK channels, tertiapine Q (10 nM) decreased the quantal content of endplate currents (EPCs) and the intensity of spontaneous acetylcholine secretion in the frog synapses, and also synchronized the secretory process. In mouse synapses, tertiapine Q also reduced the quantal content of evoked EPCs and the frequency of spontaneously occurring EPCs. However, at physiological  $[Ca^{2+}]_o$ , blockade of GIRK channels did not affect the amplitude of evoked EPCs, however prolonged the duration of the EPC rising phase. Inactivation of GIRK channels completely prevented the facilitation of neurosecretion induced by application of selective M2 blocker AF-DX 116 (1  $\mu$ M), as well as the decrease in the amplitude of calcium transient in the presence of muscarine, presumably associated with the activation of M2 receptors (Samigullin et al., 2014). In addition, the high-frequency nerve stimulation (100 Hz) in the presence of tertiapine Q, caused more pronounced synaptic depression of amplitudes of successive EPCs in train of pulses, whereas simultaneous blockade of both GIRK channels and M2 receptors resulted in the pronounced facilitation of the evoked acetylcholine release.

*Supported by RFBR grants № 17-04-00690 и 20-04-00571\20.*

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ ВНИМАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ДВИЖЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА: ДАННЫЕ ЭЭГ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Кожевников С.П., Шигапова Р.Р., Сагитдинова А.Н.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования Удмуртский государственный университет, Ижевск, Российская Федерация, E-mail: [ksp55@yandex.ru](mailto:ksp55@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1094.sudak.ns2020-16/258-259>

Исследовали биоэлектрическую активность мозга в ответ на активацию внимания при подготовке движения у пациентов с Болезнью Паркинсона (БП). Исследование проводилось на базе центра Болезни Паркинсона и расстройств движения БУЗ УР "ГКБ №9 МЗ УР. Обследовано 30 больных БП и 17 условно здоровых лиц аналогичного возраста. Для активации внимания использовали моторный тест «спираль Архимеда». Тестирование начиналось с команды «внимание», испытуемый ставил карандаш в центр модельного рисунка спирали и готовился к выполнению движения. Через 15 секунд давалась команда «старт» после чего испытуемый начинал обводить рисунок спирали карандашом. Во время подготовки к движению производилась запись ЭЭГ.

Активация внимания в группе здоровых испытуемых приводит к росту амплитуды  $\Delta$ - ритма во фронтальных отделах коры обеих полушарий. Подобные изменения наблюдаются при концентрации внимания на «внутренних» процессах, например при решении сложных математических задач (Harmony et al., 1996). Условия проведения нашего исследования требовали сосредоточения внимания на предстоящем действии что, возможно и приводило к возрастанию амплитуды данного ритма. В  $\beta$ 2- диапазоне изменения разнонаправлены, во фронтальных отделах амплитуда снижается, в затылочных возрастает. Десинхронизация в полосе  $\beta$ 2- ритма, предшествующая движению фиксируется многими исследователями и рассматривается как фактор «облегчающий» реализацию двигательной программы (Palmer S. et al., 2010). Рост амплитуды в затылочных областях может отражать активацию зрительного анализатора, что необходимо для контроля и оценки выполняемых движений.

В группе больных активация внимания приводит к снижению амплитуды  $\theta$ - и  $\alpha$ - ритмов в теменных и затылочных отделах коры преимущественно справа. Подобные изменения рассматривается как характерный маркер активации внешнего внимания в частности бдительности и ожидания (Klimesch W. 1999). В  $\beta$ 2- диапазоне подготовка к выполнению моторного теста приводит к увеличению амплитуды в задневисочных и затылочных областях коры. Однако обращает на себя внимание отсутствие в данной группе достоверного снижения амплитуды данного ритма в передних областях коры. Как было указано выше десинхронизация в полосе  $\beta$ 2- ритма предшествует выполнению различных движений и является

признаком активации областей, вовлеченных в реализацию двигательных функций. Возможно, именно недостаточная десинхронизация в моторных зонах коры при подготовке к выполнению движения приводит к трудностям в выполнении двигательных задач у больных БП.

#### **RESEARCH OF FUNCTIONS OF ATTENTION WHEN PREPARING MOVEMENTS IN PATIENTS WITH PARKINSON'S DISEASE: EEG RESEARCH DATA**

**Kozhevnikov Sergey P., Shigapova Reseda R., Sagitdinova Anna N.**

Federal State Budgetary Institution of Higher Education Udmurt State University, Izhevsk, Russian Federation,  
E-mail: ksp55@yandex.ru

We studied the bioelectric activity of the brain in response to activation of attention in preparing movement in patients with Parkinson's disease (PD). The study was conducted on the basis of the Center for Parkinson's Disease and Movement Disorders BUZ UR "City Clinical Hospital No. 9 of the Ministry of Health of the UR. 30 patients with PD and 17 conditionally healthy persons of the same age were examined. To activate attention, we used the Archimedean spiral motor test. The test began with the attention command, the test subject placed the pencil in the center of the model drawing of the spiral and prepared to execute the movement. After 15 seconds the command "start" was given, after which the test subject began to circle the drawing of the spiral with a pencil. s EEG.

Activation of attention in a group of healthy subjects leads to an increase in the amplitude of the  $\Delta$ -rhythm in the frontal cortex of both hemispheres. Such changes are observed when focusing on "internal" processes, for example, when solving complex mathematical problems (Harmony et al., 1996). The conditions of our study required focusing on the upcoming action, which, possibly, led to an increase in the amplitude of this rhythm. In the  $\beta$ 2-range, the changes are multidirectional, in the frontal parts the amplitude decreases, in the occipital region increases. Desynchronization in the  $\beta$ 2 rhythm band preceding the movement has been recorded by many researchers and is considered as a factor "facilitating" the implementation of the motor program (Palmer S. et al., 2010). The increase in amplitude in the occipital regions may reflect the activation of the visual analyzer, which is necessary for monitoring and evaluating the movements performed.

In the group of patients, activation of attention leads to a decrease in the amplitude of  $\theta$  and  $\alpha$  rhythms in the parietal and occipital cortex, mainly on the right. Such changes are seen as a characteristic marker of activation of external attention, in particular vigilance and expectation (Klimesch W. 1999). In the  $\beta$ 2-range, preparation for performing a motor test leads to an increase in the amplitude in the posterior temporal and occipital regions of the cortex. However, the absence in this group of a significant decrease in the amplitude of this rhythm in the anterior regions of the cortex is noteworthy. As mentioned above, desynchronization in the  $\beta$ 2-rhythm band precedes the execution of various movements and is a sign of activation of the areas involved in the implementation of motor functions. Perhaps it is precisely the lack of desynchronization in the motor zones of the cortex in preparation for the movement that leads to difficulties in performing motor tasks in patients with PD.

#### **ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ЛОКАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ В ПЕРВИЧНОЙ ЗРИТЕЛЬНОЙ КОРЕ НА ДИНАМИКУ ОРИЕНТАЦИОННОЙ НАСТРОЙКИ**

**Кожухов С.А., Иванов Р.С., Бугрова В.С.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1095.sudak.ns2020-16/259-260>

Механизм формирования ориентационной настройки нейронами первичной зрительной коры (V1) остаётся дискуссионным. На основе огромного и экспериментального массива данных была разработана классическая модель ориентационной настройки области V1. Согласно этой модели сначала с помощью афферентных связей из Латерального колленчатого тела (ЛКТ) в V1 формируется слабая ориентационная настройка. Затем эта настройка усиливается под воздействием внутрикорковых горизонтальных связей короткого радиуса действия, или локальных связей. И, наконец, после этого начинает работать процесс ректификации, который усиливает ориентационную настройку ещё больше. Существуют определённые свойства первичной зрительной коры, которые не описываются вышеупомянутой моделью. К ним, в частности, относят динамику ориентационной настройки (Optican and Richmond, 1990; Shevelev et. al., 1993), и изменение оптимальной ориентации нейронов под действием пропорола (Shumikhina et. al., 2019). Это означает, что имеющаяся классическая модель ориентационной настройки должна быть существенно улучшена и дополнена.

Для выполнения этих задач мы провели исследование, состоящее из экспериментальной и теоретической части. В экспериментальной части мы исследовали функциональную конфигурацию локальных связей и выяснили, что локальные связи обладают асимметрией. Иначе говоря, с помощью них ориентационная колонка получает возбуждение преимущественно из определённой соседней колонки, чья оптимальная ориентация отличается от оптимальной ориентации исследуемой колонки.

Для того, чтобы оценить, как это влияет на активность нейронов области V1, мы построили двумерную частотную модель области V1, состоящую из популяции возбуждающих и тормозных нейронов. Обе популяции получали афферентный сигнал из нейронов ЛКТ, и, помимо этого, были соединены локальными связями друг с другом и между собой. В отличие от аналогичной модели V1 (Kang et. al., 2003), наша модель содержала локальные связи с асимметричной конфигурацией.

Мы показали, что локальные связи создают суммарный синаптический ток  $I_{loc}$ , оптимальная ориентация которого отличается от оптимальной ориентации тока, создаваемого афферентными связями ( $I_{aff}$ ). Во время развития ответа происходит переход от начального состояния, характеризующегося большим вкладом  $I_{aff}$ , в стационарное состояние, при котором имеется высокий вклад  $I_{loc}$ . Именно такой

переход и проявляется в виде изменения динамики оптимальной ориентации нейрона. В свою очередь, введение пропофола способствует изменению оптимальной ориентации  $I_{loc}$ , а значит, и сдвигов оптимальной ориентации нейронного ответа.

Предложенная нами модель расширяет классическую модель ориентационной настройки, объясняя все данные, которые объясняет классическая модель. Кроме того, она объясняет и вышеупомянутые данные.

#### **INFLUENCE OF FUNCTIONAL ASYMMETRY IN LOCAL CONNECTIONS IN PRIMARY VISUAL CORTEX ON ORIENTATION TUNING DYNAMICS**

**Kozhukhov Sergei A., Ivanov Rostislav S., Bugrova Valentina S.**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, RAS, Moscow, Russia

The mechanism of generation of orientation selectivity in primary visual cortex is still under debate. According to the most popular point of view, emergence of orientation-selective responses is a three-stage process. During the first stage, a single V1 neuron sums responses generated by certain cells in the Lateral Geniculate Nucleus (LGN). The result of such summation is emission of initial signal that has mild orientation selectivity. In the second stage, this initial signal is amplified by short-range horizontal (local) connections that results to strengthening of the orientation selectivity. Last, the visual signal is rectified by the single-cell processing, and this rectification provide a further increase in the orientation selectivity. However, there are certain V1 features that are not described by this model. Among them are orientation tuning changes during the response time course (Optican and Richmond, 1990; Shevelev et. al., 1993) and after short-term exposure of propofol (Shumikhina et. al., 2019). In the present research, we improved the model in order to address the mentioned disadvantages.

The research consists of theoretical and experimental parts. In experimental part we investigated functional configuration of local connections. We revealed that local connections in V1 are functionally asymmetric. This means that they allow a single neuronal population to receive the activity mainly from a certain particular column, which preferred orientation is different from the preferred orientation of investigated population.

In order to estimate how these features influence on activity of V1 cells we constructed a two-dimensional firing-rate model of V1 that consists of excitatory and inhibitory cells. Both populations receive afferent excitation from LGN as well as local excitation and inhibition both from each other and from ourselves. In contrast to similar model proposed by Kang (Kang et. al., 2003) asymmetrical local connections are implemented in our model, according to experimental results.

We showed that local connections emit total synaptic current  $I_{loc}$  which peak orientation is shifted relatively to the peak orientation of the total current emitted by the afferent connections ( $I_{aff}$ ). During the response time course there is a transition from the initial state with major contribution of  $I_{aff}$  to the rest state where  $I_{loc}$  plays crucial role. Such transition looks like changes in preferred orientation during the response time course. When configuration of local connections is changed by induction of propofol the  $I_{loc}$  also changes that also results in induced shifts in preferred orientation.

Hence, we proposed a model that explains all facts supposed by the classic model as well as the data mentioned above that are not described by the classic model.

#### **ВЛИЯНИЕ МУЗЫКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ**

**Козлов А.В., Мезенцева Е.О., Тятенкова Н.Н.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова», Ярославль, Россия; [tyat@bk.ru](mailto:tyat@bk.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1096.sudak.ns2020-16/260-261>

Проблема повышения эффективности обучения и умственной работоспособности чрезвычайно актуальна, прежде всего, в силу экспоненциального увеличения объема и усложнения информации на фоне ускорения процессов принятия решений. Достоверно известно, что на работоспособность оказывает влияние множество различных факторов, среди которых шумовое воздействие занимает особое место. Однако до сих пор вопрос о том, как умственная работоспособность изменяется под действием звуковых раздражителей, остается открытым.

Цель проведенного исследования – изучить влияние музыки различных жанров на показатели умственной работоспособности.

Обследовано 100 девушек-студенток, средний возраст составил 22 года. Умственную работоспособность оценивали с использованием корректурной пробы Бурдона. Было проведено 4 серии опытов: оценка умственной работоспособности в состоянии покоя (отсутствие звуковых раздражителей); выполнение пробы при воздействии музыкальных произведений различных жанров (классическая музыка, популярная музыка, рок-музыка). Результаты обработаны статистически.

В результате исследования было выявлено, что звуковые раздражители вызывают статистически значимые изменения показателей умственной работоспособности: при воздействии популярной музыки повышается количество просмотренных (в среднем на 15%) и правильно выбранных (на 20%) букв, уменьшается количество ошибок (на 50%); при воздействии рок-музыки уменьшается количество просмотренных букв (в среднем на 18%), увеличивается количество ошибок (почти в 2 раза) и уменьшается коэффициент продуктивности (на 14%). При воздействии классической музыки количество просмотренных букв статистически значимо не меняется, но количество правильно выбранных знаков значимо увеличивается на 8%, повышается коэффициент умственной продуктивности (на 3%).

Таким образом, наиболее высокая умственная работоспособность отмечена при воздействии популярной музыки, наименьшая – при прослушивании рок-музыки.



### **MUSIC INFLUENCE ON VALUE OF THE MENTAL WORKING CAPACITY**

**Kozlov Aleksey .V., Mezenceva Eketerina O., Tyatenkova Natalia N.**

"P.G. Demidov Yaroslavl State University", Yaroslavl, Russia; [tyat@bk.ru](mailto:tyat@bk.ru)

The problem of increasing the studying efficiency and the mental working capacity is such relevant, especially in case of increase the volume and complexity of information on the background of accelerating decision-making processes. It is known that many different factors influence the working capacity, among which the noise exposure occupies a special place. However, influence of sound stimuli on mental working capacity is not fully research.

The aim of research was to study the influence of various music genres on the indicators of mental working capacity.

100 female students were examined, average age was 22 years. The mental working capacity was evaluated by Bourdon test. The mental working capacity was assessed at rest (the absence of sound stimuli) and at exposing various musical genres (classical music, popular music, rock music). Results were processed statistically.

Research showed that music stimuli caused statistically significant changed in mental working capacity indicators. Under the influence of pop-music the number of letters viewed increased (on average by 15%), the number of correctly selected letters also increased (by 20%) and the number of errors oppositely decreased (by 50%). Under the influence of rock-music the number of viewed letters decreased (on average by 18%), the number of errors increased (almost 2 times) and the productivity coefficient decreased (by 14%). Under the influence of classical music, the number of letters viewed did not significantly change, but the number of correctly selected letters significantly increased by 8%, and the coefficient of mental working capacity increased (by 3%).

Thus, the highest mental working capacity was observed under the influence of pop-music, and the lowest - Under the influence of rock music.

### **СТИМУЛЯЦИЯ ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЫ АНЕСТЕЗИРОВАННОЙ КРЫСЫ МОДУЛИРУЕТ БАРОРЕФЛЕКС**

**Кокурина Т.Н.**

ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия, [kokurina.tatyana@mail.ru](mailto:kokurina.tatyana@mail.ru)

В настоящее время считается, что на кортикальном уровне расположены важнейшие узлы сети, контролирующей функции висцеральных систем. По-видимому, важную роль в контроле кардиоваскулярной системы играют многие области префронтальной коры. К ней относят, в частности, инсулярную (IC) и инфраламбическую области (IL), расположенные, соответственно, на латеральной и медиальной поверхности больших полушарий. Целью настоящего исследования стала проверка гипотезы, о том, что эти области коры способны модулировать также активность дуги барорефлекса (БР). Эксперименты проведены на анестезированных, трахеостомированных самцах крыс линии Wistar (250-300 г, n=19), которым устанавливались катетеры в бедренную артерию и бедренную вену. Артериальный катетер, заполненный гепаринизированным физиологическим раствором, присоединяли к датчику давления (MLT1199, ADInstruments), подключенному к мостовому усилителю (FE224, ADInstruments). Сигнал с выхода усилителя обрабатывался аппаратно-программным комплексом в составе устройства сбора данных (PowerLab 35/8, ADInstruments) и специализированного программного пакета (LabChart 7, ADInstruments). Производили регистрацию артериального давления (АД), рассчитывали среднее артериальное давление (АДср) и частоту сердечных сокращений (ЧСС). Стимуляция областей коры производили монополярно, при помощи металлического микроэлектрода. Индифферентный электрод вводили в шейные мышцы. При помощи стереотаксического аппарата раздражающий электрод устанавливался в точке мозга с координатами для IC: 1,0 мм роstralнее *bregma*; 5,5 мм левее сагиттальной плоскости; на глубине 5,0-5,5 мм от поверхности мозга. Для IL соответствующие координаты составляли: 2,5 мм роstralнее *bregma*; 0,5 мм латеральнее сагиттальной плоскости; 4,0-4,5 мм в глубину от поверхности мозга. Кору стимулировали сериями прямоугольных импульсов тока отрицательной полярности, длительностью 10 секунд, при частоте следования 50 имп/с. Длительность отдельных импульсов составляла 1,0 мс, амплитуда 50-200 мкА. Тестирование барорефлекса осуществляли путем внутривенной инфузии  $\alpha$ -адреномиметика фенилэфрина (ФЭ), который вызывал кратковременное повышение АД и рефлекторное падение ЧСС. Изменение угла наклона прямой, аппроксимирующей зависимость между величиной подъема АДср и падением ЧСС, свидетельствовало об изменении силы рефлекса. Эксперименты показали, что микроstimуляция IC и IL вызывает ответ в виде падения АД и ЧСС. Кроме того, было установлено, что микроstimуляция обеих исследованных областей коры приводит к уменьшению угла наклона аппроксимирующей прямой, что свидетельствует об ослаблении БР. Таким образом, выдвинутая гипотеза была подтверждена. Области префронтальной коры действительно способны модулировать БР.

### **STIMULATION OF THE PREFRONTAL cortex OF ANESTHETIC RAT MODULES BAROREFLEX**

**Kokurina T.N.**

Pavlov Institute of Physiology RAS, Saint-Petersburg, Russia, [kokurina.tatyana@mail.ru](mailto:kokurina.tatyana@mail.ru)

Currently, it is believed that at the cortical level the most important nodes of the network that control the functions of visceral systems are located. Apparently, many areas of the prefrontal cortex play an important role in the control of the cardiovascular system. It includes, in particular, the insular (IC) and infralimbic regions (IL) located, respectively, on the lateral and medial surfaces of the cerebral hemispheres. The aim of this study was to test the hypothesis that these areas of the cortex are also able to modulate the activity of the baroreflex arc (BR). The experiments were performed on anesthetized, tracheostomized male Wistar rats (250-300 g, n=19), which were used to install catheters in the femoral artery and femoral vein. An arterial catheter filled with heparinized saline was attached to a pressure transducer (MLT1199, ADInstruments) connected to a bridge amplifier (FE224,



ADInstruments). The signal from the amplifier output was processed by a hardware-software complex as part of a data acquisition device (PowerLab 35/8, ADInstruments) and a specialized software package (LabChart 7, ADInstruments). Blood pressure (BP) was recorded, and mean arterial pressure (MAP) and heart rate (HR) were calculated. Stimulation of the cortical areas was performed monopolarly using a metal microelectrode. An indifferent electrode was inserted into the cervical muscles. Using a stereotactic apparatus, an irritating electrode was installed at a point in the brain with coordinates for IC: 1.0 mm rostral to bregma; 5.5 mm to the left of the sagittal plane; at a depth of 5.0-5.5 mm from the surface of the brain. For IL, the corresponding coordinates were: 2.5 mm rostral to bregma; 0.5 mm lateral to the sagittal plane; 4.0-4.5 mm deep from the surface of the brain. The cortex was stimulated with a series of rectangular pulses of current of negative polarity, lasting 10 seconds, at a repetition rate of 50 imp/s. The duration of individual pulses was 1.0 ms, and the amplitude was 50–200  $\mu$ A. Baroreflex testing was carried out by intravenous infusion of phenylephrine  $\alpha$ -adrenomimetic (PE), which caused a short-term increase in BP and a reflex decrease in HR. A change in the angle of inclination of the straight line, approximating the relationship between the magnitude of the rise in MAP and the fall in HR, indicated a change in the strength of the reflex. The experiments showed that microstimulation of IC and IL causes a response in the form of a drop in BP and HR. In addition, it was found that microstimulation of both studied areas of the cortex leads to a decrease in the slope of the approximating straight line, which indicates a weakening of BR. Thus, the hypothesis was confirmed. Areas of the prefrontal cortex are indeed capable of modulating BR.

### **ВЛИЯНИЕ ГАММА-КВАНТОВ НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ СТАРЫХ МЫШЕЙ В ОТКРЫТОМ ПОЛЕ.**

**Колесникова И.А.<sup>1,2</sup>, Буденная Н.Н.<sup>1,2</sup>, Северюхин Ю.С.<sup>1,2</sup>, Ляхова К.Н.<sup>1</sup>, Утина Д.М.<sup>1,2</sup>,  
Lalkovičova M.<sup>1,3</sup>, Gaevskiy V.N.<sup>1</sup>**

1 Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна, Россия; innakolesnikova@jinr.ru

2 Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области  
«Университет «Дубна», г. Дубна, Россия

3 Institute of Experimental Physics, Slovak Academy of Sciences, Kosice, Slovakia

<https://doi.org/10.29003/m1097.sudak.ns2020-16/261-262>

Представляется важным изучение воздействия на ЦНС ионизирующих излучений как с разными физическими характеристиками, так и на разные возрастные категории экспериментальных животных. Цель проведенного эксперимента - исследование изменений в поведении старых мышей после облучения гамма-квантами на 30-е сутки. Эксперимент был проведен на самцах линии ICR, возраст семь месяцев. Животные были облучены totally гамма-квантами  $\text{Co}^{60}$  в дозе 2 Гр, мощность дозы 0,505 Гр/мин, изодоза 90%, РИП = 75 см на установке «Рокус-М», МТК ОИЯИ. Экспериментальные мыши были поделены на две группы: облученные и интактный контроль. Регистрация поведения обеих групп производилась в тесте «Открытое поле» (ОП) с использованием программного обеспечения Noldus EthoVision XT 13.0. Фиксировались следующие дискретные акты: локомоция, обнюхивание, движение на месте, вертикальная стойка, стойка с упором на стенку, груминг, заглядывание в «норку», фризинг, покой. Наблюдение за тестируемым животным в арене составляло 6 мин. Были посчитаны показатели: эмоциональный статус (ЭС) и ориентировочно-исследовательская реакция (ОИР) с делением на первые три и вторые три минуты. Статистическая обработка проведена в программе *Origin-2019* по критерию Манна-Уитни. Результаты считали статистически значимыми при  $p \leq 0.05$ . По результатам оценки поведенческих реакций в тесте ОП у облученных животных по отношению к группе контроля выявлены статистически значимые различия: 1) показатель груминг меньше с 4-й по 6-ю минуты ( $p = 0.046$ ), 2) показатель ЭС был понижен с 4-й по 6-ю минуты ( $p = 0.042$ ), 3) полученная при анализе видео в программе Noldus тепловая карта показывает, что облученные животные пребывали в разных участках арены дольше замирая или двигаясь на месте, что согласуется с результатами статистического анализа по ЭС. Запланировано сравнение полученных результатов с проведенными ранее исследованиями на молодых животных.

### **THE EFFECT OF GAMMA RAYS ON BEHAVIORAL REACTIONS OF AGED MICE IN THE OPEN FIELD**

**Kolesnikova Inna A.<sup>1,2</sup>, Budennaya Natalia N.<sup>1,2</sup>, Severiukhin Yuri S.<sup>1,2</sup>, Lyakhova Kristina N.<sup>1</sup>, Utina Dina M.<sup>1,2</sup>,  
Lalkovičova Maria<sup>1,3</sup>, Gaevsky Victor N.<sup>1</sup>**

1 Joint Institute for Nuclear Research, Moscow reg., Dubna, Str. Joliot-Curie 6; innakolesnikova@jinr.ru

2 Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education of Moscow Region "Dubna University", Dubna,  
Moscow reg., Universitetskaya str., 19

3 Institute of Experimental Physics, Slovak Academy of Sciences, Kosice, Slovakia

At present time, it is important to study the effect of ionizing radiation on the central nervous system with both different physical characteristics and different age categories of experimental animals. The purpose of the experiment was to study changes in the behavior of aged mice after irradiation with gamma rays on the 30th day. The experiment was conducted on males of the ICR line, seven months old. The animals were irradiated totally, by using the  $\text{Co}^{60}$  gamma quanta at a dose of 2 Gy, dose rate of 0.505 Gy / min, isodose of 90%, RIP = 75 cm at the Rocus-M facility, JINR medical-technical accelerator complex. The experimental mice were divided into two groups: irradiated and intact control. The behavior of both groups was recorded in the Open Field Test (OF) using the Noldus EthoVision XT 13.0 software. The following discrete acts were recorded: locomotion, movement in place, standing vertically, standing up with support at the wall, grooming, nose holes pokes, freezing, rest. Observation of the test animals in the Open Field was 6 minutes for each. The indicators were calculated: emotional status (ES) and an orientational exploratory reaction (OER), in the first three and second three minutes, respectively. Statistical processing of the collected data was performed in the *Origin-2019* program according to the Mann-Whitney criterion. The results were considered statistically significant at  $p \leq 0.05$ . According to the results of evaluation of behavioral reactions in the OF test of irradiated animals, statistically significant differences were revealed with respect to the control group: 1) the grooming rate decreased from the 4th to the 6th minute ( $p = 0.046$ ), 2) the ES

index was reduced from 4-6th minute ( $p = 0.042$ ), 3) the heat map obtained by analyzing the video in the Noldus program shows that the irradiated animals stayed in different parts of the arena for longer, freezing or moving in place, which is consistent with the results of statistical analysis of ES. A comparison of the results with previous studies on young animals is planned.

### ОНКОЛИТИЧЕСКИЕ ШТАММЫ РОТАВИРУСОВ КАК БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАНОЧАСТИЦЫ

С.А. Колпаков<sup>2</sup>, Е.П. Колпакова<sup>2</sup>, Е.Ю. Златник<sup>1</sup>, Е.М. Непомнящая<sup>1</sup>, О.Г. Шульгина<sup>1</sup>

<sup>2</sup>Федеральное Бюджетное Учреждение Науки «Ростовский НИИ микробиологии и паразитологии»  
Роспотребнадзора, Ростов-на-Дону

<sup>1</sup>Федеральное Государственное Бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии» Минздрава России, Ростов-на-Дону, [elena-zlatnik@mail.ru](mailto:elena-zlatnik@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1098.sudak.ns2020-16/263>

Цель работы: оценка противоопухолевой активности наноразмерных ротавирусов новой группы в эксперименте на модели перевиваемой меланомы мышей.

Материалы и методы. 2 новых штамма (228 и 100, размер 70-76 нм, рабочее название «RVK»), идентифицированные как ротавирусы, но не принадлежащие к известным группам, были выделены от детей больных гастроэнтеритом. Поскольку известно, что некоторые вирусы обладают онколитическими свойствами, мы исследовали их действие на модели перевиваемой опухоли. Использовано 70 мышей-самок C57/black6 (масса 20-22 г) с перевиваемой меланомой B16/F10. Живые и УФ-инактивированные штаммы RVK вводили в режимах «вакцинация» (до перевивки опухоли) и «лечение» (после формирования опухоли). Контрольная группа получала физиологический раствор. Оценивали выживаемость мышей и морфологическую характеристику опухоли.

Результаты. Получено торможение роста меланомы мышей, приводящее к повышению их выживаемости в 1,3–1,9 раз в опытных группах по сравнению с контрольной. Отмечены некоторые различия между действием двух исследованных штаммов RVK, а также в зависимости от режима их применения: режим «вакцинация» показал ряд преимуществ перед режимом «лечение» по продолжительности жизни мышей, однако, морфологические изменения были более выраженными в последнем случае. В опухолях контрольных мышей наблюдался многослойный рост меланоцитов с признаками воспаления и некроза, а в опытных, ингибированных действием RVK, отмечались дистрофические измененные меланоциты, фрагментация опухоли, ее инфильтрация мононуклеарными, выраженные поля некроза, местами - цитопатическое действие. Живые и инактивированные вирусы продемонстрировали, хотя и различающийся в деталях, но в целом сходный эффект, что позволяет предположить его связь не столько с непосредственным литическим действием на опухоль, сколько с иммуномодулирующим.

Заключение. Оба исследованных штамма ротавирусов новой группы К оказывают противоопухолевое действие на модели перевиваемой меланомы B16/F10, по-видимому, через иммуно-опосредованные механизмы.

### ONCOLYTIC ROTAVIRUS STRAINS AS BIOLOGIC NANOPARTICLES

<sup>2</sup>Kolpakov Sergey A., <sup>2</sup>Kolpakova Elena P., <sup>1</sup>Zlatnik Elena Y., <sup>1</sup>Nepomnashchaya Evgeniya M.,

<sup>1</sup>Shulgina Oksana G.

<sup>2</sup>Rostov Research Institute of Microbiology and Parasitology, Rostov-on-Don, Russia

<sup>1</sup>National Medical Research Centre for Oncology, Rostov-on-Don, Russia

The objective of our study was the in vivo assessment of the antitumor activity of nanosized rotaviruses of a new group on the model of transplanted murine melanoma.

Materials and methods. 2 new strains (228 and 100) of rotaviruses called group K (RVK), 70-76 nm size) were isolated from children with gastroenteritis and identified as a new group of Rotavirus, family Reoviridae. Since some of the viruses are known to have oncolytic effect they were studied on the tumor model in vivo. 70 female C57/black6 mice (20-22 g body weight) with transplanted melanoma B16/F10 were used. Living and UV-inactivated RVK strains were administrated in two regimens – «vaccination» (before tumor transplantation) and «treatment» (after tumor transplantation). Control group was injected with isotonic saline. Tumor growth and morphology were assessed.

Results. In tumor-bearing mice injected with both strains of RVK tumor growth inhibition developed, so their life span was 1,3-1,9 times more prolonged compared to the control group; some difference between the effect of two strains was noted. Some distinct effects were also found between regimens of «vaccination» and «treatment»: morphologic changes were more pronounced in the latter case though the life span in the first one. Layers of melanocytes with inflammatory and necrotic foci were observed in tumors of control mice while in tumors inhibited by RVK dystrophic changes, fragmentation, inflammation and mononuclear infiltration, in places severe, and necrotic foci were seen. Cytopathologic effect was more marked after the application of RVK strain 100. As effects of living and UV-inactivated RVK strains differed in details but were similar in general, we suppose that it may be rather immune-mediated than obtained due to direct oncolytic activity.

Conclusions. Both of the new rotavirus strains group K demonstrate antitumor activity in vivo on the model of transplanted melanoma B16/F10 mainly due to immunomodulation.

## ИЗУЧЕНИЕ РЕДОКС-СТАТУСА КЛЕТОК НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У ОСОБЕЙ *DROSOPHILA MELANOGASTER* С ИЗМЕНЕННОЙ ЭКСПРЕССИЕЙ ГЕНА *SWISS CHEESE*

Комиссаров А.Е., Мелентьев П.А., Саранцева С.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Гатчина, Россия, [tem3650@yandex.ru](mailto:tem3650@yandex.ru)

*Drosophila melanogaster* широко используется, как модельный объект, в нейрогенетике. У дрозофилы открыто множество генов, которые влияют на поведение особей, развитие нервной системы или жизнеспособность её клеток. Ген *swiss cheese* был открыт как ген, при нарушении функционирования которого в нервной системе происходило образование aberrantных мембранных структур глиальных клеток уже в раннем возрасте - на 5 день жизни взрослых мух, и развивалась нейродегенерация, прогрессирующая с возрастом. Ген *sws* является эволюционно-консервативным, имеет ортологи у многих видов: от дрожжей до человека. Консервативным участком соответствующего белка является эстеразный домен, ответственный за эстеразную активность, которая выражается в гидролизе фосфатидилхолина. Кроме того, у белка SWS есть участок, который способен связывать цАМФ и функционировать как регуляторная субъединица протеинкиназы А.

Ранее мы показали значительное снижение числа митохондриальных кластеров в нейромусcularных контактах личинок *Drosophila melanogaster* с подавлением экспрессии гена *sws*. Одной из причин снижения числа митохондриальных кластеров может служить чрезмерный синтез активных форм кислорода (АФК), которые, как долгое время считалось, негативно влияют на молекулы в клетках. Однако, в последнее время все чаще находят положительные функции активных форм кислорода. Например, они принимают непосредственное участие в формировании разнообразных физиологических ответов клеток на тот или иной молекулярный биорегулятор, выполняют защитные функции. В связи с этим должен соблюдаться баланс между генерацией и утилизацией данных молекул. В клетке за этот баланс отвечают редокс пары клетки. Главным редокс-буфером клетки является глутатион, также образующий активную редокс пару GSSG/2GSH. Следует отметить, что большинство биологических окислительно-восстановительных реакций представляют собой двухэлектронные процессы, что позволяет избежать свободных радикалов.

В данной работе был проанализирован уровень активных форм кислорода у *Drosophila melanogaster* с измененной экспрессией гена *sws* в разных типах клеток нервной системы. Для определения редокс-статуса клеток использовался редокс зависимый GFP с сенсором к паре GSSG/2GSH или H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, который меняет структуру и длину волны возбуждения при взаимодействии с АФК.

## REDOX STATUS OF THE NERVOUS SYSTEM CELLS IN *DROSOPHILA MELANOGASTER* WITH CHANGED *SWISS CHEESE* EXPRESSION.

Komissarov Artem E., Melentev Pavel A., Sarantseva Svetlana V.

Petersburg Nuclear Physics Institute named by B.P. Konstantinov of National Research Centre «Kurchatov Institute», Gatchina, Russia, [tem3650@yandex.ru](mailto:tem3650@yandex.ru)

*Drosophila melanogaster* is often used to study neurogenetics. *swiss cheese* was discovered as a gene that dysfunction made glia form aberrant membrane structure early in life – on the 5 day of life, and neurodegeneration developed under *sws* impairment. The *sws* gene is evolutionarily conserved and it has orthologs in many species: from yeast to human. The conserved region in the protein is an esterase domain responsible for esterase activity so that SWS acts as a phospholipase B. Also the SWS protein has a region which can bind cAMP and function as a regulatory protein kinase A subunit.

Earlier, we showed a significant decrease of mitochondrial clusters in neuromuscular junctions of *Drosophila* larvae where *sws* gene expression was suppressed. One of the reasons for the decrease of mitochondrial clusters may be the an oversynthesis of reactive oxygen species (ROS), which, as has long been thought, affect negatively on molecules in cells. However, positive functions of ROS have increasingly been found in recent years. For example, ROS take a part in a formation of various cellular physiological responses to molecular bioregulators, and perform protective functions. Balance must be maintained between the generation and utilization of these molecules. The cell redox pairs are responsible for this balance in a cell. The main cell redox buffer is glutathione, which also forms the active redox pair GSSG / 2GSH. It should be noted that most biological redox reactions are two-electron processes, that avoid free radicals.

In this work, the reactive oxygen species level in *Drosophila melanogaster* with altered *sws* gene expression in different cells of the nervous system was analyzed. For determine cellular redox status we used a redox-dependent GFP with a sensor for a GSSG or H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, which changes the structure and wavelength of the excitation upon interaction with ROS.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ МЫШЕЙ Balb/c И C57Bl/6 В НОРМЕ И ПРИ ХОЛОДОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ. НОВЫЕ МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ

Кондашевская М.В.<sup>1</sup>, Никольская К.А.<sup>2</sup>, Толченникова В.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт морфологии человека», Москва, Россия; <sup>2</sup>Биологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия; [marivladiko@mail.ru](mailto:marivladiko@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1099.sudak.ns2020-16/264-265>

Традиционно считается, что для инбредных мышей Balb/c характерна высокая тревожность, а для C57Bl/6 – низкая. Цель исследования – сравнить характеристики поведенческих реакций мышей Balb/c и C57Bl/6 в норме и после холодового воздействия, применяя новые методы тестирования.



Эксперименты выполнены на 40 половозрелых мышах-самцах линий Balb/c и C57Bl/6, которых разделяли на 4 группы: интактные Balb/c и C57Bl/6; Balb/c и C57Bl/6, подвергавшиеся неглубокому холодовому воздействию (ХВ, 10 сеансов по 3 мин при  $-20^{\circ}\text{C}$ ). Животных тестировали до ХВ и через сут после, используя приподнятый крестообразный лабиринт (ПКЛ) и, кроме традиционных методов, применяли расширенную регистрацию психоэмоциональных реакций. В сыворотке крови определяли уровень кортикостерона, ИФА методом («IBL»). Данные статистически обрабатывали.

Установлено, что при тестировании интактных мышей, время нахождения в открытых рукавах ПКЛ у мышей Balb/c было на 28,2% выше по сравнению с животными C57Bl/6 ( $p < 0,01$ ). Принято считать, что увеличение времени нахождения в открытых рукавах свидетельствует о снижении стрессуемости. Однако, судя по психоэмоциональным проявлениям, мыши линии Balb/c демонстрировали большее число стрессовых проявлений (чесотки, биение хвостом, отряхивание), а мыши C57Bl/6 – ориентационных проявлений (колебания, остановки) и пассивного избегания (застывание с проявлениями апноэ) ( $p < 0,001$ ). Некоторые исследователи считают реакции застывания проявлением депрессивного состояния. После ХВ у мышей обеих линий появились признаки тревожности/осторожности: резко падала локомоторная активность, уменьшалось число заходов в открытые рукава ПКЛ, возрастало число ориентировочных и пассивно-оборонительных проявлений. Однако, у мышей Balb/c увеличилось число стрессовых психоэмоциональных реакций, тогда как у животных C57Bl/6 оно, напротив, снизилось ( $p < 0,01$ ). По уровню кортикостерона не отмечено межлинейных различий ни у интактных животных ( $p > 0,05$ ), ни после ХВ ( $p > 0,05$ ), несмотря на то, что после ХВ отмечалось повышение уровня этого гормона ( $p < 0,001$ ).

Таким образом, проведенное исследование подтверждает поведенческие различия между линиями Balb/c и C57Bl/6, обусловленные генетическим влиянием. Характеристика поведения животных с применением расширенного спектра психоэмоциональных реакций позволяет получить более подробные сведения о базовом поведении мышей и их реакции во время экспериментальных процедур.

#### COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF BEHAVIORAL REACTIONS OF BALB/C AND C57Bl/6 MICE UNDER NORMAL CONDITIONS AND AFTER COLD EXPOSURE. NEW TESTING METHODS

Kondashevskaya Marina V.<sup>1</sup>, Nikolskaya Kira A.<sup>2</sup>, Tolchennikova Vera V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Research Institute of Human Morphology, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Faculty of Biology, Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Moscow, Russia; [marivladiko@mail.ru](mailto:marivladiko@mail.ru)

It is traditionally believed that, inbred Balb/c mice have a high stress response, while C57Bl/6 has a low stress. The aim of the study was to compare the characteristics of the behavioral reactions of Balb/c and C57Bl/6 mice in normal conditions and after cold exposure, using new testing methods.

**Materials and methods.** The experiments were performed on 40 sexually mature male Balb/c and C57Bl/6 mice, which were divided into 4 groups: intact Balb/c and C57Bl/6; Balb/c and C57Bl/6, subjected to shallow cold exposure (CE, 10 sessions of 3 min at  $-20^{\circ}\text{C}$ ). The animals were tested in elevated plus maze (EPM) before CE and 1 day after. We used traditional methods of registration accepted for EPM, as well as an expanded spectrum of psychoemotional reactions. It was evaluated the level of corticosterone in the blood serum by ELISA method ("IBL"). The data were statistically processed.

**Results.** It was found that the time spent in the open arms of EPM was 28.2% higher in Balb/c mice compared to C57Bl/6 animals, when testing intact mice ( $p < 0.01$ ). It is traditionally believed that an increase in residence time in open arms indicates a decrease of stress reaction. However, judging by the psychoemotional manifestations, Balb/c mice showed a greater number of stressful manifestations (scabies, tail beating, shaking), while C57Bl/6 mice showed orientational reactions (hesitation, stops) and passive avoidance (freezing with apnea) ( $p < 0.001$ ). Some researchers consider freezing reaction as a manifestation of a depressive state. After CE, signs of anxiety/caution appeared in mice of both lines: locomotor activity sharply decreased, the number of visits to the open arms of the EPM decreased, the number of indicative and passive-defensive manifestations increased. However, the number of stressful psychoemotional reactions increased in Balb/c mice, while in animals C57Bl/6, on the contrary, it showed a decrease ( $p < 0.01$ ). No interstrain differences were observed either in intact animals ( $p > 0.05$ ) or after CE ( $p > 0.05$ ) in terms of corticosterone level, despite the fact that after CE there was an increase in the level of this hormone ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion.** Thus, the study confirms the behavioral differences between the Balb/c and C57Bl/6 mouse strain due to genetic influence. Characterization of animal behavior using an extended spectrum of psychoemotional reactions allows us to obtain more detailed information about the basic behavior of mice and their reactions during experimental procedures.

*Работа выполнена по научной теме: «Разработка технологии персонализированной оценки психофизиологических и нейроиммуноэндокринных маркеров поведенческих и когнитивных изменений при адаптации к информационной нагрузке, поиск средств, снижающих когнитивное напряжение», выполняемой в рамках государственного задания поисковых научных исследований, осуществляющих научные исследования за счет средств федерального бюджета по приказу Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.*

#### К ВОПРОСУ ОБ УЧАСТИИ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ДНК В МЕЖКЛЕТОЧНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ В КОРЕ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ

<sup>1</sup>Конорова И.Л., <sup>2</sup>Фрумкина Л.Е., <sup>2</sup>Хаспеков Л.Г.

<sup>1</sup>Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И.Евдокимова Минздрава РФ,

<sup>2</sup>Научный центр неврологии РАН, Москва, Россия; [konorova.irina@yandex.ru](mailto:konorova.irina@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1100.sudak.ns2020-16/265-266>

В спинномозговой жидкости и плазме крови обнаруживается внеклеточная ДНК (вкДНК), состав которой при разных состояниях организма может изменяться. Мы показали, что добавление малых доз



вкДНК с разными молекулярными свойствами в культуру клеток-зерен мозжечка вызывает в них секрецию ДНК, в астроцитах – реорганизацию актинового цитоскелета, свидетельствующую об изменении их функциональной активности, а в условиях глутаматной эксайтотоксичности – либо нейропротекторный эффект, либо гибель нейронов [Конорова и др., 2012; 2018]. В опытах *in vivo* изменение свойств вкДНК плазмы крови, в частности её окислительная модификация, оказывает влияние на нейрогенный механизм регуляции тонуса мозговых артериол в сенсомоторной коре больших полушарий, способствуя снижению уровня локального мозгового кровотока и развитию межполушарной асимметрии [Конорова, 2019].

**Цель работы:** выяснить, влияет ли изменение свойств циркулирующей в плазме крови вкДНК на ультраструктуру нервных клеток и нейропиля в коре головного мозга крыс.

**Методы:** Следуя «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals», самцам крыс Wistar (250-300 г, n=6) внутривенно однократно вводили раствор гомологичной ДНК ( $7,7 \times 10^{-5}$  г/кг), выделенной из ткани мозга, а контрольным животным (n=6) – равный объем 0,9% раствора NaCl. Через 1 сут под хлоралгидратным наркозом прижизненно фиксировали мозг раствором 2,5% глутаральдегида с 2% параформальдегида на 0,1М фосфатном буфере (pH 7,4). Образцы теменно-височной области коры мозга постфиксировали в 1% растворе тетраоксида осмия, проводили по общепринятой для электронной микроскопии схеме и заливали в эпон-812. Исследовали нейроны III-V слоев коры на микроскопе Хитачи Н-600.

**Результаты:** В ядре нейронов отмечены пластические перестройки хроматина, гипертрофия ядрышка, глубокие инвагинации ядерной мембраны. В цитоплазме – гиперплазия митохондрий, их тесный контакт с ядром и органеллами, формирование двумембранных тубуловезикулярных телец с пузырьками, похожими на синаптические. В нейропиле – увеличение поверхности активной зоны синапсов с изменением кривизны пресинаптической мембраны, сложноорганизованные и атипичные формы синапсов, в т.ч. аксоглияльные симметричные синапсopodobные соединения; синапсы окружены отростками астроцитов, которые местами внедряются в синаптическую щель.

**Вывод:** Циркулирующая в плазме крови вкДНК оказывает влияние на ультраструктуру нейронов коры головного мозга, стимулирует реактивный синаптогенез и нейроглияльные взаимоотношения, повышает информативность и эффективность синаптической передачи.

#### ON THE PARTICIPATION OF CELL FREE DNA IN INTERCELLULAR INTERACTIONS IN THE CEREBRAL CORTEX

Konorova Irina L., Frumkina Lidia E., Khaspekov Leonid G.

<sup>1</sup>A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; <sup>2</sup>Research Center of Neurology, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow, Russia; [konorova.irina@yandex.ru](mailto:konorova.irina@yandex.ru)

Cell free DNA (cfDNA) is found in the cerebrospinal fluid and blood plasma, the composition of which can be different under different conditions of the body. We showed that the addition of small doses of cfDNA with different molecular properties to the cerebellum grain cell culture causes DNA secretion in them, the actin cytoskeleton reorganization in astrocytes, indicating a change in their functional activity, and under conditions of glutamate excitotoxicity, either a neuroprotective effect or death neurons [Konorova et al., 2012; 2018]. In *in vivo* experiments, changes in the properties of blood plasma cfDNA, in particular, its oxidative modification, affect the neurogenic mechanism of cerebral arterioles tone regulation in the cerebral sensorimotor cortex, contributing to a decrease in the level of local cerebral blood flow and the development of interhemispheric asymmetry [Konorova, 2019].

**The aim of this work is** to determine whether a change in the properties of cfDNA circulating in blood plasma affects the ultrastructure of nerve cells and neuropil in the rat cerebral cortex.

**Methods:** Following the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals, male Wistar rats (250-300 g, n = 6) were injected intravenously with a solution of homologous DNA ( $7.7 \times 10^{-5}$  g / kg) isolated from brain tissue, and the control animals (n = 6) – an equal volume of 0.9% NaCl solution. After 1 day, under the chloral hydrate anesthesia, the brain was fixed intravitaly with a solution of 2.5% glutaraldehyde with 2% paraformaldehyde in 0.1 M phosphate buffer (pH 7.4). Samples of the parietal-temporal cortex were post-fixed in a 1% solution of osmium tetroxide, carried out according to generally accepted for electron microscopy scheme, and poured into epon-812. Neurons of the III-V layers of the cortex were examined using a Hitachi N-600 electron microscope.

**Results:** In the nucleus of neurons, plastic chromatin rearrangements, nucleolus hypertrophy, and deep intussusception of the nuclear membrane were noted. In the cytoplasm - mitochondrial hyperplasia, their close contact with the nucleus and organelles, the formation of two-membrane tubulovesicular bodies with vesicles similar to synaptic. In the neuropil, there is an increase in the surface of the synapses active zone with a change in the curvature of the presynaptic membrane, complex and atypical forms of synapses, including axoglial symmetric synapse-like compounds; synapses are surrounded by processes of astrocytes, which in places are embedded in the synaptic cleft.

**Conclusion:** The circulating in blood plasma cfDNA affects the ultrastructure of neurons in the cerebral cortex, stimulates reactive synaptogenesis and neuroglial relationships, and increases the information content and efficiency of synaptic transmission.

#### СЕЛЕКТИВНАЯ ДИНАМИКА ТЕТА-АКТИВНОСТИ В СЕАНСАХ ПРОСЛУШИВАНИЯ АКУСТИЧЕСКОГО ОБРАЗА СОБСТВЕННОЙ ЭЭГ РАЗНЫХ ОТВЕДЕНИЙ

Константинов К.В., Леонова М.К., Константинова К.К.

НИО «Клиника Биоакустической коррекции», Санкт-Петербург, РФ

<https://doi.org/10.29003/m1101.sudak.ns2020-16/266-267>

Ранее сообщалось, что одновременное прослушивание звуков скоррелированных с текущей ЭЭГ в точках Fp1, Fp2, O1, O2 (10-20) приводит к увеличению тета-индекса затылочных отведений. В настоящем исследовании произведена оценка прироста тета-активности в сеансах раздельного прослушивания звуков скоррелированных с текущей ЭЭГ лобных, височных и затылочных отведений.

Обследовано 363 практически здоровых испытуемых, 181 мужчина и 182 женщины, в возрасте  $31,3 \pm 10,0$  лет. В группах «Фр» (108 человек), «Т» (91 человек), «О» (114 человек) испытуемые прослушивали звуки коррелированные с текущей ЭЭГ лобных, височных и затылочных отведений соответственно. В группе «Контроль» (50 человек) испытуемые прослушивали запись звуков, сделанную на одном из испытуемых заранее.

Алгоритм создания акустического образа ЭЭГ заключался в согласовании текущих частотно-временных параметров биоэлектрической активности мозга с частотными параметрами музыкальных сэмплов. Регистрация ЭЭГ осуществлялась монополярно в точках Fp1, Fp2, T3, T4, O1, O2 при закрытых глазах. Длительность сеанса 20 минут. Оценивалась доля периодов колебаний тета-волн за 2 минуты в течении всего сеанса. Вычислялся суммарный прирост средних значений тета-индекса за весь сеанс относительно исходного уровня, измеренного за первые 2 минуты сеанса.

| отведения | группа «Фр» | группа «Т» | группа «О» | «Контроль» |
|-----------|-------------|------------|------------|------------|
| Fp1, Fp2  | -8,4        | -3,3**     | -11,1      | -9,8       |
| T3, T4    | 6,1         | 26,5**     | 3,5        | 6,4        |
| O1, O2    | 19,0*       | 25,0**     | 15,1       | 11,0       |

Прирост тета-индекса (%). \*\* -  $p < 0,01$  относительно контроля, (t-критерий).

Наибольший прирост тета-активности наблюдается в височных отведениях при прослушивании звуков, коррелированных с ЭЭГ этих же отведений.

Возможно, совпадение во времени афферентного потока, провоцируемого акустическими стимулами с эндогенной нейродинамикой выраженной в текущей ЭЭГ, является условием активации тайминг-зависимой нейропластичности. Выражением активации процессов нейропластичности является увеличение уровня тета-индекса. Не исключено, что основным механизмом инициации этих процессов является коактивация лемнискового и экстралемнискового звеньев таламо-кортикальной системы.

#### SELECTIVE DYNAMICS OF THETA ACTIVITY IN SESSIONS OF LISTENING TO AN ACOUSTIC IMAGE OF PATIENT'S OWN EEG FROM DIFFERENT LEADS.

**Konstantinov Konstantin V., Leonova Maria K, Konstantinova Ksenia K.**

«Bioacoustic correction clinic» Research Department, Saint-Petersburg, Russia

Earlier it was reported that simultaneous listening to sounds correlated to the current EEG at the points Fp1, Fp2, O1, O2 (10-20) leads to an increase in the theta index of the occipital leads. In the present study, the increase in theta activity was assessed in sessions of separate listening to sounds correlated to the current EEG of the frontal, temporal and occipital leads correlated.

363 respondents (181 men and 182 women, aged  $31.3 \pm 10.0$  years) were examined. In the groups "Fp" (108 people), "T" (91 people), "O" (114 people), the respondents listened to sounds correlated to the current EEG of the frontal, temporal and occipital leads, respectively. In the "Control" group (50 people), the respondents listened to the sound recording made in advance.

The algorithm for creating an acoustic EEG image is in matching the current time-frequency parameters of the brain bioelectric activity with the frequency parameters of musical samples. EEG was recorded unipolarly at points Fp1, Fp2, T3, T4, O1, O2 with eyes closed. The duration of the session was 20 minutes. The proportion of theta wave oscillation periods for 2 minutes during the entire session was estimated. The total increase in the average values of the theta index for the entire session was calculated relatively to the initial level measured in the first 2 minutes of the session.

| points   | «Fp» group | «T» group | «O» group | «Control» group |
|----------|------------|-----------|-----------|-----------------|
| Fp1, Fp2 | -8,4       | -3,3**    | -11,1     | -9,8            |
| T3, T4   | 6,1        | 26,5**    | 3,5       | 6,4             |
| O1, O2   | 19,0*      | 25,0**    | 15,1      | 11,0            |

Theta Index Growth (%). \*\* -  $p < 0,01$  regarding control, (t-criteria).

The greatest increase in theta activity is observed in the temporal leads while listening to sounds correlated to the EEG of the same leads.

It is possible that the coincidence in time of the afferent flow provoked by acoustic stimuli with endogenous neurodynamics expressed in the current EEG is a condition for the activation of timing-dependent neuroplasticity. An expression of the activation of neuroplasticity processes is an increase in the theta index level. It is possible that the main mechanism for initiating these processes is the coactivation of the lemniscus and extralemniscus units of the thalamo-cortical system.

#### ОСОБЕННОСТИ ВЗГЛЯДА ВО ВРЕМЯ ЧТЕНИЯ ПРО СЕБЯ У ЛЮДЕЙ С ЗАИКАНИЕМ

**Коростелёва А.Н.<sup>1</sup>, Арутюнян Л.З.<sup>2</sup>, Арутюнян М.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия;  
nnkorostelova@gmail.com

<sup>2</sup> Речевой центр «Арлилия», Москва, Россия; arlilya@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m1102.sudak.ns2020-16/267-268>

Заикание представляет собой сложную патологическую нейрофизиологическую функциональную систему. Спазматические задержки при речепроизводстве являются лишь одним из видимых симптомов заикания, в то время как остальные, менее заметные, имеют нейро- и психофизиологический, а также поведенческий и личностный характер [1].

Движение глаз отражает когнитивные процессы в мозге человека при выполнении задач [2] и зависит не только от выполняемой задачи, но и от индивидуальных особенностей активности функциональных систем мозга. Таким образом, характеристики движения глаз при выполнении тестовых задач содержат информацию о функциональных нарушениях мозга.

Механизмы зрительного восприятия и чтения изучаются с помощью методики видеорегистрации движений глаз (айтрекинг). Регистратор движения глаз (айтрекер) записывает трек взора в виде набора фиксаций (остановок взгляда) и саккад (перемещений точки взора) [3]. В этой работе мы остановимся на статистическом анализе длительности и количестве фиксаций у людей с заиканием и без.

Во время эксперимента участнику предъявлялось последовательно несколько текстов на экране монитора. Задача испытуемого – прочитать эти тексты про себя. Движение взгляда регистрировалось айтрекером EyeLink 1000 Plus. В пилотном эксперименте приняли участие 10 человек (5 с заиканием, 5 без заикания) в возрасте от 23 до 30 лет.

Статистический анализ показал, что во время чтения текста про себя длительность фиксаций у людей с заиканием составляет 20-1100 мс, в то время как у людей без заикания 105-680 мс. Кроме того, количество фиксаций на «трудных» буквенных сочетаниях у людей с заиканием увеличивается в 3 раза по сравнению с участниками, которые не заикаются. Стратегия поведения взгляда при чтении текста про себя у участников с заиканием описывается как длительные задержки взгляда на «трудных» для произношения словах, и множественные возвраты взгляда к ним. У людей без заикания поведение взгляда при чтении про себя характеризуется последовательным просмотром текста и имеет лишь небольшие задержки и возвраты взгляда.

1. Harrison J.C. Redefining Stuttering. What the struggle to speak is really all about, National Stuttering Association, 2011.
2. Velichkovsky B.M. The successes of cognitive science. Scientific American, 2003.
3. Черниговская Т.В. и др. Взгляд кота Шрёдингера: регистрация движений глаз в психолингвистических исследованиях. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2018.

#### **SIGHT FEATURES DURING READING INWARDLY BY PEOPLE WITH STUTTERING**

**Korosteleva Anastasia N.<sup>1</sup>, Arutyunyan Lilia Z.<sup>2</sup>, Arutyunyan Migran A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> National Research Center «Kurchatov Institute», Moscow, Russia; nnkorosteleva@gmail.com

<sup>2</sup> Speech Center «Arlilia», Moscow, Russia; arlilya@yandex.ru

The stuttering is a complex pathological neurophysiological functional system. Spasmodic retentions in speech production are only one of the visible symptoms of stuttering, while the rest, less noticeable, are neuro- and psychophysiological, as well as behavioral and personal in nature [1].

Eye movement represents cognitive processes in the human brain while performing tasks [2] and depends not only on the task, but also on the individual characteristics of the activity in the functional systems of the brain. Thus, the characteristics of eye movement while performing test tasks contains information about functional brain disorders.

The mechanisms of visual perception and reading are been studied using the method of video recording of eye movements (eye tracking). The eye movement recorder (eye tracker) records the gaze track in the form of a set of fixations (gaze stops) and saccades (gaze point movements) [3]. In this work, we will focus on a statistical analysis of the duration and number of fixations of people with and without stuttering.

During the experiment, several texts on the monitor screen was successively presented to the participant. The subject's task consisted in inward reading these texts. Eye movement was detected by EyeLink 1000 Plus. The pilot experiment was attended by 10 people (5 with stuttering, 5 without stuttering) aged 23 to 30 years.

Statistical analysis showed that while inward reading, the duration of fixations for people with stuttering is 20-1100 ms, while for people without stuttering it is 105-680 ms. In addition, the number of fixations on "difficult" letter combinations for people with stuttering increases by 3 times compared with participants who do not stutter. The gaze behavior strategy while inward reading a text by participants with stuttering is described as long delays in looking at words that are difficult to pronounce, and multiple sight returns to them. For people without stuttering, the behavior of the gaze is characterized by sequential viewing of the text and has only slight delays and returns of the sight.

1. Harrison J.C. Redefining Stuttering. What the struggle to speak is really all about, National Stuttering Association, 2011.
2. Velichkovsky B.M. The successes of cognitive science. Scientific American, 2003.
3. Черниговская Т.В. и др. Взгляд кота Шрёдингера: регистрация движений глаз в психолингвистических исследованиях. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2018.

#### **ВЛИЯНИЕ ШЕСТИМЕСЯЧНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ МИССИИ НА АРХИТЕКТУРУ И ФУНКЦИЮ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ У ЧЕЛОВЕКА**

**Коряк Ю.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки РФ «ГНЦ РФ – Институт медико-биологических проблем РАН», Москва, Россия, [yurikoryak@mail.ru](mailto:yurikoryak@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1103.sudak.ns2020-16/268-270>

Адаптивные изменения скелетных мышц в ответ на воздействие микрогравитации были задокументированы еще в ранних работах [Ilyina-Kakueva et al., 1976; Riley et al., 1987; Martin et al., 1988] и многие из этих изменений были воспроизведены в различных наземных условиях [Thomason et al., 1987] и одно из самых драматических изменений наблюдается в так называемых антигравитационных мышцах – это мышцы-разгибатели колена и стопы [Григорьева, Козловская, 1987; LeBlanc et al., 1998; Akima et al., 2002]. Среди них, подошвенный сгибатель стопы, оказывается наиболее затронутым [Григорьева,



Козловская 1987; LeBlanc et al., 1988; Akima et al., 2002; Alkner, Tesch, 2004], вероятно из-за их большей механической нагрузкой в нормальных гравитационных условиях. Более того, после воздействий микрогравитации отмечается непропорционально большая потеря силы по сравнению с размером мышцы [Berg et al., 1998; LeBlanc et al., 1988; Kawakami et al., 2001], указывая, что другие факторы кроме атрофии вероятно вносят вклад в «слабость» мышцы. В настоящее время известно, что воздействие продолжительной микрогравитации на организм человека вызывает снижение массы мышцы, силы и общей физической работоспособности [Оганов, Богомолов, 2009; Wood et al., 2011; Ploutz-Snyder et al., 2015; Koryak et al., 2018], но отсутствуют данные о влиянии на архитектуру мышц, которая является важным детерминантом функциональных характеристик мышц [Gans, Bock, 1965; Gans, 1982]. В предыдущих работах, используя метод ультразвукового исследования (УЗИ), было показано, что уменьшение размера мышцы после неупотребления связано с изменениями длины и угла наклона волокон [Bleakney, MaVulli, 2002; Reeves et al., 2002]. Уменьшения длины и угла наклона волокна отражают потерю последовательно и параллельно расположенных саркомеров. Снижение длины волокна подразумевает уменьшение количества саркомеров во время сокращения при данной длине сухожилия мышцы без изменений свойств в сухожилии. Это уменьшение степени укорочения саркомеров может заставить саркомер работать еще дальше от оптимальной длины в зоне отношения *длина-напряжение* [Gordon et al., 1966], и может, таким образом, затрагивая в целом мышцу, в конечном итоге снизить генерирование силы. Наклон угла - эта стратегия упаковать большее число сократительных элементов по апоневрозу и сухожилию [Narici, 1999]. Поэтому при атрофии мышцы уменьшение угла наклона волокна, как предполагается, является показателем потери параллельно расположенных саркомеров [Gans, Bock, 1965]. Архитектура мышц человека может быть изучена неинвазивно *in vivo* как в условиях покоя, так и во время сокращения мышцы, используя ультразвуковую эхографию [Henriksson-Larsen et al., 1992; Kawakami et al., 1993; Kuno, Fukunaga, 1995]. Действительно, несколько исследователей [Narici et al., 1996; Fukunaga et al., 1997; Maganaris et al., 1998; Reeves et al., 2003] демонстрировали, что во время изометрических сокращений архитектура мышцы значительно изменяется. В свете вышеизложенного целью этого исследования было оценить степень адаптации функций трехглавой мышцы голени (ТМГ) и архитектуру медиальной (МИМ) и латеральной (ЛИМ) икроножных и камбаловидной (КМ) мышц у группы космонавтов ( $n = 10$ ) после шестимесячного космического полета (КП). Сократительные свойства ТМГ оценивали по показателям максимальной произвольной силы (МПС), максимальной силе ( $P_0$ , частота 150 имп/с; [Коряк, 1985]), времени развития произвольного и электрически вызванного сокращения. Рассчитывали силовой дефицит ( $P_d$ ), как дельта между МПС и  $P_0$  [Коряк, 1985]. Методом УЗИ осуществлялась визуализация ТМГ с использованием В-режима ультразвукового сканирования («Edge», SonoSite, Inc., USA) линейным датчиком 7.5 МГц и апертурой 60 мм при угловых позициях голеностопного сустава  $-15^\circ$  (тыльное сгибание),  $0^\circ$  (нейтральная анатомическая позиция),  $15^\circ$  и  $30^\circ$  (подостенное сгибание) с углом в коленном суставе  $0^\circ$ . В каждом положении были получены ультразвуковые изображения медиальной (МИМ), латеральной (ЛИМ) икроножных и камбаловидной (КМ) мышц с определением длины ( $L_v$ ) и угла наклона волокон ( $\theta_v$ ) [Kawakami et al., 1993; Fukunaga et al., 1997]. После КП МПС и  $P_0$  уменьшились на 25 и 12,8 %, соответственно, и увеличился  $P_d$  на 44,5 %. Градиент произвольного сокращения ТМГ уменьшился без изменений электрически вызванного сокращения. В пассивном состоянии  $L_v$  изменялась с 43, 57 и 35 мм (коленный сустав  $0^\circ$ , голеностопный сустав  $-15^\circ$ ) до 34, 38 и 25 мм (коленный сустав  $0^\circ$ , голеностопный сустав  $30^\circ$ ) для МИМ, ЛИМ и КМ, и  $\theta_v$  изменялся с  $27, 21$  и  $23^\circ$  (коленный сустав  $0^\circ$ , голеностопный сустав  $-15^\circ$ ) до  $43, 29$  и  $34^\circ$  (коленный сустав  $0^\circ$ , голеностопный сустав  $30^\circ$ ), соответственно. Самые большие  $\theta_v$  отмечались в МИМ в пределах от  $32$  до  $43^\circ$ , а ЛИМ самые большие  $L_v$  в пределах от  $57$  до  $45$  мм, когда угол в коленном суставе составлял  $0^\circ$ . Уменьшение  $L_v$  и  $\theta_v$  после КП приводит к потере последовательных и параллельных саркомеров, увеличивая рабочий диапазон саркомеров. В результате актин и миозин перестают взаимодействовать [Gordon et al., 1966], что приводит к снижению производительности мышцы [Lieber, 2010]. Меньшее изменение  $\theta_v$  после КП [Koryak, 2016], частично компенсирует потерю в силе из-за более эффективной передачи силы к сухожилию, несмотря на сниженную жесткость мышечно-сухожильного комплекса [Koryak, 2014]. Различия в изменениях длины волокон и угла наклона у исследуемых мышц могут быть связаны с различиями в силе, генерирующей мышцы, и эластических характеристиках их сухожилий и апоневрозов. Архитектура существенно различается между разными мышечными головками ТМГ человека, возможно, отражая их различные функциональные свойства. Результаты показывают, что мышцы с разными функциональными свойствами могут по-разному реагировать на разгрузку, и это важно учитывать при планировании реабилитации после разгрузки любого вида, уделяя особое внимание постуральным мышцам. Приведенные результаты имеют клиническое значение в плане реабилитации опорно-двигательной системы после разгрузки как в наземных моделях, так в условиях реальной микрогравитации и рекомендуется, чтобы сухожилие, помимо мышц, получало больше внимания в программах реабилитации, которые желательно начинать в течение двух недель после приземления.

*Исследование выполнено согласно Контракту ESA 4000111909/14/NL/PG*

## INFLUENCE OF SIX-MONTH SPACE FLIGHT MISSION ON HUMAN SKELETAL MUSCLE ARCHITECTURE AND FUNCTION

Koryak Yuri

State Scientific Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, [yurikoryak@mail.ru](mailto:yurikoryak@mail.ru)

**Introduction.** The adaptive alterations of skeletal muscle in response to exposures to microgravity have been documented [Ilyina-Kakueva et al., 1976; Riley et al., 1987; Martin et al., 1988]. Many of these changes have been reproduced in various ground-based settings as well [Thomason et al., 1987]. The muscle groups most affected by exposure to microgravity appear to be the anti-gravity extensors of the knee and ankle [Grigor'eva, Kozlovskaya, 1987; LeBlanc et al., 1988; Akima et al., 2001; Alkner, Tesch, 2004]. Among these, the plantarflexors



seem to be the most affected [LeBlanc et al., 1988; Akima et al., 2001], likely due to their greater mechanical loading under normal gravitational conditions. Most notable after exposure to microgravity is a disproportionate loss of force as compared to that of muscle size [Berg et al., 1997; LeBlanc 1998; Kawakami et al., 2001], indicating that factors other than atrophy contribute to muscle weakness. The architecture of a skeletal muscle is an important determinant of its functional characteristics [Gans, Bock, 1965; Gans, 1982]. Human muscle architecture may be studied noninvasively *in vivo* both at rest and during muscle contraction, by using real-time ultrasonography [Henriksson-Larsen et al., 1992; Kawakami et al., 1993; Kuno, Fukunaga, 1995]. Indeed, several investigators [Fukunaga et al., 1997; Narici et al., 1996; Maganaris et al., 1998] have demonstrated that during isometric contractions muscle architecture undergoes remarkable changes. The present study is the first in which quantitatively describe the relationships between joint angles and muscle architecture (lengths and angles of fascicles) of the human triceps surae (TS) muscles and to determine architecture of a human muscle, both at rest and after long duration space flights. We employed real-time ultrasonography to visualize fascicles *in vivo*. The second purpose of the present work was to determine contractile properties the human TS muscles and her changes after a long-duration space flight (SF). The second purpose of the present work was to determine contractile function the human TS muscles and her changes after a long-duration SF. **Methods.** The TS mechanical properties were evaluated based on the following indicators: maximal voluntary contraction (MVC), maximal strength ( $P_0$ ; frequency 150 Hz; Koryak, 1985), and tension development time to reach 25, 50, 75 and 90 % of maximal tension. The difference between  $P_0$  and MVIC expressed as a percentage of the  $P_0$  value and referred to as force deficit ( $P_d$ ) has also been calculated [Koryak, 1985]. To perform the TS muscle ultrasound cosmonaut lay prone special a bed, and right foot was relatively rigidly fixed to a special platform which allowed the ankle angle to be set at  $-15^\circ$  (plantar flexion),  $0^\circ$  (neutral anatomical position),  $+15^\circ$ , or  $+30^\circ$  (plantar extension). Real-time evaluation of the MG, LG, and SOL architecture *in vivo* at rest was performed using ultrasound scanner («Edge», SonoSite, USA) with a 7.5-MHz linear electronic transducer. The length of fascicles ( $L_f$ ) across the deep and superficial aponeurosis was measured as a straight line [Kawakami et al., 1993]. The fascicle pennation angle ( $\Theta_f$ ) was measured from the angles between the echo of the deep aponeurosis of each muscle and interspaces among the fascicles of that muscle [Fukunaga et al., 1997]. **Results. Mechanical properties.** Isometric MVC decreased of the TS decrease from 46.6 to 34.5 kg after SF, corresponding to a relative change of 26.0 %. The  $P_d$  increased pre-SF to post-SF from  $32.2 \pm 4.6$  % to  $46.7 \pm 5.4$  %, corresponding to a relative change of 49.7 %. The rate of rise a voluntary tension development decreased. However, electrical evoked tetanic development not differ substantially from the initial data. **Fascicle length before the SF.** With the ankle angle increasing from  $-15^\circ$  to  $+30^\circ$ ,  $L_f$  decreased from  $43.7 \pm 2.9$  to  $25.6 \pm 2.6$  mm (41.4 %) in the MG, from  $45.6 \pm 3.8$  to  $29.0 \pm 3.1$  mm (36.4 %) in the LG, and from  $22.8 \pm 1.7$  to  $31.7 \pm 1.7$  mm (31.7 %) in the SOL. **Pennation angle before the SF.** With the ankle angle increasing from  $-15^\circ$  to  $+30^\circ$ ,  $\Theta_f$  increased from  $22.8 \pm 2.1$  to  $31.7 \pm 1.7$  (by 39.0 %) in the MG, from  $22.8 \pm 1.2$  to  $30.6 \pm 1.1$  (by 34.2 %) in the LG, and from  $24.3 \pm 2.1$  to  $33.9 \pm 2.2$  (by 39.5 %) in the SOL. **Fascicle length after the SF.** With the ankle angle increasing from  $-15^\circ$  to  $+30^\circ$ ,  $L_f$  decreased from  $37.1 \pm 5.5$  to  $22.3 \pm 3.4$  mm (by 39.9 %) in the MG, from  $36.9 \pm 2.1$  to  $24.4 \pm 0.4$  mm (by 33.9 %) in the LG, and from  $37.3 \pm 1.9$  to  $25.2 \pm 2.2$  mm (by 32.4 %) in the SOL. **Pennation angle after the SF.** With the ankle angle increasing from  $-15^\circ$  to  $+30^\circ$ ,  $\Theta_f$  increasing from  $20.1 \pm 1.7$  to  $27.7 \pm 1.7$  (by 37.8 %) in the MG, from  $19.2 \pm 1.0$  to  $24.6 \pm 2.0$  (by 24.2 %) in the LG, and from  $21.3 \pm 1.6$  to  $25.8 \pm 5.1$  (by 12.3 %) in the SOL. **Discussion.** As a main result, the study showed a decrease in MVC of the TS after a SF. The changes that arise in muscle functions on exposure to external factors result from changes in either contractile processes or neural (motor) drive. In fact, the MVC of a muscle is affected by its force–fiber length relationship, its geometric position relative to its joint, and its architectural characteristics. The majority of human muscles are pennate muscles, and a correct interpretation of data on the functional consequences of muscle unloading should consider the changes in the muscle internal organization known as the muscle architecture. The architecture of a muscle, along with its intrinsic properties such as the fiber composition, affects its functional characteristics [Powell et al., 1984]. Differences in internal architecture exert a greater effect on force production as compared with differences in fiber composition [Burkholder et al., 1994]. Both the length and pennation angle were reduced after a SF, suggesting a loss of not only consecutive, but also parallel sarcomeres, respectively. The observation agrees with previous results obtained in disuse experiments [Narici, Cerretelli, 1998]. The loss of in-series suggests that the working range of each sarcomere becomes too great. When the working range of a sarcomere exceeds  $3.65 \mu\text{m}$ , actin and myosin cease to interact [Gordon et al., 1966]. This is likely to have implications both on the force–length and force–velocity relationships of the muscle. This probably affect the length–force and speed–force relationships. A decrease in MVC was a functional consequence of a decrease in fiber length. A lower pennation angle of muscle fibers partly compensates for loss of force after a SF because force transmission to the tendon is more efficient, although the rigidity of the muscle–tendon complex decreases [Reeves et al., 2005; Koryak, 2016]. Thus, adaptations to muscle unloading that arise in the muscle and muscle–tendon complex compensate for each other to maintain the functional range of the muscle at a constant level. *The study is supported by ESA Contract 4000111909/14/NL/PG*

### ЭКЗОГЕННЫЙ ТРИПТОФАН МОДУЛИРУЕТ ЛОКОМОТОРНУЮ АКТИВНОСТЬ ИМАГО *DROSOPHILA*, МУТАНТНЫХ ПО ГЕНУ *WHITE*

Костенко В.В.<sup>1,2</sup>, Емелина Ю.А.<sup>1</sup>, Баранова Н.Б.<sup>2</sup>, Медведева Е.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт Фундаментальной Медицины и Биологии, Казанский федеральный университет, Казань, Россия;

<sup>2</sup> Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук», Казань, Россия  
[vvkostenko1@gmail.com](mailto:vvkostenko1@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1104.sudak.ns2020-16/270-271>

Известно, что L-триптофан является незаменимой аминокислотой у млекопитающих и играет важную роль в биосинтезе нейротрансмиттера серотонина и других индоламинов. В большинстве тканей триптофан

катаболизируется через кинурениновый путь (КПОТ), который является основным, но также метаболизируется и через серотонинергический путь в центральной нервной системе (ЦНС). В ЦНС продукты метаболизма триптофана обоих путей имеют последствия в модуляции физиологических реакций, которые отражаются в формировании патофизиологических заболеваний (хронический гепатит, сахарный диабет, острый лейкоз, хронический лимфолейкоз, шизофрения), а также нарушении поведенческих функций. *Drosophila melanogaster* предоставляет удобную модель в исследованиях и нормальной физиологии и патофизиологических процессов, возникающих при нейродегенеративных заболеваниях. Цель нашего исследования – оценить влияние экзогенного L-триптофана на формирование локомоторной активности имаго дрозофилы, мутантных по гену *white* в процессе старения. В качестве объекта исследования использовали линии *w<sup>1</sup>* (мутация по гену *white*), *Canton-S* (дикий тип). Ген *white* *Drosophila* принадлежит к семейству ABC-транспортера (подсемейство ABCG2) и кодирует белки, транспортирующие цАМФ, биогенные амины, а также гуанин и триптофан, необходимые для синтеза глазных пигментов. Гены подсемейства ABCG участвуют в регуляции транспорта липидов. Возможно, что липидные гомеостатические процессы или аномальный перенос и распределение холестерина связаны с патогенезом некоторых нейродегенеративных заболеваний. Мутация *w<sup>1</sup>* локализована в пределах района 3B6 X-хромосомы дрозофилы и нарушает половое поведение у самцов, а также влияет на процессы обучения и памяти.

При добавлении L-триптофана у мутантов *w<sup>1</sup>* по сравнению с особями, развитие которых происходило на стандартной среде, продемонстрировано увеличение индекса локомоторной активности как у самок (в среднем на 22%,  $p < 0.05$ ) так и у самцов (в среднем на 45%,  $p < 0.05$ ) в период с 6 по 21 день жизни имаго. Напротив, у имаго дикого типа *Canton-S* добавление L-триптофана приводит к нарушению поведения, снижая паттерн локомоторной активности уже с 9 дня жизни насекомых. Полученные результаты свидетельствуют о модулирующем эффекте L-триптофана на локомоцию мутантов *w<sup>1</sup>*, имеющих нарушения в работе нейроэндокринной системе.

#### EXOGENOUS TRYPTOPHAN MODULATES LOCOMOTOR ACTIVITY OF IMAGO *DROSOPHILA* WITH MUTATION IN THE *WHITE* GENE

Kostenko Viktoria V.<sup>1,2</sup>, Emelina Julia A.<sup>1</sup>, Baranova Natalia B.<sup>2</sup>, Medvedeva Elena S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan Federal University, Kazan, Russia; <sup>2</sup> Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics – Subdivision of the Federal Research Center «Kazan Scientific Center of Russian Academy of Sciences», Kazan, Russia, [vvkostenko1@gmail.com](mailto:vvkostenko1@gmail.com)

L-tryptophan is an essential amino acid in mammals and also this amino acid participates in biosynthesis of the neurotransmitter of serotonin and other indolamines. In the most tissues, tryptophan catabolizes through the kinurenin pathway (KPCT), which is basic pathway, but so tryptophan may metabolize through the serotonergic pathway in the central nervous system (CNS). In the central nervous system the products of tryptophan metabolism of both ways have consequences in modulation of physiological reactions, which are reflected in the formation of pathophysiological diseases (chronic hepatitis, diabetes mellitus, acute leukemia, chronic lymphocytic leukemia, schizophrenia), and also behavioral disorders. *Drosophila melanogaster* provides a convenient model of study in normal physiology and pathophysiological processes arising in neurodegenerative diseases. The aim of our study is to estimate the effect of exogenous L-tryptophan on the formation of the locomotor activity of imago *drosophila* mutants to the *white* gene during aging. We used the lines *w<sup>1</sup>* (mutation according to the *white* gene), *Canton-S* (wild type) as the object of study. The gene *white* of *Drosophila* belongs to the ABC transporter family (subfamily ABCG2) and encodes proteins transporting cAMP, biogenic amines, and so guanine and tryptophan, necessary for the synthesis of eye pigments. ABCG subfamily genes are involved in lipid transport regulation. It is possible that lipid homeostatic processes or abnormal transfer and distribution of cholesterol are associated with the pathogenesis of some neurodegenerative diseases. The *w<sup>1</sup>* mutation is localized within the 3B6 X-chromosome region of the *drosophila* and violates sexual behavior in males, and also affects learning and memory. The addition of L-tryptophan in the *w<sup>1</sup>* mutants compared to the individuals developed on the standard medium showed an increase in the index of locomotor activity as females (on average by 22%,  $p < 0.05$ ) and so males (on average by 45%,  $p < 0.05$ ) from the 6 to the 21 day of life of the imago. In contrast, in wild-type imago *Canton-S*, the addition of L-tryptophan leads to behavioral disorders, reducing the pattern of locomotor activity from the 9th day of insect life. The results show the modulating effect of L-tryptophan on the locomotion of *w<sup>1</sup>* mutants having disorders in the neuroendocrine system.

#### МЕДИКАМЕНТОЗНАЯ КОРРЕКЦИЯ ПСИХОНЕЙРОИММУНОЭНДОКРИННЫХ НАРУШЕНИЙ У САМЦОВ И САМОК КРЫС С МОДЕЛЬЮ аутоиммунного гипогонадизма

Косторов А.С., Кустов Д.Ю.

Государственная образовательная организация высшего профессионального образования  
"Донецкий Национальный Медицинский Университет им. М. Горького", Донецк, ДНР  
(Донецкая Народная Республика), [devillanderson@gmail.com](mailto:devillanderson@gmail.com)

Гормональный статус женского и мужского организма оказывает разнонаправленное воздействие на иммунные реакции, что необходимо учитывать при оценке аутоиммунных заболеваний, по этому существование феномена, называемого в литературе иммунологическим половым диморфизмом, накладывает свой отпечаток на их диагностику и коррекцию. Аутоиммунный гипогонадизм (АИГ) вызывает ряд психонейроиммуноэндокринных отклонений, в работе всех систем и органов, в связи с чем разработка доступной, комплексной коррекции является крайне важной и актуальной на данный момент. Имеющийся опыт успешного применения гепарина в качестве иммуномодулятора при аллергических и псевдоаллергических заболеваниях позволяет предположить возможность его применения и при аутоиммунной патологии, хотя в литературе данные об его использовании при АИГ отсутствуют.

Эксперимент проводили на 160 половозрелых беспородных белых крысах обоего пола массой 220 – 300 г, рандомизированных в 8 групп по 20 особей в каждой. Моделирование АИГ проводили по оригинальной методике. К 30-м суткам эксперимента наблюдалось формирование АИГ, подтвержденное исследованием уровня эстрадиола/тестостерона и антиовариальных/антиспермальных антител соответственно. Введение гепарина (ГЕП) экспериментальным животным проводилось в течение 90 дней. Ежедневно животным вводили ГЕП подкожно по 500 МЕ/кг, после чего препарат отменяли и на 120 день осуществляли контрольное тестирование. Анализировали поведенческую активность и картину белой крови крыс с моделью АИГ, до и после коррекции ГЕП. Параметры крови контрольных групп, получавших ГЕП незначительно отличались от интактных. Выявленные нами изменения в картине периферической крови у крыс с АИГ отображают присущий аутоиммунному процессу лимфоцитоз. Введение ГЕП оказывало положительное влияние на изучавшиеся показатели крови, однако в зависимости от длительности терапии их значения разнились. Поведенческая активность в контрольных группах, получавших ГЕП практически не отличалась от интактных. Моделирование АИГ в основном приводило к снижению груминговой активности. Дальнейшее введение ГЕП оказало положительное влияние на поведение животных. Выявленные нами изменения свидетельствуют о наличии у ГЕП способности влиять на иммунные процессы в организме, при этом его использование в умеренных дозах и у самцов и у самок позволяет получить терапевтический эффект при минимизации побочных явлений.

#### **MEDICAL DRUG CORRECTION OF PSYCHONEUROIMMUNOENDOCRINE DISORDERS IN MALE AND FEMALE RATS WITH A MODEL OF AUTOIMMUNE HYPOGONADISM**

**Kostorev A.S., Kustov D. Yu.**

State Educational Organization of Higher Professional Education "Donetsk National Medical University. M. Gorky",  
Donetsk, DPR (Donetsk People's Republic), devillanderson@gmail.com

The hormonal status of the female and male body has a multidirectional effect on the immune response, which must be taken into account when evaluating autoimmune diseases; therefore, the existence of a phenomenon called immunological sexual dimorphism in the literature leaves its mark on their diagnosis and correction. Autoimmune hypogonadism (AIH) causes a number of psychoneuroimmunoendocrine abnormalities in the work of all systems and organs, and therefore the development of an affordable, comprehensive correction is extremely important and relevant at the moment. The experience of the successful use of heparin as an immunomodulator in allergic and pseudo-allergic diseases suggests the possibility of its use in autoimmune pathology, although there are no data on its use in AIH in the literature.

The experiment was carried out on 160 sexually mature outbred white rats of both sexes weighing 220-300 g, randomized in 8 groups of 20 animals each. AIH modeling was carried out according to the original method. By the 30th day of the experiment, AIH formation was observed, confirmed by a study of estradiol / testosterone and anti-ovarial / anti-sperm antibodies, respectively. The administration of heparin (HEP) to experimental animals was carried out for 90 days. Every day, animals were injected with a HEP subcutaneously at 500 IU / kg, after which the drug was canceled and a control test was performed on day 120. We analyzed the behavioral activity and the white blood picture of rats with the AIH model, before and after the correction of the HEP. The blood parameters of the control groups treated with HEP were slightly different from intact ones. The changes revealed in the picture of peripheral blood in rats with AIH reflect the lymphocytosis inherent in the autoimmune process. The introduction of the HEP had a positive effect on the studied blood parameters, however, depending on the duration of therapy, their values varied. Behavioral activity in the control groups receiving the HEP practically did not differ from the intact ones. AIH modeling led mainly to a decrease in grooming activity. Further administration of the HEP has had a positive effect on animal behavior. The changes revealed by us indicate that the HEP has the ability to influence immune processes in the body, while its use in moderate doses in both males and females allows us to obtain a therapeutic effect while minimizing side effects.

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛОВОГО ДИМОРФИЗМА ОКСИТОЦИНОВОЙ СИСТЕМЫ КРЫС В МОДЕЛИ АУТИСТИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ, ИНДУЦИРОВАННОЙ ВВЕДЕНИЕМ ВАЛЬПРОЕВОЙ КИСЛОТЫ**

**Котова М.М.<sup>1</sup>, Гедзун В.Р.<sup>1</sup>, Шлапакова П.С.<sup>2</sup>, Сарычева Н.Ю.<sup>1</sup>, Дубынин В.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
Биологический факультет, Москва, Россия; <sup>2</sup>Московский Государственный университет имени М.В.  
Ломоносова, Факультет фундаментальной медицины, Москва, Россия. kotova.maria522@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m1105.sudak.ns2020-16/272-273>

Социальные нарушения являются одним из ключевых характеристик расстройств аутистического спектра (РАС), наряду с тревожностью и стереотипным поведением. В связи с этим, окситоцин (ОТ), нейропептид, признанный одним из главных регуляторов многих видов социальной активности уже многие годы рассматривается в качестве перспективного агента для терапии РАС. Большинство исследований эффектов ОТ преимущественно связано с его острыми эффектами, как в доклинических исследованиях на животных, так и в клинической практике.

Целью нашей работы является изучение эффектов хронического введения ОТ в раннем постнатальном периоде на нарушения социального поведения в модели РАС на детенышах крыс линии Wistar. Важной задачей стало выявление сроков введения пептида, для которых будет показано наибольшее количество позитивных изменений социального поведения, а также половых различий для наблюдаемых эффектов.

Для воссоздания аутистической симптоматики у потомства, самкам крыс линии Wistar на 12 день беременности однократно вводили натриевую соль вальпроевой кислоты (ВПК), в дозе 600 мг/кг. Окситоцин вводился детенышам после рождения интраназально (10 мкг/кг) на разных сроках раннего постнатального



развития: 1 – 7 или с 8 – 14 постнатальный день жизни (ПНД). В подростковом периоде был проведен тест на социальное предпочтение между матерью и самкой из другого выводка (24 ПНД), а также тесте на игровое поведение (36 ПНД).

Введение ОТ на 8-14 ПНД привело к повышению социального интереса к ранее незнакомой самке, а также повысило игровую активность подопытных животных, как по сравнению с контрольной группой животных, так и по сравнению с животными, подвергшимися введению ВПК без дополнительного воздействия ОТ, причем данные различия были показаны исключительно для самок. Более раннее введение ОТ на фоне ВПК (1-7 ПНД) привело к некоторому увеличению социальной отчужденности, как у самцов, так и у самок. Полученный результат, возможно, связан с различным характером и сроками морфогенеза окситоциновой системы у самок и самцов крыс линии Wistar, и требует дальнейшего, более подробного изучения молекулярными и гистологическими методами.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 18-315-00362.*

#### **INVESTIGATION OF SEXUAL DIMORPHISM OF OXYTOCINERGIC SYSTEM IN RATS IN MODELS OF AUTISTIC DISORDERS INDUCED BY ADMINISTRATION OF VALPROIC ACID**

**Kotova Maria M.<sup>1</sup>, Gedzun Vasilina R.<sup>1</sup>, Shlapakova Polina S.<sup>2</sup>, Sarycheva Natalia Yu.<sup>1</sup>,  
Dubynin Vyacheslav A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Moscow, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Fundamental Medicine, Moscow, Russia. kotova.maria522@yandex.ru

Social impairment is one of the key features of autism spectrum disorder (ASD), along with anxiety and stereotyped behavior. Thereby, oxytocin (OT), a neuropeptide that regulates different aspects of social activity, has been considered as a promising compound for the ASD treatment. Studies of the OT effects are mostly associated with its acute effects, both in preclinical studies in animals and in clinical cases.

The aim of our study to assess the effects of chronic administration of OT in the early postnatal period on impaired social behavior in the ASD model in Wistar rat pups in a sex-dependent manner and identify timing for the most effective OT treatment.

To induce autistic symptoms in the offspring, female Wistar rats were administered with valproic acid sodium salt (VPA) at a dose of 600 mg/kg on the 12<sup>th</sup> day of pregnancy. Oxytocin was administered to pups after birth intranasally (10 µg/kg) at on 1–7 or 8–14 postnatal day of life (PND). In adolescence, these rats were tested for social preference between a mother and a previously unknown female (24 PND), another test for social interaction was the play behavior assessment (36 PND).

The administration of OT on 8-14 PND increased social interest for a previously unfamiliar female, and also enhanced the play behavior of experimental animals, in comparison with both the control group of animals and to the animals administered with VPA but without additional exposure to OT, and the data differences were shown only for female rats. An earlier administration of OT within VPA (1-7 PND) resulted in a slight increase in social, both in males and in females. These results may be related to the different mechanisms and timing of the morphogenesis of the oxytocin system in female and male Wistar rats, and requires further, more detailed study by molecular and histological methods.

*The reported study was funded by RFBR according to the research project 18-315-00362.*

#### **ПСИХОРЕГУЛИРУЮЩИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УМСТВЕННОЙ АКТИВНОСТИ В ПОЖИЛОМ ВОЗРАСТЕ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ «АКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ» (НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД)**

**Котягина С.Н.**

Клинический госпиталь MD Group, г.Москва, Россия, [svetlana\\_psy@mail.ru](mailto:svetlana_psy@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1106.sudak.ns2020-16/273-274>

Изменение демографической ситуации во всех странах в сторону увеличения числа людей пенсионного возраста ставит перед обществом вопросы их поддержки и разработки программ, направленных на укрепление здоровья и улучшение качества их жизни. Наиболее эффективно данные вопросы могут решаться в рамках нейронаук, которые позволяют учитывать происходящие структурные изменения в нервной системе.

Согласно исследованиям в нейрогеронтопсихологии, проводимым под руководством Н.К.Корсаковой, описаны варианты нормального и патологического старения на основе применения концепции А.Р.Лурия. Выявлено, что в рамках нормального старения происходит снижение энергетического обеспечения деятельности, что проявляется в сужении объема психической активности, снижении умственной работоспособности, внимания, памяти (патологическая тормозимость следов), в замедлении темпа деятельности, скорости переработки информации. Появляется дефицит стратегии simultaneity в переработке информации, присущей правому полушарию, и изменение вектора активности в сторону доминирования левого полушария и другие особенности.

В рамках проекта «Активное долголетие» разработана и реализуется программа нейropsихологической поддержки людей пожилого возраста (55-70 лет), которая проводится в течение 2 лет на базе госпиталя и оздоровительного центра. Апробируется психорегулирующий комплекс, направленный на повышение умственной и двигательной активности, процессов саморегуляции и включает в себя тренинги: психологический, когнитивный, дыхательный и двигательный.

Цель комплекса: повышение энергетического обеспечения, объема и динамики психической активности. Задачи комплекса: повышение темпа деятельности, внимания, динамики и реципрокной координации движений, скорости и simultaneity в переработке зрительно-и-сомато-пространственной, мнестической и вербальной информации, усиление правополушарного вектора активности и интегративной



работы полушарий. В ходе работы участникам предлагались мнемонические и логические задания, обсуждение темы здоровья, дыхательная, суставная гимнастика, упражнения на оптимизацию межполушарного взаимодействия, изучался и учитывался анамнез и противопоказания.

Предварительный анализ результатов показал снижение возрастных нейрокогнитивных и двигательных ограничений, повышение энергетического и психического тонуса участников, улучшение их психосоматических показателей, связанных с регуляцией питания и сна. Таким образом, результаты данной нейропсихологической программы позволяют говорить, что процесс старения может протекать более благополучно, и умственная активность может повышаться при применении адекватной стратегии работы

#### **PSYCHOREGULATORY COMPLEX FOR INCREASING MENTAL ACTIVITY IN THE ELDERLY AS PART OF THE ACTIVE LONGEVITY PROGRAM (NEUROPSYCHOLOGICAL APPROACH)**

**Kotyagina S.N.**

Clinical Hospital MD Group, Moscow, Russia, [svetlana\\_psy@mail.ru](mailto:svetlana_psy@mail.ru)

The change in the demographic situation in all countries towards an increase in the number of people of retirement age poses questions for society to support them and develop programs aimed at improving health and improving the quality of their lives. Most effectively, these issues can be resolved within the framework of neurosciences, which allow taking into account the ongoing structural changes in the nervous system.

According to studies in neuroherontopsychology, conducted under the guidance of N.K. Korsakova, a variant of normal and pathological aging is proposed based on the application of the concept of A.R. Luria. It is expressed that, in the framework of normal aging, there is a decrease in the energy supply of activity, which is manifested in an increase in the volume of mental activity, a decrease in mental performance, attention, memory. This is due to a lack of a strategy aimed at processing information, monitoring the development of law and order and other features.

As part of the Active Longevity project, a program of neuropsychological support for the elderly (55-70 years) has been developed and is being implemented, which has been carried out for 2 years at the hospital and health center. A psycho-regulatory complex is being tested, aimed at increasing mental and motor activity, self-regulation processes and includes training: psychological, cognitive, respiratory and motor.

The purpose of the complex: increasing energy supply, volume and dynamics of mental activity. Tasks of the complex: increasing the pace of activity, attention, dynamics and reciprocal coordination of movements, speed and simultaneity in the processing of visual and somatospatial, mnestic and verbal information, strengthening the right-brain activity vector and integrative work of the hemispheres. In the course of the work, participants were offered mnemonic and logical tasks, a discussion of the topic of health, breathing, joint gymnastics, exercises to optimize interhemispheric interaction, and the history and contraindications were studied and taken into account.

A preliminary analysis of the results showed a decrease in age-related neurocognitive and motor limitations, an increase in the energy and mental tone of participants, an improvement in their psychosomatic indicators associated with the regulation of nutrition and sleep. Thus, the results of this neuropsychological program allow us to say that the aging process can proceed more safely, and mental activity can increase with the use of an adequate work strategy.

#### **НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ, РОЖДЕННЫХ ПОСЛЕ ЭКО**

**Котягина С.Н.**

Клинический госпиталь MD Group, г. Москва, Россия, [svetlana\\_psy@mail.ru](mailto:svetlana_psy@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1107.sudak.ns2020-16/274-275>

Количество детей, рожденных посредством ЭКО и других передовых технологий лечения бесплодия, стремительно растет во всем мире. При этом вопрос особенностей психического развития детей данной категории остается недостаточно изученным. Актуальность изучения данного вопроса обусловлена назревшей необходимостью разработки методологии наблюдения и при необходимости медико-психологического сопровождения детей, рожденных после ЭКО.

Нейропсихологический подход для решения поставленной проблемы является наиболее адекватным и информативным, поскольку позволяет изучить психику ребенка на разных уровнях ее организации (A.R. Luria, L.S. Cvetkova, 1989). Нейропсихологическая диагностика позволяет выявить наиболее уязвимые аспекты психического развития детей и своевременно выстроить стратегию их нейропсихологического сопровождения.

Большинство работ как в России, так и за рубежом посвящено изучению состояния здоровья и развития детей после ЭКО, при этом полученные данные противоречивы. Одни специалисты утверждают, что такие дети ничем не отличаются от своих сверстников, зачатых естественным путем, другие, напротив, указывают, что дети, зачатые путем ЭКО, чаще имеют проблемы со здоровьем и в психическом развитии. Также отмечается, что часть этих проблем возможно связана не с самим методом ЭКО, а с трудностями протекания беременности, с «родительскими факторами».

Настоящее исследование проводилось на базе детской поликлиники Перинатального Медицинского Центра г. Москвы в течении 2012-2019гг. Целью исследования было сравнение уровня психического развития детей, зачатых естественно, и детей, зачатых при помощи ЭКО. Предметом исследования стало выявление нейропсихологических особенностей развития старших дошкольников, зачатых посредством ЭКО, по сравнению с детьми того же возраста, зачатых естественным путем. В ходе нейропсихологической диагностики изучались разные виды праксиса, гнозиса, памяти, речи, мышления, внимания, тип ПЛО, особенности эмоционально-личностной сферы и психической деятельности в целом. Анализ результатов показал, что у детей, рожденных после ЭКО, выявлены следующие особенности: замедленное формирование динамической организации и реципрокной координации движений, оптико-конструктивной деятельности, непосредственной слухоречевой памяти, произвольного внимания, неустойчивый темп умственной работоспособности с тенденцией к истощаемости, колебания продуктивности деятельности.

Профиль ПЛО, преимущественно, смешанный. В эмоционально-личностной сфере высокая лабильность, повышенная тревожность, тенденция к страхам, навязчивым состояниям, нестабильность эмоционального контроля. Выявленные особенности нуждаются в дальнейшем изучении, представляется необходимым продолжение нейропсихологических исследований психического развития детей, рожденных после ЭКО.

## NEUROPSYCHOLOGICAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF CHILDREN BORN AFTER IVF

Kotyagina Svetlana

Clinical Hospital MD Group, Moscow, Russia

The number of children born through IVF and other advanced technologies for the treatment of infertility is growing rapidly around the world. At the same time, the question of the peculiarities of the mental development of children in this category remains insufficiently studied. The relevance of studying this issue is due to the urgent need to develop a monitoring methodology and, if necessary, medical and psychological support for children born after IVF.

The neuropsychological approach to solving the problem is the most appropriate and informative, because it allows you to study the psyche of the child at different levels of her organization (A.R. Luria, L.S. Cvetkova, 1989). Neuropsychological diagnosis allows you to identify the most vulnerable aspects of children's mental development and timely build a strategy for their neuropsychological support.

Most of the work in Russia and abroad is devoted to the study of the health status and development of children after IVF, while the data obtained are contradictory. Some experts argue that such children are no different from their peers conceived naturally, while others, on the contrary, indicate that children conceived through IVF are more likely to have health problems and mental development. It is also noted that part of these problems may not be associated with the IVF method itself, but with the difficulties of pregnancy, with "parental factors".

This study was conducted on the basis of the children's clinic of the Perinatal Medical Center in Moscow during 2012-2019. The aim of the study was to compare the level of mental development of children conceived naturally and children conceived using IVF. The subject of the study was the identification of the neuropsychological features of the development of older preschoolers conceived through IVF, compared with children of the same age conceived naturally. In the course of neuropsychological diagnosis, different types of praxis, gnosis, memory, speech, thinking, attention, the type of PLO, especially the emotional and personal sphere and mental activity in general were studied. An analysis of the results showed that in children born after IVF, the following features were revealed: the slow formation of dynamic organization and reciprocal coordination of movements, opto-constructive activity, direct auditory speech memory, voluntary attention, an unstable rate of mental performance with a tendency to exhaustion, fluctuations in the productivity of activity. The PLO profile is predominantly mixed. In the emotional-personal sphere, high lability, increased anxiety, tendency to fear, obsessive state, instability of emotional control. Further neuropsychological studies of the mental development of children born after IVF are needed.

## АНТАГОНИСТ НЕЙРОКИНИН-1 РЕЦЕПТОРА БЛОКИРУЕТ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ И КОГНИТИВНЫЕ АЛТЕРАЦИИ, ВЫЗВАННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГАЛАКТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ НА КРЫС В НАЗЕМНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Кохан В.С.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Научный центр биомедицинских технологий  
Федерального медико-биологического агентства", пос. Светлые горы, Московская область, Россия;

[viktor\\_kohan@hotmail.com](mailto:viktor_kohan@hotmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1108.sudak.ns2020-16/275-276>

Галактические космические лучи (ГКЛ) является одним из основных факторов, ограничивающих полеты человека в дальний космос. При этом, поток тяжелых заряженных частиц высоких кинетических энергий (ТЗЧ) является наиболее опасным компонентом ГКЛ, от которого космонавтов на орбите защищает магнитное поле Земли. Первые эксперименты показали, что облучение в дозах ( $<1$  Зв), сопоставимых с таковыми при реализации межпланетных миссий, в зависимости от атомного числа и линейной передачи энергии частицы, может приводить как к нарушению, так и к стимулированию когнитивных способностей экспериментальных животных. Было высказано предположение, что такое разнообразие эффектов может быть опосредовано нарушениями психоэмоционального баланса, прежде всего анксиогенным эффектом ТЗЧ. Ранее мы предположили, что нейрокинин-1 (NK1) рецептор может быть ключевым проводником таких нарушений. Антагонист NK1 рецептора ролапиптант (5 мг/кг, однократно) и классический анксиолитик диазепам (5 мг/кг, однократно) были выбраны для проверки этой гипотезы на крысах Вистар. Под действием препаратов не было никаких существенных изменений ситуативной тревоги или когнитивных способностей у облученных крыс (0,16 Гр ядра углерода, 450 МэВ, 10,3 кэВ/мкм в комбинации с 0,3 Гр гамма-квантов, 661,7 кэВ). Оба препарата блокировали гиперактивность и ярко выраженную габитуацию в условиях новизны, характерные для облучения ТЗЧ. Не было обнаружено различий в содержании серотонина (5-HT) или 5-гидроксииндолуксусной кислоты в префронтальной коре, миндалевидном теле и гипоталамусе. В то же время, был обнаружен синхронный рост содержания мРНК и продукта трансляции 5-HT<sub>2a</sub> и 5-HT<sub>4</sub> рецепторов в префронтальной коре, а также снижение содержания серотонинового транспортера (на 61%) и повышение уровня триптофангидроксилазы-2 (на 144%) в гипоталамусе облученных животных, подвергнутых фармакотерапии. Однако только ролапиптант влиял на содержание ряда серотониновых рецепторов в миндалевидном теле облученных крыс: 5-HT<sub>2a</sub> (снижение на 54%), 5-HT<sub>2c</sub> (рост на 319%), 5-HT<sub>4</sub> (рост на 37%). Таким образом, ролапиптант может оказаться первым атипичным радиопротектором, обеспечивающим симптоматическое лечение функциональных расстройств ЦНС у космонавтов в ответ на облучение ТЗЧ. Более того, за счёт противорвотных свойств, ролапиптант может быть эффективен и при симптоматическом лечении космической болезни движения.

## NEUROKININ-1 RECEPTOR ANTAGONIST INHIBITS PSYCHO-EMOTIONAL AND COGNITION ALTERATIONS CAUSED BY GALACTIC COSMIC RAYS' EXPOSURE OF RATS IN A GROUND-BASED MODEL

Kokhan Viktor S.

Scientific Center of Biomedical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency, Settlement Svetlye  
Gory, Moscow area, Russia; [viktor\\_kohan@hotmail.com](mailto:viktor_kohan@hotmail.com)

Galactic cosmic rays (GCR) is one of the main factors limiting human deep space missions. At the same time, the heavy charged particles flux is the most dangerous component of the GCR, from which astronauts at the orbit are protected by Earth's magnetic field. The first experiments showed that irradiation in doses ( $<1$  Sv) comparable with those during interplanetary missions, depending on the atomic number and linear energy transfer of particle, can lead to both violation and stimulation of experimental animal's cognitive abilities at the same time. It has been suggested that such a variety of effects can be mediated by disturbances in the psycho-emotional balance, primarily the anxiogenic effect of HZE. We previously suggested that the neurokinin-1 (NK1) receptor may be a key conduit for this difference. The NK1 receptor antagonist rolapitant (5 mg/kg, once) and the classic anxiolytic diazepam (5 mg/kg, once) were selected to test this hypothesis on Wistar rats. Under treatment, there were no significant changes in situational anxiety or cognitive abilities of irradiated rats (0.16 Gy of the carbon nucleus, 450 MeV, 10.3 keV/ $\mu$ m in combination with 0.3 Gy of gamma-rays, 661.7 keV). Both drugs blocked hyperactivity and pronounced habituation in the conditions of novelty, previously observed for HZE irradiated animals. No differences were found in the serotonin (5-HT) and 5-hydroxyindoleacetic acid content neither in prefrontal cortex nor in amygdala and hypothalamus. At the same time, there was a simultaneous increase in the content of mRNA and translation product of 5-HT<sub>2a</sub> and 5-HT<sub>4</sub> receptors in the prefrontal cortex, as well as a decrease in the content of serotonin transporter (on 61%) and an increase in the content of tryptophan hydroxylase-2 (on 144%) in the hypothalamus of irradiated animals subjected to pharmacotherapy. However, only rolapitant influenced the content of several serotonin receptors in the amygdala of irradiated rats: 5-HT<sub>2a</sub> (decrease on 54%), 5-HT<sub>2c</sub> (increase on 319%), 5-HT<sub>4</sub> (increase on 37%). Thus, rolapitant may turn out to be the first atypical radioprotector that provides symptomatic treatment of the astronauts' central nervous system functional disorders in response to HZE irradiation. Moreover, due to the antiemetic properties, rolapitant can be effective in the symptomatic treatment of space motion sickness.

## КОГНИТИВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Кошелева Ю.П.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский государственный лингвистический университет», Москва, Россия; [yu.p.kosheleva@mail.ru](mailto:yu.p.kosheleva@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1109.sudak.ns2020-16/276-277>

При обучении иностранному языку у обучающихся возникает ряд когнитивных проблем, отражающих степень развития у них речевой деятельности, от которой зависит успешность овладения иностранным языком. Традиционно в его освоении и обучении иноязычному общению участвуют два взаимосвязанных процесса – процесс восприятия иноязычной речи и процесс порождения речевой деятельности. Первый процесс направлен на определение порога слышимости, различение дифференцирующих признаков звучащей (знаковой) речи и формирование звукового следа. Когнитивные проблемы восприятия иноязычной речи связаны преимущественно с неразличением звуков, слов, предложений и их соединения в звучащей речи и с отсутствием или слабой фиксацией их образов, остающихся в результате воздействия на органы слуха. Второй затрагивает все уровни языковой компетентности от семантики до прагматики, глубину освоения языка и механизмы его порождения. И именно он представляет для нас наибольший научный интерес.

Часто при обучении иностранному языку основное внимание уделяется номинации обучающимся предметов, явлений и понятий окружающего мира, их перекодированию в слова на иностранный язык и обеспечению мыследеятельности студентов. В то же время слова иностранного языка, если они не становятся содержанием сознания обучающегося, являются не более чем метками, сохранность которых больше зависит от памяти, чем мыслительных способностей индивида. Когнитивный опыт человека, отражающий его познание себя и мира, накопленный в течение всей жизни, составляет единую концептуальную систему, в которой впечатления, образы и представления, имеющие языковую привязку, отражают не только значения, но и смыслы, которыми он наделяет свой опыт, и формирует языковое сознание личности. Именно личности через языковое сознание становится доступным общественно исторический опыт, заложенный в языке, в котором обобщается человеческий опыт, происходит передача знаний, умений от человека к человеку, от поколения к поколению. Через нее отражение действительности преломляется в языке, осмысливается ею и только потом предстает в нем как результат интерпретации индивидом. Без опосредованности интерпретирующей деятельности человека языковые способности не развиваются. В исследованиях показано, что когнитивные проблемы обучающихся связаны с нарушениями, как в содержательной, так и в операциональной сторонах речевого действия в процессе порождения речи.

*Исследование поддержано Российским фондом фундаментальных исследований (проект №19–29–14177/19).*



## STUDENTS' COGNITIVE PROBLEMS IN FOREIGN LANGUAGE LEARNING

Kosheleva Yuliya P.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow State Linguistic University»,  
Moscow, Russia; [yu.p.kosheleva@mail.ru](mailto:yu.p.kosheleva@mail.ru)

While foreign language learning students have had some cognitive problems reflecting the degree of their speech activity development, that determines the success of mastering a foreign language. Traditionally, its acquisition and teaching foreign language communication involves two interrelated process – the process of foreign language speech perception and the process of generating speech activity. The first process is focused on identification sound level, distinguishing differentiating features of sounding speech (as sings) and creating a sound track. The cognitive problems of foreign speech perception are associated mainly with non-distinction sounds, words, sentences, and their connection in spoken speech, and with the absence or weak fixation of their images' effects remaining as a result of exposure to the hearing organs. The second one concerns all levels of language competence from semantics to pragmatics, the depth of language acquisition and its mechanism generations. And it is what has the greatest scientific interest to us.

Teachers of foreign language often pay more attention to the nomination of subjects, phenomena and concepts of surrounding world, their recording into words of a foreign language and ensuring the students' mental activity. At the same time the foreign language's words, if they do not become the concepts of learners' consciousness, are no more than marks, the holding and keeping of which depends more on memory than on the individual thinking abilities. A person's cognitive experience reflecting his cognition and knowledge about himself and the world, accumulated in a lifetime is the whole conceptual system that consists of experiences, images and ideas with language binding reflect not only values, but also meanings which he or she gives own experience, and forms the linguistic consciousness of the personality. It is the individual through the language consciousness that becomes accessible to the social and historical experience embedded in the language which accumulates human heritage, transfers knowledge and skills from person to person, from generation to generation. And through the personality the reality reflection is refracted in language, made sense by him or her, and only than appears in it as a result of individual's interpretation. Without the mediation of human interpretative activity, the language abilities do not develop. It is shown in researches that students' cognitive problems in foreign language learning are related with the troubles in both the concept's and operational sides of speech action in the process of speech generations.

*The study was supported by Russian Foundation for Basic Research (Project №19–29–1417719).*

## РЕГУЛЯТОРНЫЕ ФУНКЦИИ ЭНДОГЕННОГО УБАИНА В СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЕ

Кравцова В.В., Сабурова Е.А., Кривой И.И.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; [iikrivoi@gmail.com](mailto:iikrivoi@gmail.com)

Na,K-АТФаза является жизненно важным транспортным белком, который экспрессируется в плазматической мембране всех клеток животных и отвечает за поддержание градиента концентраций Na<sup>+</sup> и K<sup>+</sup>. Активность Na,K-АТФазы лежит в основе потенциала покоя и возбудимости мембраны. Na,K-АТФаза представляет собой гетеромерный комплекс, состоящий из каталитической и транспортной альфа-субъединицы и гликопротеина – бета-субъединицы. Известны четыре изоформы альфа-субъединицы, экспрессия которых ткане-специфична. В мышечных клетках ко-экспрессируются альфа1- и альфа2-изоформы Na,K-АТФазы. Внеклеточные участки альфа-субъединицы образуют высокоспецифичный сайт связывания для кардиотонических стероидов (убаин, дигоксин, маринобуфагенин) и их циркулирующих эндогенных аналогов. Эндогенный убаин синтезируется в коре надпочечников и гипоталамусе и циркулирует в наномолярном диапазоне концентраций, однако его уровень повышается в ряде физиологических и патофизиологических условий. Хотя уникальная роль циркулирующего убаина в сердечно-сосудистой системе, ЦНС, почках и других органах хорошо документирована, мало известно о его роли в скелетных мышцах, содержащих один из самых больших пулов Na,K-АТФазы.

В нашем исследовании крысам ежедневно внутривенно вводили 0.9% NaCl или убаин (0.1, 1 или 10 мкг/кг) в течение 4 дней. В некоторых экспериментах через два часа после последней инъекции внутривенно вводили липополисахарид (ЛПС, 1 мг/кг), чтобы вызвать острый воспалительный ответ. Введение убаина (1 мкг/кг) удваивало уровень убаина в сыворотке крови по сравнению с контролем (2.6 нМ). Хроническое введение убаина в этой дозе вызывало в изолированной диафрагмальной мышце гиперполяризацию внесинаптической мембраны вследствие специфического увеличения электрогенной транспортной активности альфа2-изофермента Na,K-АТФазы; введение убаина также полностью предотвращало вызванную ЛПС деполяризацию мембраны. Гиперполяризация мембраны, развивающаяся уже через 15 мин, была выявлена и в острых опытах с добавлением убаина (10–20 нМ) в омывающий мышцу раствор. При увеличении концентрации наружного K<sup>+</sup> знак действия убаина менялся и наблюдалась только деполяризация мембраны, что подтверждает вовлечение Na,K-АТФазы в реализацию эффекта. Добавление маринобуфагенина (10–20 нМ) также вызывало гиперполяризацию мембраны, однако эффект развивался намного медленнее по сравнению с убаином. Активирующего действия низких концентраций убаина в отношении альфа1-изофермента Na,K-АТФазы в опытах на эритроцитах человека, очищенной Na,K-АТФазе из почек овцы и мембранных препаратах из электрического органа *Torpedo* не выявлено.

Наши результаты позволяют предположить, что электрогенез скелетных мышц находится под контролем циркулирующего убаина, действующего через альфа2-изофермент Na,K-АТФазы, что может быть важным для адаптации мышц к функциональным перестройкам.

*Работа поддержана грантом РФ № 18-15-00043.*



## REGULATORY FUNCTIONS OF ENDOGENOUS OUABAIN IN SKELETAL MUSCLE

Kravtsova V.V., Saburova E.A., Krivoi I.I.

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia; iikrivoi@gmail.com

Na,K-ATPase is a vital transport protein that ubiquitously expressed in the plasma membrane of all animal cells. The Na,K-ATPase is responsible for maintaining low Na<sup>+</sup> and high K<sup>+</sup> concentrations in the cytoplasm that underlies the membrane potential and excitability. The Na,K-ATPase is a heteromeric complex consisting of catalytic and transport alpha subunit and glycoprotein beta subunit. Four isoforms of the alpha subunit are expressed in a cell- and tissue-specific manner. In muscle cells, the alpha1 and alpha2 isoforms are co-expressed. The extracellular loops of alpha subunit form a unique highly specific binding site for cardiotonic steroids (ouabain, digoxin, marinobufagenin) and their circulating endogenous analogs. Endogenous ouabain is synthesized in the adrenal cortex and hypothalamus and circulates normally at nanomolar range; however, its elevated level has been reported under some physiological and pathophysiological conditions. While the unique role of circulating ouabain in cardiovascular and central nervous systems, kidney and other organs is well documented, little is known on its role in skeletal muscle, containing one of the largest pools of Na,K-ATPase.

In this study, rats were daily intraperitoneally injected with 0.9% NaCl or with ouabain (0.1, 1 or 10 µg/kg) in 4 days. In some experiments, two hours after last injection, lipopolysaccharide (LPS, 1 mg/kg) was intraperitoneally administered to induce an acute inflammatory response. Administration of ouabain (1 µg/kg) doubled the level of ouabain in serum compared with the control (2.6 nM). In the isolated diaphragm muscle, chronic ouabain (1 µg/kg) hyperpolarized extrajunctional membrane due to specific increase in electrogenic transport activity of the α2 Na,K-ATPase isozyme; in addition, ouabain completely prevented LPS-induced depolarization of the membrane. Ouabain (10–20 nM), acutely applied to the bath solution, hyperpolarized the membrane to a similar extent. The effect developed within 15 min and was antagonized by elevation of external K<sup>+</sup> concentration which confirms the involvement of Na,K-ATPase in the realization of the effect. Similarly to ouabain, acutely applied marinobufagenin evoked hyperpolarization at 10–20 nM concentrations; however, the effect developed much more slowly compared to ouabain. The activating effect of low ouabain concentrations in relation to the alpha1 Na,K-ATPase in human red blood cells, purified Na,K-ATPase from lamb kidney and in *Torpedo* membrane preparations was not detected.

Our results suggest that skeletal muscle electrogenesis is subjected to regulation by circulating ouabain via the alpha2 Na,K-ATPase isozyme that could be important for adaptation of this tissue to functional remodeling. Supported by RSF grant № 18-15-00043.

## ИЗМЕНЕНИЯ ВНУТРИКЛЕТОЧНОГО ИОННОГО ГОМЕОСТАЗА И МОРФОЛОГИИ КУЛЬТУРЫ НЕЙРОНОВ МОЗГА КРЫСЫ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОМ ПОВРЕЖДЕНИИ

Красильникова И.А.<sup>1</sup>, Бакаева З.В.<sup>1</sup>, Лисина О.Ю.<sup>2</sup>, Сулейманов Ш.Р.<sup>3</sup>, Пинелис В.Г.<sup>1</sup>, Сурин А.М.<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup> Национальный медицинский исследовательский Центр Здоровья Детей Федеральное государственное автономное учреждение Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ломоносовский проспект 2, Москва, Россия, Irinakrsl81@gmail.com

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии, Балтийская 8, Москва 125315, Россия <sup>3</sup> Сеченовский Университет, Б. Пироговская д.2 стр.4, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1110.sudak.ns2020-16/278-279>

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) является одной из основных причин смертности и инвалидности и имеет значительные социальные и экономические последствия. Первичные нейрональные культуры часто используют для моделирования ЧМТ *in vitro*. В настоящей работе исследованы изменения внутриклеточных концентраций Ca<sup>2+</sup> ([Ca<sup>2+</sup>]<sub>i</sub>), Na<sup>+</sup> ([Na<sup>+</sup>]<sub>i</sub>), ATP в цитозоле ([ATP]) и митохондриального потенциала (ΔΨ<sub>m</sub>), а также изучены морфологические изменения, произошедшие во время и после нанесения механической травмы (царапина) первичной культуре нейронов коры головного мозга крысы. Изменения указанных параметров определяли с помощью флуоресцентной микроскопии, используя специфические зонды. Изменения [ATP] регистрировали в культурах, в которых методом липофектаминной трансфекции экспрессировали флуоресцентный белковый сенсор ATP. Обнаружено, что в первые минуты после нанесения царапины происходит быстрое повышение [Ca<sup>2+</sup>]<sub>i</sub> и [Na<sup>+</sup>]<sub>i</sub>, уменьшение ΔΨ<sub>m</sub> и [ATP]. Изменения связаны преимущественно с активацией рецепторов глутамата NMDA-типа, поскольку ингибитор МК-801 отменял эти изменения в ~70% нейронов. Неселективный ингибитор пуринергических рецепторов P2X-типа (Brilliant Blue G) и селективный ингибитор рецептора P2X7 (A-438079) не оказывали влияния. Источником повышения [Ca<sup>2+</sup>]<sub>i</sub> и [Na<sup>+</sup>]<sub>i</sub> служило внеклеточное пространство, т.к. удаление Ca<sup>2+</sup> из буфера или замена Na<sup>+</sup> на непроницающий органический катион NMG подавляло изменения [Ca<sup>2+</sup>]<sub>i</sub> и [Na<sup>+</sup>]<sub>i</sub>, вызванные нанесением царапины. Непрерывный мониторинг фазово-контрастных изображений культур клеток (14 дней с момента повреждения) и иммуноцитофлуоресцентное окрашивание показали появление в области царапины сначала нейритов, затем нейронов, тогда как астроциты скапливались, в основном, на границе царапины. Динамика регенерации зоны механического повреждения была более быстрой в молодых культурах. Таким образом, механическое повреждение культуры нейронов может быть полезной моделью для изучения молекулярно-клеточных механизмов репарации при черепно-мозговой травме.

Выполнено по плану Гос.задания № АААА-А19-119012590191-3.

## CHANGES IN INTRACELLULAR IONIC HOMEOSTASIS AND MORPHOLOGY OF MECHANICALLY INJURED RAT BRAIN NEURONAL CULTURE

Krasilnikova Irina A.<sup>1</sup>, Bakaeva Zanda V.<sup>1</sup>, Lysina Oksana Yu.<sup>1</sup>, Suleimanov Shakir R.<sup>3</sup>, Pinelis Vsevolod G.<sup>1</sup>, Surin Alexander M.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>National Medical Research Center for Children's Health Federal state autonomous institution of the Russian Federation Ministry of Health, 2 Lomonosovsky Prosp., Moscow, Russia, [irinakrs181@gmail.com](mailto:irinakrs181@gmail.com) <sup>2</sup>Institute of General Pathology and Pathophysiology, 8 Baltiyskaya Str., Moscow, Russia <sup>3</sup>Sechenov Medical University, 2-4 Bolshaya Pirogovskaya Str, Moscow, Russia

Traumatic brain injury (TBI) is one of the leading causes of death and disability worldwide and has pronounced social and economic consequences. Primary neuronal cultures are often used to model TBI *in vitro*. In the present work, changes in intracellular concentrations of  $\text{Ca}^{2+}$  ( $[\text{Ca}^{2+}]_i$ ),  $\text{Na}^+$  ( $[\text{Na}^+]_i$ ), ATP in the cytosol ( $[\text{ATP}]$ ) and mitochondrial potential ( $\Delta\Psi_m$ ) were studied, as well as morphological changes that occurred during and after mechanical injury (scratch) to the primary culture of the rat cortical neurons. Changes in these parameters were determined employing fluorescence microscopy and using specific probes. Changes in  $[\text{ATP}]$  were recorded in cultures in which the cytosolic fluorescent protein ATP-sensor was expressed with help of lipofectamine transfection. It was found that during first few minutes after the scratch, there is a rapid increase in  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  and  $[\text{Na}^+]_i$ , and a decrease in  $\Delta\Psi_m$  and  $[\text{ATP}]$ . The changes were primarily associated with activation of NMDA-type glutamate receptors, since the MK-801 inhibitor reversed these changes in ~70% of neurons. A non-selective P2X-type purinergic receptor inhibitor (Brilliant Blue G) and a selective P2X7 receptor inhibitor (A-438079) had no effect. The source of the increase in  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  and  $[\text{Na}^+]_i$  was the extracellular buffer, since removing  $\text{Ca}^{2+}$  from the buffer or replacing  $\text{Na}^+$  with a non-penetrating organic cation NMG suppressed scratch-induced changes in  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  and  $[\text{Na}^+]_i$ . Continuous monitoring of phase-contrast images of cell cultures (for 14 days from the moment of damage) and immunocytofluorescence staining showed the appearance of neurites in the scratch area first, then neurons, while astrocytes accumulated mainly at the scratch border. The dynamics of regeneration of the mechanical damaged zone was faster in young cultures. Thus, mechanical injury to neuron culture can be a useful model to study the molecular and cellular mechanisms of repair in TBI. *Supported by State task № AAAA-A19-119012590191-3.*

## МЕХАНИЗМЫ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ ИНСУЛИНА ПРИ ГЛУТАМАТНОЙ ЭКСТАТОТОКСИЧНОСТИ В КУЛЬТУРЕ КОРКОВЫХ НЕЙРОНОВ МОЗГА КРЫСЫ

Красильникова И.А.<sup>1</sup>, Помыткин И.А.<sup>2</sup>, Бояркин Д.П.<sup>1</sup>, Сурин А.М.<sup>1,3</sup>, Пинелис В.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный медицинский исследовательский Центр Здоровья Детей Федеральное государственное автономное учреждение Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ломоносовский проспект 2, Москва, Россия, [irinakrs181@gmail.com](mailto:irinakrs181@gmail.com) <sup>2</sup>Сеченовский Университет, Б. Пироговская д.2 стр.4, Москва, Россия <sup>3</sup>Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии, Балтийская 8, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1111.sudak.ns2020-16/279-280>

Инсулиновые рецепторы экспрессируются в различных отделах мозга и задействованы в формировании памяти и когнитивных функций мозга. В литературе имеются данные о защитной роли инсулина при различных патологиях головного мозга (инсульт, черепно-мозговой травме, нейродегенеративных заболеваниях) [C.Hölscher, 2014, V.Lioutas et al, 2016]. Целью работы было изучить влияние инсулина на изменения внутриклеточной концентрации кальция ( $[\text{Ca}^{2+}]_i$ ), митохондриального потенциала ( $\Delta\Psi_m$ ), образование активных форм кислорода (АФК), внутриклеточное содержание АТФ ( $[\text{ATP}]$ ) в первичной культуре клеток коры головного мозга крысы при токсическом действии глутамата (Glu, 100 мкМ). Изменения  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  и  $\Delta\Psi_m$  измеряли в индивидуальных нейронах методом флуоресцентной микроскопии.  $[\text{ATP}]$  определяли с помощью люциферин-люциферазной биoluminesценции. За скоростью потребления кислорода (OCR) следили с помощью Seahorse-технологии. Соотношение фосфорилированных и нефосфорилированных белков внутриклеточного сигналинга, запускаемого инсулином, отслеживали методом мультиплексного анализа. Glu вызывал двухфазное увеличение  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  и синхронное с ним падение  $\Delta\Psi_m$ , характерное для процесса отсроченной кальциевой дисрегуляции (ОКД). Добавление инсулина (100 нМ) за 5 мин до Glu уменьшало долю нейронов, в которых развивалась ОКД, с  $71 \pm 5\%$  до  $27 \pm 5\%$ , отдалало начало развития ОКД с  $3,6 \pm 0,4$  до  $6,1 \pm 0,7$  мин и увеличивало долю клеток, снизивших уровень  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  после прекращения действия Glu. Кроме того, инсулин снижал на ~30% уровень АФК, вызванных 15 мин действием Glu, препятствовал уменьшению  $[\text{ATP}]$ , увеличивал OCR при действии Glu и максимальное дыхание в присутствии протонофора. Glu (100 мкМ, 30 мин) в ~2 раза уменьшал содержание фосфорилированной формы инсулинового рецептора и снижал фосфорилирование белков, характеризующих развитие инсулиновой резистентности: Akt на 72%, mTOR на 44% и киназы гликоген синтазы  $\beta$  (GSK3 $\beta$ ) на 38%. Мы предполагаем, что в условиях глутаматной эксайтотоксичности инсулин снижает гибель культивируемых нейронов, способствуя нормализации изученных показателей.

*Поддержано Госпрограммой Минздрава России № AAAA-A19-119012590191-3.*

## MECHANISMS OF INSULIN NEUROPROTECTION AT GLUTAMATE EXCITOTOXICITY IN RAT BRAIN CORTICAL CULTURES

Krasilnikova Irina A.<sup>1</sup>, Pomutkin Igor A.<sup>2</sup>, Boyarkin Dmitry P.<sup>1</sup>, Surin Alexander M.<sup>1,3</sup>, Pinelis Vsevolod G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Medical Research Center for Children's Health Federal state autonomous institution of the Russian Federation Ministry of Health, 2 Lomonosovsky Prosp., Moscow, Russia, [irinakrs181@gmail.com](mailto:irinakrs181@gmail.com) <sup>2</sup>Sechenov Medical University, 2-4 Bolshaya Pirogovskaya Str, Moscow, Russia <sup>3</sup>Institute of General Pathology and Pathophysiology, 8 Baltiyskaya Str., Moscow, Russia

Insulin receptors are expressed in various parts of the brain and involved in the formation of memory and cognitive functions of the brain. The literature contains data on the protective role of insulin in various brain

pathologies (stroke, traumatic brain injury, neurodegenerative diseases) [C.Hölscher, 2014, V.Lioutas et al, 2016]. The aim of the present study was to elucidate the effect of insulin on changes in intracellular calcium concentration ( $[Ca^{2+}]_i$ ), mitochondrial potential ( $\Delta\Psi_m$ ), formation of reactive oxygen species (ROS), and intracellular ATP content ([ATP]) in primary rat cortical cell culture under the toxic effect of glutamate (Glu, 100 microns). Changes in  $[Ca^{2+}]_i$ ,  $\Delta\Psi_m$  and ROS production were measured in individual neurons by fluorescence microscopy. [ATP] was determined using luciferin-luciferase bioluminescence. The rate of oxygen consumption (OCR) was monitored using Seahorse technology. The ratio of phosphorylated and non-phosphorylated proteins of intracellular signaling triggered by insulin was monitored by multiplex analysis. Glu caused a two-phase increase in  $[Ca^{2+}]_i$  and a synchronous drop in  $\Delta\Psi_m$ , which are characteristics of the development of the delayed calcium dysregulation (DCD). Addition of insulin (100 nM) for 5 minutes before Glu reduced from  $71\pm5\%$  to  $27\pm5\%$  the proportion of neurons that developed DCD, delayed the onset of DCD from  $3.6\pm0.4$  to  $6.1\pm0.7$  minutes, and increased the proportion of cells which were able to reduce the level of  $[Ca^{2+}]_i$  following the Glu wash out. In addition, insulin reduced by  $\sim 30\%$  the level of ROS caused by 15 minutes of Glu administration, prevented a decrease in [ATP], increased OCR during action of Glu and gained a protonophore-induced maximum OCR. Glu (100 microns, 30 min) reduced by  $\sim 2$  times the phosphorylated form of the insulin receptor and diminished the phosphorylation of proteins that characterize the development resistance to of insulin: Akt by  $\sim 72\%$ , mTOR by  $\sim 44\%$  and the glycogen synthase  $\beta$  kinase (GSK3 $\beta$ ) by  $\sim 38\%$ . We assume that insulin reduces the death of cultured neurons induced by glutamate excitotoxicity, contributing to the normalization of the explored parameters.

*Supported by the State Program of the Ministry of Health of Russia № AAAA-A19-119012590191-3.*

### **ХРОНИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ АСТАКСАНТИНА ВЛИЯЕТ НА БИОЭНЕРГЕТИКУ МИТОХОНДРИЙ СЕРДЦА КРЫС С ОСТРОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ**

**Крестинин Р.Р.<sup>1,2</sup>, Бабурина Ю.Л.<sup>1</sup>, Одинокова И.В.<sup>1</sup>, Сотникова Л.Д.<sup>1</sup>, Крестинина О.В.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Теоретической и Экспериментальной Биофизики Российской Академии Наук, ул. Институтская, 3, Пущино, Московской обл., электронная почта: rkrestinin@bk.ru

<sup>2</sup>Пущинский государственный естественно-научный институт, проспект Науки, 3, Пущино, Московской обл.

<https://doi.org/10.29003/m1112.sudak.ns2020-16/280-281>

Митохондрии считаются энергетическими «станциями» клетки. Известно, что они играют главную роль как в нормальной, так и в патологической функции сердца. Изменения в митохондриальной биоэнергетике являются одной из основных причин возникновения и прогрессирования сердечной недостаточности, поскольку они оказывают тормозящее действие на активность дыхательных комплексов во внутренней митохондриальной мембране. Астаксантин (АСТ) – каротиноид, встречающийся в морепродуктах. Он обладает как липофильными, так и гидрофильными свойствами и может предотвращать митохондриальную дисфункцию путем проникновения через клеточную мембрану и локализуясь в митохондриях. АСТ подавляет вызванную окислительным стрессом митохондриальную дисфункцию и развитие заболеваний.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что АСТ способен улучшать функциональное состояние митохондрий сердца крыс (RHM), увеличивать RCI и активность комплексов дыхательной цепи и АТФ-синтазы при острой сердечной недостаточности, вызванной изопроterenолом (ISO). Мы показали, что пероральное введение АСТ повышало уровень субъединиц комплексов дыхательной цепи и АТФ-синтазы как в интактных образцах RHM, так и в образцах после Blue Native Electrophoresis (BNE), что позволяет предположить, что он предотвращает окислительное повреждение за счет повышения эффективности митохондрий. Циклофилин D может регулировать митохондриальное окислительное фосфорилирование. Введение АСТ уменьшало содержание CyP-D и увеличивало уровни ANT, субъединиц комплексов дыхательной цепи и субъединиц АТФ-синтазы при острой сердечной недостаточности, что указывает на улучшение функционального состояния RHM и дыхания, которое может быть причиной увеличения активности дыхательных цепей комплексов и АТФ-синтазы. Мы предположили, что АСТ предотвращает окислительное повреждение, повышая эффективность митохондрий. АСТ проявил защитный эффект в RHM в условиях острой сердечной недостаточности, и поэтому может рассматриваться как эффективный инструмент для улучшения функционирования сердечной мышцы в целом в нормальных и клинических условиях. Мы пришли к выводу, что АСТ может быть потенциальным митохондриально-ориентированным агентом для терапии патологических состояний, связанных с окислительным повреждением и митохондриальной дисфункцией, вызванной острой сердечной недостаточностью. По этой причине пищевые добавки с АСТ могут обеспечить антиоксидантную защиту клеток при сердечно-сосудистых заболеваниях. *Работа поддержана грантом РФФИ №20-04-00131*

### **CHRONIC ADMINISTRATION OF ASTAXANTHIN AFFECTS THE BIOENERGETIC OF THE MITOCHONDRIA OF THE RAT HEART WITH ACUTE HEART FAILURE**

**Krestinin Roman R.<sup>1,2</sup>, Baburina Yulia L.<sup>1</sup>, Odinokova Irina V.<sup>1</sup>, Sotnikova Linda D.<sup>1</sup>, Krestinina Olga V.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Theoretical and Experimental Biophysics RAS, Pushchino, Moscow region, Russia,

<sup>2</sup>Pushchino State Natural Science Institute, Pushchino, Moscow region, Russia

Mitochondria are considered a cell powerhouse. It is known that they play a major role in both the normal and pathological functions of the heart. Changes in mitochondrial bioenergy are one of the main causes of the occurrence and progression of heart failure, since they have an inhibitory effect on the activity of respiratory complexes in the inner mitochondrial membrane. Astaxanthin (AST) is a carotenoid found in seafood. It has both lipophilic and hydrophilic properties and can prevent mitochondrial dysfunction by penetrating the cell membrane and localizing in mitochondria. AST suppresses mitochondrial dysfunction and disease development caused by oxidative stress.

The results of the study suggest that AST is capable of improving the functional state of RHM, increasing the RCI and activity of the respiratory chain complexes and ATP synthase in acute heart failure caused by ISO. We showed that oral administration of AST increased the level the subunits of respiratory chain complexes and ATP synthase in both intact RHM and BNE cut samples, suggesting that it prevents oxidative damage by increasing the mitochondrial efficiency. CyP-D appeared to regulate mitochondrial oxidative phosphorylation. AST administration diminished the CyP-D content and increased the levels of ANT, the subunits of respiratory chain complexes, and ATP synthase subunits in acute heart failure caused by ISO, indicating an improvement of the functional state of RHM and respiration, which can be a cause of an increase in the activity of respiratory chain complexes and ATP synthase. Analyzing the foregoing, we can assume that AST prevents oxidative damage by increasing the mitochondrial efficiency. AST displayed a protective effect in RHM isolated from ISO-injected rats and can therefore be considered as an effective tool for improving the functioning of the heart muscle in general under normal and clinical conditions. We concluded that AST can be a potential mitochondria-targeted agent for the therapy of pathological conditions associated with oxidative damage and mitochondrial dysfunction caused by acute heart failure. For this reason, dietary supplementation with AST has a potential to provide antioxidant protection of cells in cardiovascular diseases.

*This research was funded by RFBR, grant number 20-04-00131*

### **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ НА КРАТКОВРЕМЕННОЕ ОБЩЕЕ ВОЗДУШНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА**

**Кривоногова Е.В., Демин Д.Б., Кривоногова О.В., Поскотинова Л.В.**

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика  
Н.П. Лавёрова Российской академии наук, Архангельск, Россия, e-mail: elena200280@mail.ru

Цель исследования - определение вариантов направленности изменений биоэлектрической активности мозга, вариабельности ритма сердца (BPC), артериального давления, температуры поверхности тела и уровня лактоферрина в слюне в ответ на кратковременное общее воздушное охлаждение организма. **Материалы и методы.** В обследовании приняли участие 18 здоровых мужчин 18-21 года. Оценку спектральной мощности ЭЭГ-ритмов проводили на электроэнцефалографе (Нейрон-Спектр-СМ «Нейрософт», г. Иваново), параметры BPC измеряли с помощью комплекса «Варикард» («Рамена», г Рязань). Уровень лактоферрина в слюне (ng/ml) определяли иммуноферментным методом коммерческим тест-набором «Hycult biotechnology b.v.» (Netherlands). Все показатели измеряли в фоне, при общем охлаждении в течение 10 минут в холодной камере «УШЗ-25Н» (-20°C), через 5 и через 10 минут после охлаждения. **Результаты исследования.** У молодых лиц с помощью кластерного анализа определены два варианта межсистемных физиологических реакций на кратковременное общее охлаждение. Направленность реакции зависела от исходных значений спектральной мощности альфа- и тета - активности ЭЭГ и показателей BPC. При I варианте у мужчин с исходно более низкой симпатической активностью и мощностью ЭЭГ-ритмов при охлаждении происходит усиление альфа-тета активности ЭЭГ в височных, лобных отделах мозга и десинхронизация альфа-ритма ЭЭГ в теменной области, минимальные изменения уровня лактоферрина в слюне, повышение артериального давления с возвратом к исходным значениям на фоне выраженной барорефлекторной реакции и без возврата сниженной температуры тела в восстановительный период после охлаждения. При II варианте у лиц с исходно более высоким симпатическим тонусом, спектральной мощностью альфа-тета ритмов ЭЭГ во время охлаждения происходит снижение температуры поверхности тела с возвратом к исходным значениям после охлаждения, усиление секреции лактоферрина в слюне, повышение систолического артериального давления без возврата к исходным значениям на фоне минимального барорефлекторного ответа в восстановительный период и минимальных изменений биоэлектрической активности головного мозга. Данный вариант прогностически значим в отношении риска развития холодной гипертензии у лиц, работающих в условиях низких температур.

*Работа выполнена по программе ФНИР ФГБУН ФИЦ КИА РАН, № 115050610141.*

### **HUMAN PHYSIOLOGICAL RESPONSES TO SHORT-TERM AIR COOLING**

**Krivosnogova Elena V., Demin Denis V., Krivosnogova Olga V., Poskotinova Liliya V.,**

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, Russian Academy Sciences, Arkhangelsk, Russia,  
elena200280@mail.ru

**The purpose** is to identify variations in the parameters of the electroencephalogram (EEG), heart rate variability (HRV), blood pressure, body temperature and salivary lactoferrin in response to short-term human whole-body exposure to cold air. **Materials and methods.** The study included 18 healthy people aged 18-21 years. The spectral power of the EEG rhythms was recorded on an electroencephalograph (Neuron-Spectrum-SM "Neurosoft", Ivanovo), HRV parameters were measured using the "Varicard" complex ("Ramena", Ryazan). The level of lactoferrin in saliva (ng/ml) was determined by ELISA using One-plate Fully Automated ELISA Analyzer (Elisys Uno; Human, Germany) and a commercial test kit (Hycult biotechnology b.v.; Netherlands). All indicators were recorded in the background, in a cold chamber at -20 °C (10 minutes), 5 and 10 minutes after cooling. **The results of the study.** In young people, using cluster analysis, two variants of the reaction of functional systems to cold were determined. In case I, in men with initially decreased activity of the sympathetic nervous system and the power of EEG rhythms in response to cold, there is an increase in the alpha theta of EEG activity in the temporal and frontal parts of the brain and desynchronization of the alpha rhythm of the EEG in the parietal region, minimal changes in the level of lactoferrin in saliva and increased blood pressure. 10 minutes after the cold, the parameters of HRV, diastolic blood pressure, body temperature were restored in men of case I, but systolic blood pressure was recorded increased compared to background values. In men of case I, 10 minutes after the cold, the parameters of HRV, blood pressure, EEG were restored, but the body temperature was recorded lower. In men of case II with initially increased activity of the sympathetic nervous system, with increased spectral power of alpha-theta EEG



activity in response to cold, there is a decrease in temperature, increased secretion of salivary lactoferrin, increased systolic blood pressure and minimal changes in brain bioelectric activity. This case is significant as a prediction of the risk of developing cold hypertension in people working at low temperatures. *This work was supported by a program of the FCIARctic, № 115050610141.*

### **НЕЙРОСТИМУЛЯЦИЯ КАК МЕТОД КОРРЕКЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ДИЗАРТРИИ ПОСЛЕ ИНСУЛЬТА**

**Крыжановская Е.Б.<sup>1</sup>, Кудрявцева Е.Л.<sup>2</sup>, Миркина О.В.<sup>3</sup>**

ФГБОУ ВО Московский педагогический государственный университет (МПГУ), Москва, Россия. <sup>1</sup>ООО «ПРО Бизнес Системс», руководитель проекта «Выбор пути», [waypick@probiz.pro](mailto:waypick@probiz.pro)  
<sup>2</sup>Логопедический центр «Буду говорить», [kudryavceva\\_mari@mail.ru](mailto:kudryavceva_mari@mail.ru), <sup>3</sup>[slay75@inbox.ru](mailto:slay75@inbox.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1113.sudak.ns2020-16/282>

Дизартрия – одно из наиболее частых речевых нарушений после инсульта. У взрослых пациентов с дизартрией нарушения произносительной стороны речи часто сопровождаются дефицитом внимания, снижением памяти и скорости психических процессов, фрустрационными переживаниями, что в сочетании с двигательными расстройствами существенно ухудшает качество жизни пациента, вызывая психическую и социальную дезадаптацию. С учётом полного симптомокомплекса особый интерес представляет возможность применения метода нейростимуляции в комплексной реабилитации у данной категории пациентов. Классическая коррекционная работа при дизартрии основывается на логопедическом массаже, артикуляционных и дыхательных упражнениях с акцентом на синхронность артикуляции, дыхания и фонации под контролем сохранённых сенсорных систем.

Для повышения качества реабилитационного процесса у данных пациентов нами разработана методика нейростимуляции, основанная на мультифакторном воздействии с вовлечением зрительного анализатора. Благодаря нейропластичности мозга происходит переоценка информации, получаемой от зрительной системы, в результате чего организм адаптируется к сенсорной информации, получаемой от повреждённого звена нервной системы, компенсируя нарушения выработкой новых стратегий. Движения глаз в сочетании с артикуляционными, дыхательными или фонационными упражнениями стимулируют процесс восстановления центральной нервной системы, проявлениями которого и будет совершенствование общей двигательной активности, речи и других ВПФ. Расширяя возможности воздействия на головной мозг мы добиваемся повышения активности правого полушария, улучшения нервной проводимости, что способствует сокращению времени реакции, стимуляции мыслительной активности. Использование данной методики помогает снять напряжение, стабилизировать эмоциональный фон, повысить интерес и мотивационный компонент пациентов на занятии.

Предложенная методика позволяет сокращать восстановительный период и повышать качество жизни пациентов. Однако, необходимо учитывать неврологический статус пациентов, важен дифференцированный подход с учётом степени тяжести состояния, этапа заболевания, степени выраженности нейродинамического компонента психической деятельности, исключив возможность побочных нервно-мышечных реакций.

### **NEUROSTIMULATION AS A METHOD OF CORRECTIVE ACTION FOR DYSPARTHRIA AFTER THE STROKE**

**Kryzhanovskaya Elena Borisovna<sup>1</sup>, Kudryavtseva Elena Leonidovna<sup>2</sup>, Mirkina Olesya Viktorovna<sup>3</sup>**

Department of Speech Therapy Moscow State Pedagogical University (MSPU), Moscow, Russia. <sup>1</sup>PRO Business Systems, LTD, Way pick project manager, [waypick@probiz.pro](mailto:waypick@probiz.pro) <sup>2</sup>Speech therapy center I will speak, [kudryavceva\\_mari@mail.ru](mailto:kudryavceva_mari@mail.ru) <sup>3</sup>[slay75@inbox.ru](mailto:slay75@inbox.ru)

Dysarthria is one of the most common speech disorders after the stroke. Pronunciation speech disorders of adult patients with dysarthria are often accompanied by attention deficit disorder, decreased memory and slow speed of mental processes, frustration, what in combination with motor disorders, significantly worsens the patient's quality of life, causing mental and social maladaptation. Given the complete symptom complex, the possibility of using the neurostimulation method in complex rehabilitation in this category of patients presents a practical interest. Classical corrective work for dysarthria is based on speech therapy massage, articulation and breathing exercises with an emphasis on synchronization of articulation, breathing and phonation under the control of intact sensory systems.

To improve the quality of the rehabilitation process in these patients, we have developed a neurostimulation technique based on multifactor exposure with the involvement of an optical analyzer. Due to brain neuroplasticity, the information received from the ocular system is reevaluated, as a result of which the body adapts to sensory information received from the damaged part of the nervous system, compensating malfunctions by developing new strategies. Eye movements in combination with articulatory, breathing or phonation exercises stimulate the recovery of the central nervous system, which will be expressed in the improvement of general motor activity, speech and other HMF. By expanding the possibilities of influencing the brain, we are seeking to increase the activity of the right hemisphere, improve nerve conduction, which helps to reduce reaction time and stimulate mental activity. Using this technique helps to relieve stress, stabilize the emotional state, increase patient's interest and motivation in the procedure.

The proposed technique allows shortening the recovery period and improving the quality of the patient's life. However, it is necessary to take into account the neurological status of patients and to implement a differentiated approach considering the severity of the condition, stage of the disease, the severity of the neurodynamic component of mental activity, so that to eliminate the possibility of adverse neuromuscular reactions.

## ГЕРПЕСВИРУСНЫЕ ИНФЕКЦИИ И ВАРИАНТЫ ИММУННЫХ НАРУШЕНИЙ ПРИ КОГНИТИВНЫХ РАССТРОЙСТВАХ АЛЬЦГЕЙМЕРОВСКОГО ТИПА

Крынский С.А.<sup>1</sup>, Малашенкова И.К.<sup>1,2</sup>, Хайлов Н.А.<sup>1</sup>, Огурцов Д.П.<sup>1,2</sup>, Чекулаева Е.И.<sup>1</sup>,  
Пономарева Е.В.<sup>3</sup>, Гаврилова С.И.<sup>3</sup>, Дидковский Н.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>НИЦ "Курчатовский Институт", Москва, Россия. <sup>2</sup>ФНКЦ физико-химической медицины, Москва, Россия.  
<sup>3</sup>ФГБНУ "Научный центр психического здоровья", Москва, Россия; [srgkr002@gmail.com](mailto:srgkr002@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1114.sudak.ns2020-16/283>

Болезнь Альцгеймера (БА) – распространенное нейродегенеративное заболевание многофакторной этиологии. Сейчас активно изучается роль нарушений иммунитета и вирусных инфекций в развитии БА, показано участие герпесвируса человека 1 типа в ее патогенезе. Целью нашей работы было изучение взаимосвязи между вирусными инфекциями и расстройствами иммунитета при когнитивных расстройствах альцгеймеровского типа. Обследованы 100 больных с амнестическим мягким когнитивным снижением (аМCI), 45 больных с БА в стадии деменции и 40 человек контрольной группы, сопоставимых по возрасту и полу с основными группами. Изучены частота выявления ДНК герпесвирусов (вирус Эпштейна-Барр (EBV), герпесвирус человека 6 типа, герпесвирус человека 7 типа, цитомегаловирус) в слюне и крови методом количественной ПЦР, уровень основных иммуноглобулинов (IgA, IgM, IgG) и цитокинов (IL-1 $\beta$ , IL-2, IL-4, IL-8, IL-10, IFN $\alpha$ , IFN $\gamma$ , IL-12) методом ИФА, показатели клеточного иммунитета методом проточной цитометрии. Достоверность различий определялась с помощью Т-критерия Стьюдента при уровне значимости  $p < 0,05$ . Выявлено, что частота обнаружения ДНК EBV и число копий вируса в слюне у больных с аМCI и с БА достоверно превышали эти показатели в контрольной группе. При аМCI обнаружена связь активной EBV-инфекции (более 10000 копий/мл в слюне и/или более 500 копий/10<sup>6</sup> клеток в крови) с нарушениями иммунитета, зависевшая от иммунологических вариантов аМCI. Так, у больных аМCI с признаками системного воспаления и уровнем общего IgG > 10 г/л (29 из 100) активная EBV-инфекция ассоциировалась ( $p < 0,05$ ) с уменьшенным содержанием CD3-CD16+CD56+ NK-клеток и повышением числа CD3+CD16+CD56+TNK-клеток, указывая на угнетение врожденных механизмов противовирусного ответа с некоторыми признаками активации приобретенных механизмов. У больных аМCI с системным воспалением и уровнем IgG < 10 г/л (37 из 100) активная EBV-инфекция ассоциировалась ( $p < 0,05$ ) со снижением уровня CD3+CD4+CD8+ Т-цитотоксических клеток при повышенном числе NK-клеток – проявлениями супрессии адаптивных механизмов противовирусного иммунитета. У пациентов с аМCI без выраженного системного воспаления (34 больных из 100) активная EBV-инфекция была связана с повышением уровня фактора некроза опухоли- $\alpha$  (TNF $\alpha$ ) выше контрольных значений ( $p < 0,05$ ). С учетом иммуносупрессорных свойств вируса EBV и его способности активировать транскрипционный фактор NFkB, индуцируя системное воспаление, результаты указывают на возможную связь активной EBV-инфекции с развитием у больных аМCI иммунологических нарушений и нейровоспаления.

## HERPESVIRUS INFECTIONS AND IMMUNOLOGICAL VARIANTS OF ALZHEIMER DISEASE.

Krynskiy Sergey A.<sup>1</sup>, Malashenkova Irina K.<sup>1,2</sup>, Hailov Nikita A.<sup>1</sup>, Ogurtsov Daniil P.<sup>1,2</sup>,  
Chekulaeva Ekaterina I.<sup>1</sup>, Ponomareva Elena V.<sup>3</sup>, Gavrilova Svetlana I.<sup>3</sup>, Didkovsky Nikolay A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NRC "Kurchatov Institute", Moscow, Russia. <sup>2</sup>FSCC of physical-chemical medicine, Moscow, Russia. <sup>3</sup>FSBSI  
"Mental health research center", Moscow, Russia; [srgkr002@gmail.com](mailto:srgkr002@gmail.com)

Alzheimer's disease is a common multifactorial neurodegenerative disease. The role of immunological disorders and viral infections in progression of Alzheimer's disease is being widely studied, and the importance of type 1 human herpesvirus in the pathogenesis of the disease has been shown. The goal of this work was to investigate the relationship between viral infections and immune disorders in patients with cognitive disorders of Alzheimer's type. We examined 100 patients with amnestic mild cognitive impairment (aMCI), 45 patients with Alzheimer's type dementia (AD), and 40 volunteers of the control group. The frequency of detection of herpesvirus DNA (Epstein-Barr virus (EBV), human herpesvirus type 6, human herpesvirus type 7, cytomegalovirus) in saliva and blood was studied by quantitative PCR, the level of basic immunoglobulins (IgA, IgM, IgG) and cytokines (IL-1 $\beta$ , IL-2, IL-4, IL-8, IL-10, IFN $\alpha$ , IFN $\gamma$ , IL-12) was assessed by ELISA, and the parameters of cell immunity were studied by flow cytometry. The significance of differences was determined using Student's T-test at a significance level of  $p < 0.05$ . It was found that the frequency of detection of EBV DNA and the number of EBV copies in saliva was significantly increased in patients with aMCI and AD. With aMCI, an association of active EBV infection (more than 10,000 copies / ml in saliva and/or more than 500 copies/10<sup>6</sup> cells in the blood) was found. In aMCI patients with systemic inflammation and a total IgG level > 10 g/l (29 out of 100), active EBV infection was associated with a reduced content of CD3-CD16+CD56+ NK cells and an increase in CD3+CD16+CD56 + TNK-cells. In patients with aMCI with systemic inflammation and an IgG level < 10 g/L (37 out of 100), active EBV infection was associated with a decrease in the level of CD3+CD4+CD8+ T-cytotoxic cells with an increased number of NK cells. In patients with aMCI without significant systemic inflammation (34 out of 100 patients), active EBV infection was associated with an increase in the level of tumor necrosis factor- $\alpha$  (TNF $\alpha$ ). Considering the immunosuppressive properties of EBV and its ability to activate the transcription factor NFkB, inducing systemic inflammation, the results indicate a possible relationship between active EBV infection and the development of immunological disorders in aMCI patients, which, according to our previously obtained data, are associated with the progression of cognitive disorders.

## ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ «ТРУДНОЙ ПРОБЛЕМЫ» СОЗНАНИЯ

В.И. Крюков (Игумен Феофан)

Данилов монастырь, Москва, [kryukov@msdm.ru](mailto:kryukov@msdm.ru)

Описаны шесть взаимосвязанных проблем сознания, которые не имеют пока удовлетворительного решения. Показано, что четыре из них могут быть решены с помощью теории внимания О.С. Виноградовой, доминанты А.А. Ухтомского и небольшой модификации ранее опубликованной модели «Нейролокатор». Приведено большое количество новых данных, согласных с этой моделью или ее подтверждающих. В частности, даются ответы на ряд вопросов, критических для понимания сознания, например, каков нейронный код сознания или какова связь внимания, сознания и памяти. В рамках новой модели так называемая «трудная проблема» не имеет решения, однако наша модель помогает понять, почему эта проблема трудная, а также какие дополнительные свойства памяти необходимо учесть для объяснения субъективного опыта, и почему учение А.А. Ухтомского о доминанте на лицо другого дает решение так называемой «более трудной проблемы» сознания.

## POTENTIAL SOLUTION OF THE "DIFFICULT PROBLEM" OF CONSCIOUSNESS

Hegumen Theophan (V.I.Kryukov)

Daniel Monastery, Moscow, Russia, [kryukov@msdm.ru](mailto:kryukov@msdm.ru)

We briefly describe six interrelated problems of consciousness that do not yet have a satisfactory solution. It is shown that four of them can be solved using the theory of attention of O.S. Vinogradova, principle of dominant by A.A. Ukhtomsky and a small modification of the previously published model "Neurolocator". A large amount of new data is presented that agrees with this model or confirms it. In particular, answers are given to a number of questions critical for understanding consciousness, such as, what is the neural code of consciousness or what is the relationship of attention, consciousness and memory. Under the new model, the so-called "hard problem" has no solution, however, our model helps to understand why this problem is difficult to solve, also what additional properties of memory should be taken into account to explain subjective experience, and why A.A. Ukhtomsky's dominant on the self and others gives a solution to the so-called "hard problem" of consciousness.

## НЕКОТОРЫЕ КОММЕНТАРИИ К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ НЕЙРОФИЛОСОФИИ

Кузнецов В.Г.,

профессор, зав. кафедрой философии и методологии науки философского факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

<https://doi.org/10.29003/m1115.sudak.ns2020-16/284-286>

Мозгом «мы мыслим, разумеем, видим, слышим и распознаем постыдное и честное, худое и доброе, а также все приятное и неприятное, различая все это о установившемся обычае, а отчасти по той пользе, которую получаем».

«... мозг имеет великую силу в человеке... Глаза, уши, язык, руки и ноги выполняют все то, что одобрит мозг»

«Истолкователь разумения есть мозг»

Гиппократ. О болезни священной

Природа порождаемого мозгом сознательного опыта «заключается в том, что наши психические состояния проистекают из лежащих в их основе нейрональных, межклеточных взаимодействий. Без последних не существует психических состояний. В то же время эти состояния нельзя определить или понять, исходя исключительно из клеточных взаимодействий. Психические состояния, возникающие в результате нейронной активности, сдерживают ту самую деятельность мозга, что их породила».

«Истина заключается в том, что даже самые ярые детерминисты и фаталисты на личном психологическом уровне по-настоящему не верят, что они пешки в шахматной игре мозга».

Майкл Газзанига «Кто за главного? Свобода воли с точки зрения нейробиологии»

Между высказываниями Гиппократа и Майкла Газзаниги пролегла временная дистанция более 2400 лет. Гиппократу принадлежит одна из ранних редуционистских версий решения психофизической проблемы. Газзанига рассматривает эту проблему с точки зрения современной нейробиологии и результаты его исследований удивительно сочетаются с нейрофилософией.

Нейрофилософская программа исследований началась с крайне резкого редуционистского положения, что человеческий мозг формирует человеческое сознание (consciousness). Системно организованная деятельность нейронов мозга является основой рассуждений, принятия решений, всех когнитивных способностей человека. С течением времени это положение ослаблялось.

Детерминистическая методология предполагала, что дуализм тела (физического) и сознания (нефизического) в любой его форме в нейрофилософском проекте полностью исключается. Утверждалось, что декартовская версия дуализма, предполагающая независимое от тела существование сознания и его полностью автономную деятельность, не соответствует данным современной нейробиологии и когнитивной науки. Появился и приобрел не всегда уместную популярность термин «ошибка Декарта». Постепенно в современной нейробиологии закрепились установка, что сознание есть эмерджентное свойство деятельности сложной системы различных модулей мозга, связанных в том числе (и даже прежде всего) тонкими взаимодействиями со всем телом, окружающей средой (мезокосмосом) и конкретным социумом. В нейробиологии появляются исследования общественного сознания (для таких исследований характерен термин «общественный мозг», и даже более категоричный «изначально общественный мозг»), что ранее было прерогативой только философии.

Было установлено, что чистых, независимых от телесности отчетов сознательной деятельности в практике принятия решений, рассуждений, рекомендаций существует ограниченное количество. Твердо вошел в научный оборот термин «воплощенное познание», хорошо отражающий изменение научной ориентации. Появилось достаточно большое количество экспериментальных свидетельств, что большинство решений эмоционально окрашено или обусловлено телесными предпосылками (страх, эмоции, страсть, влечения разного типа и пр.). Такое воплощенное познание и сознание сопровождается и формируется мозгом. В деятельность такого рода обязательно включены бессознательные факторы, основанные на приобретенном практическом опыте.

Начальная версия нейрофилософии, опирающаяся на причинно-следственную зависимость сознания от деятельности мозга была откровенно и явно редукционистской. Поэтому одному из зачинателей этого подхода Патрисии Черчленд показалось важным сослаться на примеры из истории науки, когда редукционизм действительно стал одним из мощных приемов прогрессивного развития научного знания, и мог быть хорошим примером его последующего применения. Кроме того, принцип редукционизма в нейрофилософии стал критерием демаркации естественнонаучного и метафизического обоснования сознания.

Психофизический параллелизм, утверждающий корреляцию между последовательностями психических и телесных явлений без констатации причинно-следственных связей между ними, из нейрофилософского проекта тоже исключается. Причины появления ранних версий психофизического параллелизма связаны с исторически объяснимой неразвитостью биологии, отсутствием технологической базы и в значительной степени социокультурным контекстом. Современные версии связаны с непониманием роли нейронауки в когнитивной психологии. Корреляция, связанная с объяснением причинно-следственных механизмов, является одной из главных проблем. Важно было выяснить не просто параллельное существование психических и телесных явлений, но и ответить на вопрос о том, как происходит их взаимодействие.

Большую роль в ранней версии нейрофилософии играет критика тезиса функционализма в версии компьютерной метафоры, предлагающей считать деятельность мозга аналогом вычислительного устройства, в которое вложено независимое программное обеспечение, такой подход в нейрофилософии считался замаскированной версией современного дуализма. Патриция Смит Черчленд замечает: «На место нефизической ментальной субстанции Декарта, функционализм подставляет 'программное обеспечение'» (Churchland P. S. *Brain-Wise. Studies in Neurophilosophy*. A Bradford Book The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England. 2002, p. 26)

Особое значение в программе нейрофилософии имеет согласование проблем и предметных областей когнитивной психологии и нейронауки, а также методов и технологий нейронауки, которые стали использоваться также и в когнитивной психологии. Эти направления исследований являются взаимосвязанными и взаимодополнительными. В настоящее время возникла когнитивная нейронаука. Как отмечали в 2010 г. Б.Баарс и Н.Гейдж, «в последние несколько десятилетий мы наблюдаем заключение союза между когнитивной наукой и наукой о мозге, который строится на взаимовыгодных исходных преимуществах каждой из них. Когнитивные механизмы и механизм восприятия, излучавшиеся на уровне поведения, в настоящее время могут наблюдаться непосредственно на уровне работы самого мозга благодаря использованию новейших методов визуализации мозговых процессов. Впервые в реальном времени мы можем наблюдать деятельность живого мозга, которая формировалась более сотни миллионов лет». (Баас Б., Гейдж Н. *Мозг. Познание. Разум. Введение в когнитивные нейронауки*. В 2-х т. – М., «БИНОМ Лаборатория знаний. 2014. Т. 1, с. 15) Данное положение свидетельствует о том, что попытки преодоления парадигмы дуализма в современной когнитивной нейронауке и нейрофилософии имеют место, но она сохраняет свой статус в метафизических нередукционистских концепциях.

Одним из самых важных вопросов нейрофилософии является вопрос о том, как понимать сознание. Дать ответ на этот вопрос означает – объяснить с нейробиологических позиций специфику формирования и сопровождения мозгом сознания-доступа, т.е. осознания самого себя и своего мезокосмоса, экологической среды, осознание восприятий, воплощенного познания, памяти, принятия решений, использование языковых ресурсов и пр. Искать ответ на вопрос о сущности сознания следует не до постановки экспериментов и разработки теорий, а в качестве подведения итогов. Предварительное определение будет выглядеть как совокупность отрицательных высказываний: не находиться в коме, в глубоком сне, не быть под наркозом. П.С. Черчленд предлагала повременить с устранением неопределенности термина «сознание», а сначала попытаться объяснить, что означает «сознание» с точки зрения нейронауки: «В некоторых предшествующих экспериментах были свидетельства о соотношении нейронной деятельности с сознательной осведомленностью. Тем не менее, я высказала предостережение относительно того, что такие корреляционные доказательства означают. Об основной причине уже говорилось: установление связи между нейронной деятельностью и перцептивной осведомленностью субъекта коммуникации согласуется с любым из следующих положений: (1) нейронная активность является фоновым состоянием для восприятия, осознания, (2) нейронная активность является частью причины, (3) нейронная активность является частью последствия осознания, (4) нейронная активность параллельна, но не играет непосредственную роль в перцептивной осведомленности, и (5) нейронную активность, можно идентифицировать с осознанием восприятия. В конечном счете, если мы хотим быть в состоянии объяснить природу сознания в нейронных терминах, мы стремимся к выявлению некоторого отношения нейронной активности с осознанием восприятия. То есть, мы хотим, чтобы наши данные были обоснованными для интерпретации». (Churchland P. S. *Brain-Wise. Studies in Neurophilosophy*. 2002, p. 153)

Нейрофилософия не занимается обоснованием нейронауки. Ее нельзя путать с философией нейронауки. Она также не является междисциплинарным (как часто у нас любят говорить) образованием. Ее основной задачей является решение традиционных философских проблем из области практической философии при помощи средств современной когнитивной нейронауки. Нейрофилософия – это моноконцепция, возвращающая проблематику сознательного опыта в современную науку. Время «отсылки» проблематики сознания в философию ушло в прошлое.



## SOME COMMENTS ON THE JUSTIFICATION OF NEUROPHILOSOPHY

Kuznetsov Valery

(Professor, head of the Department of philosophy and methodology of science, faculty of philosophy, Lomonosov Moscow state University)

### АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА ПАЦИЕНТОВ С ОПУХОЛЬЮ МЕДИОБАЗАЛЬНЫХ ОТДЕЛОВ ПРАВОЙ И ЛЕВОЙ ВИСОЧНОЙ ДОЛИ ДО И ПОСЛЕ РАДИОТЕРАПИИ (ДАННЫЕ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКОГО- И ЭЭГ ИССЛЕДОВАНИЯ)

**Кулева А.Ю.<sup>1</sup>, Ярец М.Ю.<sup>1</sup>, Алексеева А.Н.<sup>3</sup>, Галкин М.В.<sup>2</sup>, Болдырева Г.Н.<sup>1</sup>, Шарова Е.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия. [Kylaria@mail.ru](mailto:Kylaria@mail.ru) <sup>2</sup>НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко Минздрава РФ, Москва, Россия. <sup>3</sup>Частная школа Wunderpark (НЧОУ «Альнаир»), Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1116.sudak.ns2020-16/286>

Исследование общих церебральных реакций на радиотерапию (РТ) при опухолевом поражении головного мозга, а также выявление маркеров эффективности этого лечебного воздействия относятся к числу перспективных для медицины и психофизиологии. Цель работы: изучение функциональной активности (ФА) мозга пациентов с опухолью медиобазальных отделов височной доли правого и левого полушарий при положительном эффекте РТ (уменьшении объема опухоли на МРТ). ФА оценивали по данным нейропсихологического (НП) тестирования, визуального анализа паттерна ЭЭГ, а также функциональных связей мозга по показателям когерентности (КогЭЭГ) в диапазонах основных физиологических ритмов. ЭЭГ регистрировали в состоянии покоя и при выполнении теста на зрительное запоминание [Кроткова, 2016] у 10 пациентов с опухолью медиобазальных отделов правой (n=6) и левой (n=4) височной доли до и через 6 месяцев после РТ. Группа контроля – 12 здоровых испытуемых. У всех пациентов с опухолью мозга до РТ выявлены выраженные отклонения от нормы НП и ЭЭГ показателей теста зрительного запоминания, наибольшие при левополушарном поражении. Отличия КогЭЭГ–ответа состояли в ослаблении реактивности левополушарных и межполушарных связей (включая билатеральные изменения КогЭЭГ альфа3 и бета1-ритмов в симметричных лобных регионах в качестве фронто-таламического компонента произвольного внимания [Шарова с соавт., 2009]) при более выраженном реагировании правой гемисферы – хотя и с ослабленными изменениями КогЭЭГ альфа-активности в ее лобно-височных регионах. Через 6 месяцев после РТ наблюдалось приближение к норме пространственной организации КогЭЭГ в тесте зрительного запоминания, более отчетливое у пациентов с опухолью левой гемисферы. Это согласуется с НП результатами обследования: пациенты с правополушарной патологией совершили больше ошибок в тесте зрительного запоминания. Таким образом, положительный эффект РТ сопряжен с тенденцией к «нормализации» результатов НП тестирования и КогЭЭГ ответа при зрительном запоминании, что свидетельствует о перспективности использования данного методического подхода для персонализированной динамической оценки влияния РТ на ФА головного мозга.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 17-15-01426.*

### ANALYSIS OF BRAIN FUNCTIONAL ACTIVITY IN PATIENTS WITH MEDIABASAL TUMOR OF THE RIGHT AND LEFT TEMPORAL LOBE BEFORE AND AFTER RADIOTHERAPY (NEUROPSYCHOLOGICAL AND EEG RESEARCH)

**Kuleva Arina Yu.<sup>1</sup>, Yarets Maria Yu.<sup>1</sup>, Alekseeva Anastasia N.<sup>3</sup>, Galkin Mikhail V.<sup>2</sup>, Boldyreva Galina N.<sup>1</sup>, Sharova Elena V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia, [Kylaria@mail.ru](mailto:Kylaria@mail.ru)

<sup>2</sup>N.N.Burdenko National Medical Research Center for Neurosurgery, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <sup>3</sup>Private school Wunderpark (NCHOU «Alnair»), Moscow, Russia

The study of general cerebral reactions to radiotherapy (RT) in case of brain tumor lesions, as well as the identification of this therapeutic effect effectiveness markers are promising for medicine and psychophysiology. Objective: to study the brain functional activity (FA) of patients with a temporal lobe mediobasal tumors with a positive effect of RT. FA was evaluated according to neuropsychological (NP) testing and functional brain connections according to coherence indicators (CogEEG). EEG was recorded at rest and during visual memorization [Krotkova, 2016] in 10 patients with a tumor of the mediobasal regions of the right (n = 6) and left (n = 4) temporal lobes before and 6 months after RT (control group n=12). In all patients before RT, pronounced deviations from the norm of NP and EEG of the indicators of the visual memory test were revealed, the greatest with left-hemisphere lesion. The differences of the CogEEG response consisted in the weakening of the reactivity of the left hemisphere and interhemispheric connections (including bilateral changes in the CogEEG alpha3 and beta1 rhythms in the symmetrical frontal regions as the front-thalamic component of voluntary attention [Sharova et al., 2009]) with a more pronounced reaction of the right hemisphere. 6 months after RT, there was an approach to the normal spatial organization of CogEEG in visual memory test, more distinct in patients with a left-hemispheric tumor. This is consistent with the results of a NP examination: patients with right-hemispheric pathology made more errors in the visual memory test. Thus, the positive effect of RT is associated with a tendency to "normalize" the results of NP testing and CogEEG response during visual memorization, which indicates the prospects of using this methodological approach for a person-by-person dynamic assessment of the effect of RT on brain FA.

*This work was supported by a grant from the RSF 17-15-01426.*

## ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ТМС НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИФфуЗИОННОЙ МРТ

Куликова С.П.

НИУ Высшая школа экономики, Пермь, Россия, SPKulikova@hse.ru

<https://doi.org/10.29003/m1117.sudak.ns2020-16/287>

Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) является неинвазивным методом, который может успешно применяться как для диагностики, так и для лечения различных неврологических и психиатрических состояний [1]. Одним из ключевых факторов, ограничивающих его клиническое применение, является очень высокая внутри- и внутрисубъектная вариабельность его эффектов. Теоретические исследования [2] предсказывают, что эффекты ТМС в значительной степени зависят от так называемого эффективного электрического поля, или от проекции индуцированного электрического поля на локальное направление стимулированных аксонов. Действительно, изменения в ориентации стимулирующей катушки и, следовательно, в ориентации стимулированных волокон относительно индуцированного поля, могут оказывать существенное влияние на эффекты ТМС [3]. Там образом, различия в организации белого вещества могут вносить существенный вклад в вариативность эффектов ТМС. Поэтому учет индивидуальных особенностей строения белого вещества может помочь оптимизировать подходы ТМС. Целью данной работы было создание инструмента для расчета и визуализации эффектов ТМС для каждой точки стимулированных нервных волокон. Информация о геометрической конфигурации волокон получалась на основе трактографии по данным диффузионно-взвешенной МРТ. Электрическое поле индуцированное в тканях головного мозга рассчитывалось в соответствии с существующими численными моделями, реализованными в программном обеспечении SIMNIBS, а теоретические ТМС-эффекты рассчитывались в соответствии с теоретическими моделями, описанными Silva et al [2]. Визуализация результатов была выполнена с использованием пакета DIPY Python.

### Библиография:

1. Ziemann, U.: Thirty years of transcranial magnetic stimulation: where do we stand? doi: 10.1007/s00221-016-4865-4
2. Silva, S., Basser, P.J., Miranda, P.C.: Elucidating the mechanisms and loci of neuronal excitation by transcranial magnetic stimulation using a finite element model of a cortical sulcus. Clinical Neurophysiology 119(10), 2405–2413. doi: 10.1016/j.clinph.2008.07.248
3. Richter, L., Neumann, G., Oung, S., Schweikard, A., Trillenber, P.: Optimal Coil Orientation for Transcranial Magnetic Stimulation. PLoS ONE 8(4). doi: 10.1371/journal.pone.0060358

*Данное исследование было поддержано грантом Российского Научного Фонда №18-75-00034.*

## OPTIMIZING TMS APPROACHES BASED ON DIFFUSION MRI DATA

Kulikova Sofya P.

National Research University Higher School of Economics, Perm, Russia, [SPKulikova@hse.ru](mailto:SPKulikova@hse.ru)

Transcranial magnetic stimulation (TMS) is a non-invasive technique that could be successfully applied for both diagnostics and treatment of various neurological and psychiatric states [1]. One of the key factors limiting its clinical application is a very high inter- and intra-subject variability of its effects. Previous theoretical studies [2] suggested that TMS-related effects strongly depend on the co-called effective electrical field, i.e. projection of the induced electrical field to the local orientation of the stimulated axons. In agreement with this, it was shown that changes in the orientation of the stimulating coil and thus, in the orientation of the stimulated nervous fibers relative to the induced electric field, may have a significant impact on the observed TMS effects [3]. Therefore, differences in the organization of the white matter may have an important role in the inter-subject variability of the TMS effects. Thus, taking into account individual characteristics of the white matter organization may help to optimize TMS approaches. The goal of this work was to create a tool for calculation and visualization of TMS stimulation effects for each point of the stimulated neuronal fibers. The information about geometrical configurations of the white matter fibers was obtained from their 3D reconstructions based on diffusion-weighted MRI, which is the only non-invasive method available for visualizing of the white matter fibers. The TMS-induced electric field within brain tissues was calculated according to the existing numerical approaches implemented in SIMNIBS software and the theoretical TMS-effects were calculated as suggested by Silva et al [2]. Visualization of the results was performed using DIPY Python package.

### References:

1. Ziemann, U.: Thirty years of transcranial magnetic stimulation: where do we stand? doi: 10.1007/s00221-016-4865-4
2. Silva, S., Basser, P.J., Miranda, P.C.: Elucidating the mechanisms and loci of neuronal excitation by transcranial magnetic stimulation using a finite element model of a cortical sulcus. Clinical Neurophysiology 119(10), 2405–2413. doi: 10.1016/j.clinph.2008.07.248
3. Richter, L., Neumann, G., Oung, S., Schweikard, A., Trillenber, P.: Optimal Coil Orientation for Transcranial Magnetic Stimulation. PLoS ONE 8(4). doi: 10.1371/journal.pone.0060358

*This study was supported by Russian Science Foundation grant №18-75-00034*

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЭГ ПРИ РЕШЕНИИ КОГНИТИВНЫХ ЗАДАЧ В КОНТРОЛЕ И В УСЛОВИЯХ АРОМАКОРРЕКЦИИ

Кундупьян О.Л., Айдаркин Е.К., Кундупьян Ю.Л., Старостин А.Н., Бибов М.Ю.  
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия; [diamanta@mail.ru](mailto:diamanta@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1118.sudak.ns2020-16/288>

Исследование нейрофизиологических механизмов влияния ароматических масел на функциональное состояние (ФС) человека в процессе выполнения когнитивных нагрузок, является одной из актуальных задач коррекции работы человека-оператора. Существуют данные, что эфирные масла способны регулировать психологическое, эмоциональное и ФС человека. Известно, что выполнение когнитивной нагрузки может сопровождаться как увеличением, так и уменьшением уровня когерентности в диапазоне основных ритмов ЭЭГ. Целью нашего исследования было изучить влияние эфирных масел разной направленности на время реакции (ВР) и пространственно-временные характеристики ЭЭГ при выполнении вербальных и невербальных задач.

В исследовании принимало участие 35 человек, средний возраст – 25 лет. В качестве модели деятельности использовали методику поэтапного решения вербальных и невербальных задачи. Каждый обследуемый должен был проанализировать 100 слайдов для каждой задачи в контроле и на фоне ароматических масел, исключая неподходящее по смыслу слово или картинку на слайде. Во время выполнения теста регистрировали ВР, ЭЭГ. Оцифрованная ЭЭГ и ВР экспортировали в программную среду MATLAB, где проводили дальнейшую обработку сигналов.

Анализ времени реакции показал, что в контроле вербальные и невербальные задачи решаются быстрее с участием левой руки, что вероятно связано с моторной преднастройкой. Внесение одорантов разной направленности ускорило время решения всех когнитивных задач. Уровень когерентности (КОГ) ЭЭГ в контроле показал, что решение невербальных задач сопровождалось усилением межполушарных связей между лобными, теменными и затылочными областями коры, и ослаблением связи между височными зонами в диапазоне дельта-, тета-, бета1- и бета2-активности. Выполнение вербальных задач в контроле сопровождалось усилением внутриполушарных связей между лобными, височными и теменными областями коры левого полушария в диапазоне тета-, бета1-, и бета2-активности. Решению когнитивных задач в присутствии одорантов сопутствовало усиление межполушарной КОГ в диапазоне дельта- и тета-активности и внутриполушарной КОГ в правом и в левом полушариях мозга в диапазоне дельта-, тета-, бета1- и бета2-активности.

Таким образом, можно предположить, что решение вербальных и невербальных заданий, контролируется разными механизмами, связанными с функциональной межполушарной асимметрией. Наблюдаемые изменения на фоне розмарина, вероятно, связаны с гуморальным механизмом воздействия одорантов на ФС человека.

## SPATIAL-TEMPORAL CHARACTERISTICS OF EEG DURING COGNITIVE TASK SOLVING UNDER CONTROL AND AROMACORRECTION CONDITIONS

Kundupyan Oxana L., Aydarkin Eugeny K., Kundupyan Yulia L., Starostin Artem N. and Bibov Mikhail Yu.  
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia; [diamanta@mail.ru](mailto:diamanta@mail.ru)

Study of neurophysiological mechanisms of the effect of essential oils on the functional condition of a human at cognitive activity is one of the challenging tasks for the correction of human operator work. It has been shown that essential oils may regulate psychological, emotional and functional condition of a human. It is known that cognitive activity may be followed by either increase or decrease in the level of coherence in the diapason of the main EEG rhythms. The goal of our study was to investigate the effect of essential oils of various directions onto the reaction time (RT) and spatial-temporal characteristics of EEG during verbal and non-verbal task solving.

The study involved 35 individuals of averagely 25 years of age. The method of stepwise solving of verbal and nonverbal tasks was used as a model. Each subject individual was asked to analyze 100 slides for each task under control conditions and after application of essential oils, so as to exclude the one with irrelevant word or image. The RT and EEG were registered during the experiment. Digitalized EEG and RT data were exported into the MATLAB program for further processing.

The RT analysis showed that under the control conditions both verbal and non-verbal tasks were solved faster with the left hand that is probably due to the motor presetting. Introduction of odorants of various direction shortened time of decision in all cognitive tasks. The EEG coherence level under the control conditions showed that solving of non-verbal tasks was followed by intensification of interhemispheric links between frontal, parietal and occipital lobes, as well as by the slackening of the links between the temporal lobes in the delta-, theta-, beta1- and beta2-activities. Solving of verbal tasks under control conditions was followed by activation of intrahemispheric links between frontal, temporal and parietal lobes of the left hemisphere in the theta-, beta1- and beta2-activities. Cognitive task solving in the presence of odorants was associated with increase of the interhemispheric coherence in the delta- and theta-activity diapason, as well as intrahemispheric coherence in the right and left hemispheres in the delta-, theta-, beta1- and beta2-activity diapason.

Therefore, it may be suggested that solving of verbal and non-verbal tasks is controlled by different mechanisms connected with functional interhemispheric asymmetry. Changes observed in the presence of rosemary are apparently due to the humoral mechanism of the effect of odorants onto the functional condition of a human.

### НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОННОМ ОБРАЗОВАНИИ

Куперман И.А.<sup>1</sup>, Качалова Л.М.<sup>1</sup>, Данько С.Г.<sup>2</sup>, Джафарова О.А.<sup>3</sup>, Штарк М.Б.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Международная группа компаний «Электронное образование», Москва, Россия.

[neurotechnology@yandex.ru](mailto:neurotechnology@yandex.ru); <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мозга человека им. Н.П. Бехтерева Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия; <sup>3</sup>Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины, Научно-исследовательский институт молекулярной биологии и биофизики, Новосибирск, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1119.sudak.ns2020-16/289>

В проектировании электронной образовательной среды активно используются достижения современной нейронауки. Результаты исследований когнитивных функций мозга (в том числе технологии фМРТ-ЭЭГ мониторинга) обосновывают нормативы учебной нагрузки: как стандартные, так и индивидуальные, приспособленные к реальным и потенциальным возможностям человека. Вместо выборочной, периодической проверки знаний преподавателем действуют экспертно-мониторинговые системы - в результате своевременно устраняются пробелы в знаниях и обеспечивается максимальная объективность оценки. Обучение персонализировано, учитываются все показатели личности: учебные (успеваемость), психофизиологические (оптимальность функционирования), когнитивные (количественные и качественные показатели памяти и мышления). Исследования процессов восприятия, в том числе с помощью методов ЭЭГ и видеоокулографии, позволяют разработать инновационные обучающие продукты, которые не только содержат информацию, но и управляют вниманием человека. Адаптация учебной среды к конкретному человеку делает обучение эффективным для всех – независимо от способностей и возраста. Во всем мире наблюдается устойчивая тенденция к непрерывному обучению, в том числе в рамках корпоративного обучения. Поэтому вопрос - как учить взрослых, а может быть, и пожилых, становится все более актуальным. Исследования показывают, что возрастные трудности в обучении не фатальны, они обусловлены функциональными механизмами, которые хорошо поддаются коррекции. Особую важность приобретают системы мониторинга функционального состояния человека, занятого учебной деятельностью. Частью учебного процесса становятся специальные тренировки когнитивных функций и пластичности мозга, а также тренинги стресс-менеджмента, необходимые в профессиональном обучении лиц, чья деятельность подвержена действию экстремальных факторов. Возможность тренирующего и стресс-протективного воздействия на мозг дают технологии биоуправления, которые широко применяются в медицине, но пока еще малодоступны специалистам образования. Системы тренингов биоуправления легко встраиваются в информационную среду учебного заведения (школы, вуза) или предприятия (корпоративное обучение).

### NEUROTECHNOLOGIES IN ELECTRONIC EDUCATION

Kuperman Ilya A.<sup>1</sup>, Kachalova Larisa M.<sup>1</sup>, Danko Sergey G.<sup>2</sup>, Jafarova Olga A.<sup>3</sup>, Shtark Mark B.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>International Group of Companies «Electronic Education», Moscow, Russia. [neurotechnology@yandex.ru](mailto:neurotechnology@yandex.ru); <sup>2</sup>N.P. Behtereva Institute of the Human Brain Russian Academy of Sciences, St-Petersburg, Russia; <sup>3</sup>Research Institute of Molecular Biology and Biophysics, Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine, Novosibirsk, Russia

Designing of the E-educational environment is based on the current cutting-edge achievements of the neuroscience. Results of the brain cognitive functions research (including fMRI-EEG monitoring) determine the learning load standards: both regular or tailored to the actual and potential capacity of an individual. Random, occasional knowledge control by the teacher is substituted by the expert monitoring systems ensuring that the knowledge gaps are timely remedied with the maximum objectivity of the assessment. Educational process is personalized, taking into account all personal parameters: educational (academic performance), psychophysiological (optimal functioning), cognitive (quantitative and qualitative indexes of the memory and thinking). Studies of the perception processes, including EEG and video-oculography methods, made it possible to develop innovative training products that not only contain information, but also control an individual's attention. Adapting the educational environment to a specific individual makes learning effective for everyone – regardless of the capabilities or age. Lifelong learning, including corporate training, is a steady trend worldwide. Therefore, the problem how to teach adults and the elderly, is getting more and more topical. Studies show that age-related learning difficulties are not fatal, they are caused by the functional mechanisms which can be properly remedied. Monitoring systems of the functional status of an individual engaged in the learning activities are of particular importance. Special training of the cognitive functions and brain flexibility, as well as the stress management training make part of the professional training for dangerous occupations. Brain training and protection against stress are ensured by the biofeedback technologies widely used in medicine, but yet not so readily available to the education professionals. Biofeedback training systems are easily integrated into the information environment of an educational institution (school, University) or a company (corporate training).



## НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ ГЕМОРРАГИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА.

Курепина И.С.<sup>1</sup>; Зорин Р.А.<sup>1</sup>; Жаднов В.А.<sup>1</sup>; Сорокин О.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава России. г. Рязань, РФ.

<sup>2</sup>Государственное бюджетное учреждение рязанской области «Областная клиническая больница». г. Рязань, РФ.

<https://doi.org/10.29003/m1120.sudak.ns2020-16/290>

Геморрагический инсульт является вторым по распространенности подтипом инсульта, что составляет 10–50% случаев. Количество смертельных случаев колеблется в пределах от 35% через 7 дней до 59% через 1 год [1]. Оставшиеся в живых часто остаются с тяжелой инвалидностью и менее 40% пациентов возвращают функциональную независимость [2].

**Цель исследования:** выявить предикторы неоднородности течения острого периода полушарного геморрагического инсульта и особенности вегетативного обеспечения.

**Материалы и методы.** Обследовано 70 пациентов с внутримозговыми нетравматическими гематомами супратенториальной локализации в остром периоде, из них 37 женщин и 33 мужчины, средний возраст составил 64,5 года.

Пациенты экспертным путём были распределены на 2 подгруппы: с относительно благоприятным течением острого периода (регресс неврологической симптоматики, шкала комы Глазго более 10 баллов) и неблагоприятным течением (нарастание неврологической симптоматики, шкала комы Глазго менее 9 баллов, гибель пациентов). Методом C&RT анализа проанализированы критерии, которые разделили группу на 2 подгруппы. По критерию объёма гематомы 1 узел разделения группы пациентов разделял её на 2 подгруппы: с относительно благоприятным прогнозом (33 человека) и неблагоприятным прогнозом (37 человек). Во втором узле пациенты разделились на две дополнительные группы, по уровню NIHSS на 1 день заболевания: при уровне более 12 - неблагоприятное течение, при уровне менее 12 - относительно благоприятное.

При анализе показателей ВСР в группе 1 выявлен достоверно больший уровень ЧСС, больший уровень VLF.

При моделировании взаимосвязи течения геморрагического инсульта и входных нейрофизиологических показателей при помощи модели логистической регрессии удалось получить следующую модель:  $Y = -0,64 + 0,033 \cdot \text{объём гематомы, мл} - 0,025 \cdot \text{VLF\%}$ .

Оценки параметров статистически достоверны: для свободного члена (хи-квадрат 5,64,  $p = 0,017$ ;) для независимых предикторов объём гематомы и VLF% соответственно.

**Выводы:** Методы многомерной статистики позволяют выделить группы на основе C&RT анализа у пациентов с полушарными нетравматическими внутримозговыми гематомами на основе объёма гематомы и выраженности неврологического дефицита. Неблагоприятная динамика ассоциирована с большим объёмом гематомы и снижением уровня VLF-компонента вариабельности сердечного ритма.

## NEUROPHYSIOLOGICAL CHANGES IN PATIENTS IN THE ACUTE PERIOD OF HEMORRHAGIC STROKE

Kurepina Inna S. 1; Zorin Roman.A. 1; Zhadnov Vladimir.A. 1; Sorokin Oleg.A. 2

1. Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Ryazan State Medical University named after Academician I.P. Pavlova" Ministry of Health of Russia. Ryazan, the Russian Federation;

2. The state budget institution of the Ryazan region "Regional Clinical Hospital". Ryazan, the Russian Federation

Hemorrhagic stroke is the second most common subtype of stroke, which accounts for 10-50% of cases. The number of deaths ranges from 35% after 7 days to 59% after 1 year [1]. Survivors often remain with severe disabilities and less than 40% of patients regain functional independence [2].

**Objective:** to identify predictors of heterogeneity of the course of the acute period of hemispheric hemorrhagic stroke and the features of vegetative support.

**Materials and methods.** Seventy patients with intracerebral non-traumatic hematomas of supratentorial localization in the acute period were examined, of which 37 were women and 33 were men, the average age was 64.5 years.

Patients were expertly divided into 2 subgroups: with a relatively favorable course of the acute period (regression of neurological symptoms, Glasgow coma scale more than 10 points) and an unfavorable course (increase in neurological symptoms, Glasgow coma scale less than 9 points, death of patients). The C&RT method analyzes the criteria that divided the group into 2 subgroups. According to the criterion of hematoma volume, 1 node for dividing the group of patients divided it into 2 subgroups: with a relatively favorable prognosis (33 people) and an unfavorable prognosis (37 people). In the second node, patients were divided into two additional groups, according to the level of NIHSS for 1 day of the disease: at a level of more than 12 - an unfavorable course, at a level of less than 12 - relatively favorable.

When analyzing HRV indicators in group 1, a significantly higher level of heart rate and a higher level of VLF were revealed.

When modeling the relationship between the course of hemorrhagic stroke and input neurophysiological parameters using the logistic regression model, we managed to obtain the following model:  $Y = -0.64 + 0.033 \cdot \text{hematoma volume, ml} - 0.025 \cdot \text{VLF\%}$ .

Estimates of the parameters are statistically significant: for the free term (chi-square 5.64,  $p = 0.017$ ;) for independent predictors, hematoma volume and VLF%, respectively.

**Conclusions:** Methods of multivariate statistics allow us to distinguish groups based on C&RT analysis in patients with hemispheric nontraumatic intracerebral hematomas based on the volume of the hematoma and the severity of neurological deficit. Adverse dynamics are associated with a large volume of hematoma and a decrease in the level of the VLF component of heart rate variability.

## НОВЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЛЯ НАПРАВЛЕННОЙ ДОСТАВКИ К ДОФАМИНЕРГИЧЕСКИМ НЕЙРОНАМ

Лаврова А.В.<sup>1</sup>, Акимов М.Г.<sup>1</sup>, Блохин В.Е.<sup>2</sup>, Грецкая Н.М.<sup>1</sup>, Безуглов В.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук, Москва; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова Российской академии наук, Москва, Россия; [alinalavrova1@gmail.com](mailto:alinalavrova1@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1121.sudak.ns2020-16/291>

Дегенерация дофаминергических нейронов чёрной субстанции при болезни Паркинсона приводит к снижению уровня дофамина в синапсах. Современная терапия болезни Паркинсона включает препараты, повышающие уровень дофамина и, таким образом, устраняющие двигательные симптомы болезни. Однако при многолетнем приёме возникают разнообразные побочные эффекты, обусловленные низкой селективностью таких препаратов. Кроме того, необходимым дополнением симптоматической терапии является использование препаратов-нейропротекторов, позволяющих замедлить дегенерацию дофаминергических нейронов. Сочетать селективность и способность воздействовать одновременно на разные биологические мишени позволяет концепция таргетных многофункциональных соединений. Для направленной доставки к дофаминергическим нейронам синтезирована конструкция, содержащая фрагмент структуры ингибитора GBR12909, который селективно связывается с транспортом дофамина (DAT). Данный адресный фрагмент выполняет также и функцию фармакофора, вызывающего повышение уровня дофамина в синапсах. По дистальной аминогруппе модифицированного GBR12909 вводили полифункциональный линкер, роль которого выполнял L-лизин.  $\alpha$ -Аминогруппу L-лизина модифицировали бифункциональным ПЭГ, несущим малеимидную группу.  $\epsilon$ -Аминогруппа фрагмента L-лизина может использоваться для присоединения низкомолекулярных фармакофоров или флуорофоров для наблюдения за транспортом целевой конструкции. Для оценки способности адресной части полученной конструкции селективно связываться с DAT синтезировали аналог GBR12909, по дистальной аминогруппе которого вводили флуоресцентную BODIPY-C3-кислоту. Данный флуоресцентный аналог GBR12909 накапливался в клетках феохромоцитомы PC12 и дофаминергических нейронах чёрной субстанции мыши по механизму, чувствительному к ингибированию DAT. Специфичность взаимодействия флуоресцентного аналога GBR12909 и DAT была подтверждена в эксперименте с двойным мечением дофаминергических нейронов флуоресцентным аналогом GBR12909 и флуоресцентными антителами к тирозингидроксилазе. Работа проведена при частичной поддержке Программы научных исследований президиума РАН «Биомедицинские технологии: инновационные разработки».

## NOVEL MULTIFUNCTIONAL COMPOUNDS FOR TARGETED DELIVERY TO DOPAMINERGIC NEURONS

Lavrova Alina V.<sup>1</sup>, Akimov Mikhail G.<sup>1</sup>, Blokhin Viktor E.<sup>2</sup>, Gretskeya Natalia M.<sup>1</sup>, Bezuglov Vladimir V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Shemyakin-Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry RAS, Moscow;

<sup>2</sup> Koltsov Institute of Developmental Biology RAS, Moscow, Russia; [alinalavrova1@gmail.com](mailto:alinalavrova1@gmail.com)

Dopaminergic neurons degeneration of the substantia nigra leads to the decrease of the synaptic dopamine level within Parkinson's disease. Currently, therapy for Parkinson's disease involves drugs increasing synaptic dopamine level and, thus, eliminating the motor symptoms of the disease. However, in long-term use various side effects occur, due to the low selectivity of such drugs. In addition, it is necessary to use the neuroprotective drugs as a addition to symptomatic therapy to slow the degeneration of dopaminergic neurons. An alternative approach to the problem is the concept of targeted multifunctional compounds that combines both selectivity and ability to affect different biological targets within the same molecule. A fragment of GBR12909 known as a selective dopamine transporter (DAT) inhibitor was added to the construction to facilitate the targeted delivery to dopaminergic neurons. This address fragment also serves as a pharmacophore, causing an increase of the synaptic dopamine level. To make the aim construction multifunctional L-lysine was attached as a linker to the distal amino group of the modified GBR12909. The  $\alpha$ -amino group of L-lysine was modified with a bifunctional PEG carrying a maleimide group while the  $\epsilon$ -amino group of this linker is necessary to attach some low molecular weight pharmacophores or fluorophores to monitor the transport of the whole construction. In order to evaluate the ability of the address part to bind DAT selectively, a fluorescent analogue of GBR12909 was synthesized, the necessary modification of the distal amino group of GBR12909 analogue being achieved by the addition of a fluorescent acid BODIPY-C3. This fluorescent analogue of GBR12909 was demonstrated to be accumulated in PC12 pheochromocytoma cells and dopaminergic neurons of the mice substantia nigra by means of a mechanism sensitive to inhibition of DAT. The interaction of the fluorescent analog of GBR12909 with DAT was specified and confirmed within the experiment, dopaminergic neurons being labeled with a fluorescent analog of GBR12909 and fluorescent antibodies for tyrosine hydroxylase. This work was partially supported by the Research Program of the Presidium of the Russian Academy of Sciences "Biomedical Technologies: Innovative Developments".

**СОДЕРЖАНИЕ НЕЙРОТОРОФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В КРОВИ ДЕТЕЙ  
С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧЕМ В ХОДЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ЛЕЧЕНИЯ С  
ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА «ЭКЗОКИСТЬ»**

**Ларина Н.В., Корсунская Л.Л., Гордиенко А.И., Химич Н.В., Сивцева А.С., Фалалеев А.П.**

Медицинская академия имени С.И. Георгиевского (структурное подразделение)

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия;  
n.v.larina@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m1122.sudak.ns2020-16/292>

По данным экспертов ВОЗ, во всем мире отмечается выраженная тенденция роста детской инвалидности, в структуре которой значительное место принадлежит детскому церебральному параличу (ДЦП). Российская Федерация в этом плане исключением не является. В ряде регионов, неблагоприятных по распространенности ДЦП, увеличение числа детей с этой патологией за 5 лет превышает 12 %. Все это определяет актуальность и высокую социальную значимость поиска и разработки новых подходов к восстановительному лечению детей с ДЦП. В реабилитации детей с ДЦП в последнее время все чаще применяется терапия с использованием биологически обратной связи в комбинации с механотерапией на базе роботизированных устройств. Целью данного исследования являлось изучение содержания ряда нейротрофических факторов (НТФ) как ключевых маркеров нейропластичности мозга и нейрогенеза у детей с ДЦП в ходе восстановительного лечения с применением инновационной медицинской технологии «Неинвазивный интерфейс Мозг-Компьютер-Экзоскелет Кисти-2» (ЭкзоКисть-2). Обследовано 50 детей с ДЦП (30 человек – основная группа и 20 – контрольная группа) в возрасте 12-18 лет с уровнем двигательной активности по критериям классификации больших моторных функций (GMFCS) не больше III. Пациенты основной группы дополнительно к стандартному курсу санаторно-курортной реабилитации получали лечение с использованием технологии ЭкзоКисть-2. Концентрацию НТФ (BDNF, NGF, NT-3, NT-4/5, GDNF, IGF, FGF-1, FGF-2, CNTF) в крови пациентов определяли методом иммуноферментного анализа с помощью коммерческих тест-систем Cloud-Clone Corp. (CCC, USA). В результате комбинированного лечения у пациентов основной группы зарегистрировано достоверное снижение спастичности в мышцах паретичной кисти; улучшение бытовых навыков, памяти и внимания. Позитивный клинический эффект у детей с ДЦП из основной группы сопровождался выраженным уменьшением концентрации НТФ в крови, что может быть обусловлено их активным потреблением в процессах нейрогенеза и нейропластичности. По-видимому, совокупность всех этих факторов определяет высокую клиническую эффективность применения технологии ЭкзоКисть-2 при восстановительном лечении детей с ДЦП. *Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках ФЦП по теме: «Разработка комплекса экзоскелета кисти с внешним программным управлением и биологической обратной связью для процедуры реабилитации детей с синдромом ДЦП» (RFMEFI60519X0186).*

**MEASURING LEVELS OF NEUROTROPHIC FACTORS IN THE BLOOD OF CHILDREN WITH CEREBRAL  
PALSY IN THE COURSE OF SANATORIUM REHABILITATION ASSISTED  
BY SOFTWARE-HARDWARE UNIT «EXOHAND»**

**Larina Nataliya V., Korsunskaya Larisa L., Gordienko Andrey I., Khimich Nataliya V., Sivtseva Alexandra S.,  
Falaleev Andrey P.**

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Medical Academy named after S.I. Georgievsky  
Simferopol, Republic of Crimea, Russia; n.v.larina@mail.ru

According to WHO experts, there has been a dramatic upward trend in child impairments worldwide, with cerebral palsy (CP) taking a significant share in the overall amount of disability. The Russian Federation is not an exception in this regard. In a number of regions marked by the growing number of infantile cerebral palsy, there has been a sharp rise up to 12 % over the last five years. The above-mentioned facts account for the urgency and top priority of finding and developing new approaches to the rehabilitation treatment of children with cerebral palsy. In recent years, the rehabilitation of children with cerebral palsy has successfully involved biofeedback therapy combined with robotic-assisted mechanotherapy. The given study is intended to examine the amount of certain neurotrophic factors (NTFs) as key markers of brain neuroplasticity and neurogenesis in children with cerebral palsy during their rehabilitation treatment based on application of the innovative medical technology «Non-Invasive motor imagery-based brain-computer interface ExoHand-2» (ExoHand-2). The research comprised 50 adolescents with cerebral palsy aged 12-18 y.o. (30 in the main group and 20 in the control group) with the motor function level III according to The Gross Motor Function Classification System (GMFCS). Patients of the main group received a standard course of sanatorium-based rehabilitation in combination of the use of ExoHand-2. The concentration of NTFs (BDNF, NGF, NT-3, NT-4/5, GDNF, IGF, FGF-1, FGF-2, CNTF) in the blood of these patients was determined by enzyme immunoassay (Cloud-Clone Corp., USA). As a result of such comprehensive treatment, patients in the main group registered a significant decrease in paretic muscle spasticity as well as improvement of everyday life skills, memory and attention. The positive clinical effect in children with cerebral palsy from the main group also showed a marked decrease in the concentration of NTFs in the blood due to their active brain utilization during neurogenesis. Apparently, the combination of all these factors determines the high clinical efficacy of ExoHand-2 in the rehabilitation treatment of children with cerebral palsy. *The research was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation in the framework of the Federal program entitled: "Designing a motor imagery-based brain-computer external device ExoHand with biofeedback for the rehabilitation of children with cerebral palsy syndrome" (RFMEFI60519X0186)*



## РОЛЬ КОМПЛЕКСА ЭКЗОСКЕЛЕТА КИСТИ С ВНЕШНИМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ В РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ С ДЦП

Ларина Н.В.<sup>1</sup>, Корсунская Л.Л.<sup>1</sup>, Власенко С.В.<sup>2</sup>, Пономарёва И.В.<sup>1</sup>, Фалалеев А.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Российская Федерация, <sup>2</sup>ГБУЗ РК "Научно-исследовательский институт детской курортологии, физиотерапии и медицинской реабилитации", Евпатория, Российская Федерация, [n.v.larina@mail.ru](mailto:n.v.larina@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1123.sudak.ns2020-16/293>

Детский церебральный паралич (ДЦП) является одним из ведущих инвалидизирующих заболеваний нервной системы детского возраста, переходящим в другие возрастные периоды жизни человека. Разнообразие клинических проявлений патологии требует участия в процессе реабилитации специалистов различных профилей. Существующие методики реабилитации воздействуют на все звенья патологии и эффективны в комплексе. В последнее десятилетие разработаны многочисленные методики восстановительного лечения двигательных, речевых и психических функций, нарушенных у больных с поражением ЦНС. Благодаря этим методам значительно возросли возможности улучшения деятельности ЦНС у этих больных.

В рамках проведенного исследования была изучена эффективность медицинской технологии «Неинвазивный интерфейс мозг-компьютер-экзоскелет кисти», основанной на принципе БОС, у детей (52 человека) с органическим поражением головного мозга, и одновременным определением уровня нейротрофических факторов до и после лечения, как маркеров дегенеративно-репаративных процессов. В результате были получены оригинальные данные, которые смогут стать основой для разработки специальных оптимизированных протоколов БОС-терапии для детей с органическим поражением головного мозга; предложена к использованию адаптированная медицинская технология «Неинвазивный интерфейс мозг-компьютер-экзоскелет кисти», дополненной ЭЭМГ, с учетом антропометрических и психологических особенностей детей (создание игрового интерфейса с целью улучшение мотивации, создание адаптивных протоколов в зависимости от когнитивного и психоэмоционального статуса).

Разработка новейшей технологии для реабилитации детей-инвалидов открывает широкие перспективы для дальнейших научных изысканий в сфере восстановительного лечения.

*Исследования выполнены с использованием оборудования ЦКП научным оборудованием Медицинской академии им. С.И. Георгиевского КФУ им. В.И. Вернадского и при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Уникальный идентификатор проекта RFMEFI60519X0186).*

## THE ROLE OF HAND EXOSKELETON COMPLEX USING SOFTWARE AND BIOLOGICAL FEEDBACK IN THE REHABILITATION OF CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

Larina Natalya V.<sup>1</sup>, Korsunskaya Larisa L.<sup>1</sup>, Vlasenko Sergei V.<sup>2</sup>, Ponomaryova Irina V.<sup>1</sup>, Falaleev Andrei P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CFU named after V.I. Vernadsky, Simferopol, Russian Federation, <sup>2</sup>Scientific Research Institute of Children's Balneology, Physiotherapy and Medical Rehabilitation, Yevpatoria, Russian Federation, [n.v.larina@mail.ru](mailto:n.v.larina@mail.ru).

Cerebral palsy (CP) is one of the leading disabling diseases of the nervous system of children, passing into other age periods of human life. A variety of clinical manifestations of pathology requires the participation in the rehabilitation process of various specialists. Existing rehabilitation techniques affect all pathology links and are effective in combination. Numerous techniques have been developed for the rehabilitation of motor, speech and mental functions impaired in patients with central nervous system damage in last decade. Due to these methods, the possibilities for improving the central nervous system activity in these patients have significantly increased.

As part of the study, the effectiveness of the medical technology "Non-invasive brain-computer-exoskeleton hand interface" based on the principle of biofeedback was studied in children (52 subjects) with organic brain damage and the simultaneous determining the level of neurotrophic factors before and after treatment as markers degenerative reparative processes. As a result, original data were obtained that could become the basis for the development of special optimized protocols for biofeedback therapy for children with organic brain damage; the adapted medical technology "Non-invasive interface of the brain-computer-exoskeleton of the hand", supplemented by EEMG, taking into account the anthropometric and psychological characteristics of children (creating a game interface to improve motivation, creating adaptive protocols depending on cognitive and psychoemotional status) is proposed for use.

The development of the latest technology for the rehabilitation of children with disabilities opens up possibilities for further scientific research in the field of rehabilitation treatment.

The studies were performed using the equipment of the central laboratory for scientific equipment of the Medical Academy named after S.I. CFU named after V.I. Vernadsky and with financial support from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Unique project identifier RFMEFI60519X0186). "

## ВЛИЯНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО И ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ НА ПОДДЕРЖАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЗЫ ПРИ СТОЯНИИ НА ПОДАТЛИВОЙ ОПОРЕ

Левик Ю.С., Сметанин Б.Н., Кожина Г.В., Попов А.К.

ФГБУН Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1124.sudak.ns2020-16/293-294>

Ранее было показано, что величина видимого объекта (шар), обеспечивающего зрительную обратную связь, существенно влияла на поддержание вертикальной позы при стоянии на твердой опоре. Так, увеличение размера неподвижного шара приводило к уменьшению колебаний тела, а такое же увеличение



размера подвижного шара, наоборот, усиливало колебания. При этом частота колебаний центра тяжести тела (ЦТ) при неподвижном шаре имела тенденцию к росту с увеличением размера шара, а при подвижном к уменьшению. Мы попытались выяснить, изменится ли относительный вклад амплитудных и частотных компонентов колебаний тела в поддержание вертикальной позы на податливой опоре.

Испытуемые стояли в стерео очках перед экраном, на который проецировалось трехмерное изображение шара, окрашенного в темный-серый цвет. Использовали три размера шара, покрывавших поля зрения в 4.5, 18 и 36 градусов. Оценивали амплитудно-частотные характеристики двух элементарных переменных: траектории проекции ЦТ тела на опору и разности между траекториями центра давления (ЦД) и ЦТ (переменная ЦД-ЦТ). В контроле шар был неподвижен, а в тестовых условиях смещения шара были синфазно или противофазно связаны с колебаниями ЦТ. Амплитуда колебаний шара в 2 раза превышала амплитуду колебаний ЦТ. На податливой опоре наблюдалась более значительная (примерно в 1.5 раза при неподвижном объекте и в 2 раза при подвижном) дестабилизация вертикальной позы. Ухудшение качества стояния в условиях податливой опоры происходило не только за счет увеличения амплитуд, но и за счет более значительных, чем при твердой опоре, изменений частотных характеристик переменных ЦТ и ЦД-ЦТ. Так же, как и при стоянии на твердой опоре, увеличение размеров неподвижного шара приводило к уменьшению амплитуды колебаний тела, а увеличение размеров подвижного шара к ее увеличению. На податливой опоре частота колебаний ЦТ при неподвижном зрительном окружении с увеличением размера шара уменьшалась, а не увеличивалась. При подвижном шаре и податливой опоре она практически не изменялась, а при твердой опоре - уменьшалась. С другой стороны, на податливой опоре частота колебаний переменной ЦД-ЦТ при неподвижном окружении отчетливо увеличивалась с увеличением шара, а при подвижном окружении - уменьшалась, а на твердой опоре изменения этой переменной были слабо выражены. Таким образом, на податливой опоре изменялся относительный вклад амплитудных и частотных компонент колебаний в поддержание вертикальной позы.

*Работа была поддержана грантом РФФИ 18-015-00222.*

#### **THE INFLUENCE OF THE CENTRAL AND PERIPHERIC VISION ON POSTURE MAINTENANCE OF NON-RIGID SUPPORT**

**Levik Yuri S., Smetanin Boris N., Kozhina Galina V., Popov Alexey K**

Institute for Information Transmission Problems (Kharkevich Institute) of RAS, Moscow, Russia

It was previously shown that the size of the visible object (sphere), providing visual feedback, significantly influenced the maintenance of the vertical posture while standing on a solid support. Thus, an increase in the size of a stationary sphere led to a decrease in body sway, and the same increase in the size of a moving sphere, on the contrary, increased oscillations. The frequency of oscillations of the center of gravity of the body (CoG) with a stationary sphere tended to increase with increasing size of the sphere, and with a moving one, it decreased. We tried to find out whether the relative contribution of the amplitude and frequency components of body oscillations to maintenance of a vertical posture will change on a supple support.

The subjects stood in stereo glasses in front of the screen, onto which a three-dimensional image of a sphere painted in dark gray was projected. Three spheres covering visual fields of 4.5, 18, and 36 degrees, respectively were used. The amplitude-frequency characteristics of two elementary variables were estimated: the trajectory of the projection of the body CoG on the support and the difference between the trajectories of the center of pressure (CoP) and the CoG (variable CoP-CoG). In the control, the sphere was motionless, under test conditions, the displacements of the sphere were in-phase or out-of-phase with the fluctuations of the CoG. The amplitude of the sphere's oscillations was 2 times higher than the amplitude of oscillations of the CoG. On a supple support, a more significant destabilization of the vertical posture was observed (about 1.5 times with an immovable object and 2 times with a movable). The deterioration of standing on a compliant support occurred not only due to an increase in amplitudes, but also due to more significant (than with a solid support) changes in the frequency characteristics of the variables of central heating and central heating. Just as when standing on a solid support, an increase in the size of the stationary sphere led to a decrease in the amplitude of the oscillations of the body, and an increase in the size of the movable sphere to its increase. On a compliant support with a stationary visual environment, the oscillation frequency of the CoG decreased with increasing size of the sphere, but did not increase. With a movable sphere and a compliant support, it practically did not change, and with a solid support it decreased. On the other hand, on a compliant support, the oscillation frequency of the variable CoP-CoG with a stationary environment clearly increased with the sphere, and with a moving environment it decreased, and on a solid support the changes in this variable were weakly expressed. Thus, on the compliant support, the relative contribution of the amplitude and frequency parameters to maintenance of the vertical posture was changed.

*This study was supported by a RFBR grant 18-015-00222.*

#### **КРАТКОСРОЧНЫЕ И ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ЭФФЕКТЫ ДЛИТЕЛЬНОГО ЭМОЦИОНАЛЬНО-БОЛЕВОГО СТРЕССА У КРЫС ДВУХ ЛИНИЙ, РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО ПОРОГУ ВОЗБУДИМОСТИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

**Левина А.С., Ширяева Н.В., Вайдо А.И.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия; anna.avia@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m1125.sudak.ns2020-16/294-295>

Хронический стресс и последствия его влияния на психоэмоциональное здоровье человека в современном мире являются чрезвычайно важной и актуальной проблемой, поскольку могут приводить как к кратковременному, ситуативному снижению работоспособности, так и к долгосрочным и отсроченным негативным эффектам – тревожным и депрессивным расстройствам. Особый интерес представляет то,

насколько реакция индивида зависит от конститутивных характеристик его нервной системы – в частности, уровня её возбудимости.

В данном исследовании мы использовали модель на животных – взрослых пятимесячных самцах крыс двух линий, селектированных в лаборатории генетики высшей нервной деятельности Института физиологии им. И.П. Павлова РАН по величине порога возбудимости нервной системы (животные из Биоколлекции ФГБУН Института физиологии им. И.П. Павлова РАН (№ГЗ 0134-2016-0002)): НП («низкий порог», высоковозбудимые) и ВП («высокий порог», низковозбудимые) (Вайдо, Ситдилов, 1979). Длительное эмоционально-болевое стрессирование (ДЭБС) проводили по схеме К. Гехта (Hecht, 1972). Спустя 1 сутки и 2 месяца после окончания ДЭБС оценивали поведение крыс в «Открытом поле» и «Тёмно-светлой камере». Статистический анализ проводили с помощью непараметрических критериев Краскела-Уоллиса, Манна-Уитни и точного критерия Фишера с поправками на множественные сравнения по методам Бонферрони и Бенджамини-Хохберга.

Выявлено достоверное различие между крысами линий ВП и НП в норме по количеству вертикальных стоек без опоры в «Открытом поле»: у крыс линии НП стоек данного типа было больше, что говорит о более выраженной исследовательской активности. Через сутки после окончания ДЭБС у крыс линии НП произошло достоверное снижение данного показателя. Спустя два месяца после процедуры хронического стрессирования у крыс обеих линий достоверно снизилась как горизонтальная, так и вертикальная двигательная активность в «Открытом поле», а также значимо увеличилась доля крыс линии ВП, не зашедших в тёмный отсек «Тёмно-светлой камеры». Таким образом, краткосрочный поведенческий эффект хронического стресса при данной схеме тестирования был выявлен только у высоковозбудимых крыс и проявлялся в снижении исследовательской активности, в то время как отставленный эффект наблюдался у крыс обеих линий и носил депрессивно-подобный характер, более ярко выраженный у низковозбудимых крыс. Различные динамика и профили поведения при краткосрочной и отставленной реакции на хронический стресс у крыс двух линий могут говорить об их зависимости от наследуемого уровня возбудимости нервной системы.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-01024.*

#### **SHORT- AND LONG-TERM EFFECTS OF CHRONIC EMOTIONAL PAINFUL STRESS IN TWO RAT STRAINS DIFFERING IN THE NERVOUS system EXCITABILITY THRESHOLD**

**Levina Anna S., Shiryayeva Natalia V., Vaido Alexander I.**

I.P. Pavlov Institute of physiology RAS, Saint-Petersburg, Russia; anna.avia@gmail.com

Chronic stress and its effects on the psycho-emotional health of a person present a problem of a great importance in the modern context as they may lead to a short-term, situational decline in the working capacity and well-being as well as to long-term and delayed consequences like anxiety and depressive disorders. Of a special interest is in what extent the individual's response depends on the constitutive characteristics of the nervous system, particularly its excitability level.

In the present study we used an animal model: adult 5 month old male rats from two strains selected for high and low nervous system excitability threshold (Laboratory of higher nervous activity genetics, I.P. Pavlov Institute of physiology RAS, Saint-Petersburg, Russia), "LT" ("low threshold", high excitability) and "HT" ("high threshold", low excitability). The chronic emotional painful stress procedure (CEPS) was performed in accordance to a scheme by K. Hecht (Hecht, 1972). In the intervals of 24 hours and 2 months after CEPS we assessed the rats behaviour in the "Open field" and "Light-dark box test". The statistical analysis included Kruskal-Wallis, Mann-Whitney and Fisher's exact tests with Bonferroni and Benjamini-Hochberg corrections.

We found a statistically significant difference between the intact rats from two strains in the number of rearings without support in the "Open field": LT rats showed more rearings of that type demonstrating a higher extent of exploratory behaviour. 24 hours after CEPS the same parameter significantly decreased in LT rats. 2 months after CEPS the both rat strains demonstrated a significant decline in horizontal as well as vertical locomotor activity in the "Open field". Also we found a significant increase in the proportion of HT rats that didn't enter the dark compartment of the "Light-dark box".

Thus, in the present testing scheme a short-term behavioural effect of the chronic stress was shown only in high-excitability rats and expressed as a decrease in the exploratory activity. A delayed effect was found in both rat strains in a form of depressive-like behaviour and displayed more evidently by low-excitability rats. The difference in dynamics and behaviour profiles within the short- and long-term response to chronic stress in two rat strains provide evidence on its dependence on the genetically inherited level of the nervous system excitability.

*The reported study was funded by RFBR according to the research project № 18-34-01024.*

#### **ИЗМЕНЕНИЕ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПОСЛЕ ПОСТУРАЛЬНЫХ НАГРУЗОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСХОДНОГО ТИПА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ**

**Лещенко Д.Б. <sup>1</sup>, Бондарева В.С. <sup>1</sup>, Сергеев Т.В. <sup>2</sup>, Ярмош И.В. <sup>1</sup>, Суворов Н.Б. <sup>2</sup>**

**1 – ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»**

**Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия;**

**2 – ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия; [leshchenkodaria@mail.ru](mailto:leshchenkodaria@mail.ru)**

**<https://doi.org/10.29003/m1126.sudak.ns2020-16/295-296>**

Цель исследования: оценить изменение вариабельности сердечного ритма (BCP) после постуральных воздействий (ПВ) у здоровых испытуемых в зависимости от исходного типа вегетативной регуляции (ВР).

Материалы и методы. В исследовании приняло участие 24 человека без органических заболеваний сердечно-сосудистой системы обоего пола, возраста от 18 до 25 лет. Все испытуемые были

предварительно распределены на 3 группы по типу ВР с помощью индекса Кердо. Проводилась электрокардиография с оценкой ВСР до и после ПВ с перемещением испытуемого на 10 градусов в орто- или антиортостатическом направлении. Используемое оборудование: компьютерный кардиограф «Диамант», регистратор «КАРДИОТЕХНИКА-САКР-И», тонометр, вертикализатор. Статистическая обработка материалов выполнена с использованием программы Microsoft Excel, пакета прикладных программ «StatSoft Statistica v.10.0». Для оценки значимости зависимых выборок исследования использовали непараметрический критерий Вилкоксона. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Результаты исследования: Уравновешенный тип ВР выявлен у 16 испытуемых (1 группа), ВР с преобладанием парасимпатической регуляции – у 2 (2 группа), ВР с преобладанием симпатической регуляции – у 6 (3 группа). Отмечалась положительная динамика параметров сердечно-сосудистой системы у испытуемых 1 группы: уменьшались частота сердечных сокращений (ЧСС) (медиана ЧСС после ПВ  $75 \pm 5,80$  уд. в мин,  $p < 0,05$ ), систолическое артериальное давление (САД) (после ПВ  $111 \pm 7,27$  мм. ст. ст.,  $p < 0,05$ ), диастолическое артериальное давление (ДАД) (после ПВ  $68 \pm 5,67$  мм. ст. ст.,  $p < 0,05$ ). Наблюдалось повышение ВСР в 1 группе: медиана SDNN после ПВ  $64 \pm 24,09$  мс ( $p < 0,05$ ); в 3 группе: медиана SDNN после ПВ  $45 \pm 21,88$  мс ( $p < 0,05$ ).

Выводы. После ПВ наблюдалось повышение ВСР и нормализация ЧСС, САД, ДАД у испытуемых с уравновешенным типом ВР. Необходимо продолжить изучение изменения ВСР после ПВ в зависимости от типа ВР.

#### HEART RATE VARIABILITY AFTER POSTURAL EFFECTS DEPENDING ON THE INITIAL TYPE OF VEGETATIVE REGULATION

**Leshchenko Daria B. <sup>1</sup>, Bondareva Valeria S. <sup>1</sup>, Sergeev Timofey V. <sup>2</sup>, Yarmosh Irina V. <sup>1</sup>, Suvorov Nikolai B. <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – State Medical University named after Mechnikov I.I., St. Petersburg, Russia; <sup>2</sup> – FSBSI "Institute of Experimental Medicine" St. Petersburg, Russia; [leshchenkodaria@mail.ru](mailto:leshchenkodaria@mail.ru)

The purpose of this study: to evaluate the changing of the postural effects (PE) to the parameters of heart rate variability (HRV) after healthy test persons depending on the initial type of vegetative regulation (VR).

Materials and methods: the 24 persons of both sexes ages of 18-25, without the static disorders of cardio-vascular system were examined. All were divided into 3 groups on the type of VR with the help of Kerdo Index before. The recordings of ECG were carried out: before and after PE with the deviation from horizontal level at 10 degrees in the ortho- or antiorthostatic direction. Employed equipment: the computer cardiograph «Diamant», the recording system «CARDIOTECHNIQUE-SACKR-I», the tonometer, the verticalizer. Statistical processing of materials was performed with the Microsoft Excel program, the StatSoft Statistica v.10.0 application package. There was used the nonparametric Wilcoxon test to assess the significance of dependent study samples. Differences were considered statistically significant at  $p < 0.05$ .

Results: the balanced type of VR was detected in 16 tested persons (group 1), VR with a predominance of parasympathetic regulation in 2 (group 2), VR with a predominance of sympathetic regulation in 6 (group 3). There was the positive dynamic of cardio-vascular system parameters in the tested persons from group 1: heart rate (HR) was decreased (median of the HR after PE  $75 \pm 5.80$  beats per min,  $p < 0.05$ ), systolic blood pressure (SBP) (after PE  $111 \pm 7.27$  mm Hg,  $p < 0.05$ ), diastolic blood pressure (DBP) (after PE  $68 \pm 5.67$  mm Hg,  $p < 0.05$ ). An increase of HRV parameters was observed in group 1: median of SDNN after PE  $64 \pm 24.09$  ms ( $p < 0.05$ ); in group 3: median of SDNN after PE  $45 \pm 21.88$  ms ( $p < 0.05$ ).

Findings: there was an increase in the HRV and normalization of HR, SBP and DBP in examined persons with the balanced type of VR after PE. It is necessary to continue the study of changes in HRV after PE depending on the type of VR.

#### ВЛИЯНИЕ МУЗЫКИ НА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ЗАПАХОВУЮ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ДЕВУШЕК

**Литвинова Н.А., Булатова О.В.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», Кемерово, Россия, [nadyakemsu@mail.ru](mailto:nadyakemsu@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1127.sudak.ns2020-16/296-297>

Известно, что музыка, благодаря ритму и звуку, способна оказывать неоднозначное влияние на все живые организмы, в том числе и на человека (С. Ю. Ким, 2010; Е. И. Леер, С. В. Зверева, 2013; Н. J. Trappe, 2012). В начале XXI века сформировалась и прогрессивно развивается такое музыкальное направление, как электронная музыка, основным «потребителем» которой является молодое поколение. Основной целью данного исследования явилось изучение влияния музыки на психофизиологическое состояние студентов, имеющих низкие и средние значения уровня функциональной подвижности нервных процессов, испытывающих наибольший стресс во время сдачи экзамена.

В исследовании принимали участие 30 девушек, находившихся в 2 фазах овариально-менструального цикла (ОМЦ): рецептивной и нерецептивной. Так как физиологическое состояние оказывает влияние на поведенческие реакции девушек.

Активация слуховой сенсорной системы производилась с помощью музыкальных композиций в стиле рок. Подборка композиций основывалась на рейтинге популярности официального музыкального сайта «Интернет музыка». Музыкальные композиции воспроизводили в течение 45 минут при громкости 70 дБ.

В зависимости от фазы ОМЦ девушки по-разному реагируют на музыку. У девушек в рецептивной фазе ОМЦ снижаются показатели сердечно-сосудистой системы, увеличивается уровень кортизола в слюне. Отмечается склонность к зависимому поведению, девушки уходят в себя, сосредотачиваются на своих проблемах. У девушек в нерецептивной фазе ОМЦ после прослушивания музыки снижается



систолическое давление, увеличивается диастолическое давление и пульс, увеличивается уровень кортизола, повышается работоспособность, самочувствие и настроение.

При ольфакторном тестировании, запаховая привлекательность девушек до и после прослушивания музыки неоднозначна. Дисперсионный анализ показал, что в состоянии покоя привлекательность запаха девушек, находящихся в рецептивной фазе ОМЦ оценивается значительно выше, чем запах девушек в нерецептивной фазе ( $F_{1,375}=15,36$ ;  $p=0,00011$ ). При этом у девушек в рецептивной фазе ОМЦ с увеличением силы запаха, запаховая привлекательность увеличивается, у девушек в нерецептивной фазе – уменьшается. После прослушивания рок-музыки привлекательность запаховых образцов у девушек в рецептивной и нерецептивной фазах ОМЦ не имеет достоверных отличий ( $F_{1,297}=2,44$ ;  $p=0,12$ ).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют об арт-терапевтическом воздействии рок-музыки на студенток с низким и средним уровнем функциональной подвижности нервных процессов, способствуя формированию позитивных поведенческих реакций на психоэмоциональный стресс, но при этом необходимо учитывать фазу ОМЦ девушек.

#### **INFLUENCE OF MUSIC ON THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE AND ODOR ATTRACTIVENESS OF GIRLS**

**Litvinova Nadezhda A., Bulatova Olga V.**  
Kemerovo, Kemerovo State University, Russia

It is known that music, due to rhythm and sound, can have an ambiguous effect on all living organisms, including humans (S. Yu. Kim, 2010; E.I. Leer, S.V. Zvereva, 2013; H.J. Trappe, 2012). At the beginning of the XXI century, such a musical direction as electronic music was formed and is progressively developing, the main "consumer" of which is the young generation. The main goal of this study was to study the influence of music on the psychophysiological state of students who have low and medium values of the level of functional mobility of nervous processes, experiencing the greatest stress during the exam.

In our research took part 30 girls in 2 phases of the ovarian-menstrual cycle (OMC): receptive and non-receptive, because physiological condition influences the behavioral reactions of girls.

Activation of the auditory sensory system was performed using rock music. The selection of compositions was based on the popularity rating of the official "Internet Music" music site. Musical compositions were played for 45 minutes at a volume of 70 dB.

The girls respond differently to music depending on the phase of the OMC. In girls in the receptive phase of OMC, indicators of the cardiovascular system decreases, the level of cortisol in saliva increases. A tendency to addictive behavior is noted, the girls go into themselves, focus on their problems. After listening to music, in girls in the non-receptive phase of OMC, systolic pressure decreases, diastolic pressure and pulse increase, cortisol levels increase, and performance, well-being, and mood increase.

In olfactory testing, the odor appeal of girls before and after listening to music is ambiguous. Analysis of variance showed that at rest, the attractiveness of the smell of girls in the receptive phase of the OMC is estimated to be significantly higher than the smell of girls in the non-receptive phase ( $F_{1,375} = 15.36$ ;  $p=0.00011$ ). At the same time, in girls in the receptive phase of OMC with an increase in odor strength, odor attractiveness increases, in girls in the non-receptive phase it decreases. After listening to rock music, the attractiveness of odor samples in girls in the receptive and non-receptive phases of the OMC has no significant differences ( $F_{1,297} = 2.44$ ;  $p = 0.12$ ).

Thus, the obtained results testify to the art-therapeutic effect of rock music on students with low and medium levels of functional mobility of nervous processes, contributing to the formation of positive behavioral reactions to psychoemotional stress, but it is necessary to take into account the phase of the OMC of girls.

#### **НЕЙРОМЫШЕЧНЫЙ ИНТЕРФЕЙС НА ОСНОВЕ СПАЙКОВОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

**Лобов С.А., Чернышов А.В., Крылова Н.П., Шамшин М.О., Казанцев В.Б.**  
ННГУ им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия, lobov@neuro.nnov.ru

<https://doi.org/10.29003/m1128.sudak.ns2020-16/297-298>

Одной из современных тенденций в разработке человек-машинных интерфейсов является использование так называемых спайковых или импульсных нейронных сетей (СНН) при обработке сигналов. СНН могут обучаться с помощью простых и эффективных биологически релевантных алгоритмов. Показано, что сенсорные нейроны во входном слое СНН могут одновременно кодировать входной сигнал как с помощью частотного, так и временного кодирования. Соответственно, СНН должна реализовать обучение, работающее должным образом для обоих типов кодирования. Основываясь на этом, в работе исследуется сначала возможность распознавания частотных и временных паттернов одним нейроном, а затем строится универсальная СНН, обучаемая с контексте смешанного кодирования. Для этого, в частности, изучается возможность Хеббовского и конкурентного обучения.

Показано, что использование Хеббовского обучения в виде парного и триплетного STDP-правила является достаточным для временного, но не для частотного кодирования. Для обеспечения нейрональной селективности при частотном кодировании необходима синаптическая конкуренция, вызывающая депрессию редко используемых синапсов. Этот вид конкуренции может быть реализован с помощью так называемой функции забывания, зависящей от активности нейронов. В работе показано, что для частотного кодирования достаточно совместного использования триплетного правила STDP и синаптической конкуренции с функцией забывания. На основе данного исследования разработана СНН, способная классифицировать электромиографические (ЭМГ) паттерны в результате обучения без учителя. Конкуренция нейронов, достигаемая посредством латерального торможения, обеспечивает принцип «победитель получает все» среди нейронов-классификаторов. Также показано, что СНН обеспечивает градуальную ответную реакцию в зависимости от силы мышечного сокращения. Кроме того, предложена процедура обучения СНН с учителем, основанная на стимуляции целевого классифицирующего нейрона



при подачи на вход в сети ЭМГ-паттерна определенного типа. В задаче классификации трех ЭМГ-паттернов, СНН при обучении с учителем демонстрирует медианную точность 99,5%, что близко к результату, показанному многослойным персептроном, обученным методом обратного распространения ошибки.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (РФФИ) в рамках проектов 19-29-01044 мк и 20-01-00368 А.*

**NEUROMUSCULAR INTERFACE BASED ON SPIKING NEURAL NETWORK**  
**Lobov Sergey A., Chernyshov Andrey V., Krylova Nadia, Shamshin Maxim O., Kazantsev Victor B.**  
Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Russia

One of the modern trends in the design of human-machine interfaces (HMI) is to involve the so called spiking neuron networks (SNNs) in signal processing. The SNNs can be trained by simple and efficient biologically inspired algorithms. In particular, we have shown that sensory neurons in the input layer of SNNs can simultaneously encode the input signal based both on the spiking frequency rate and on varying the latency in generating spikes. In the case of such mixed temporal-rate coding, the SNN should implement learning working properly for both types of coding. Based on this, we investigate how a single neuron can be trained with pure rate and temporal patterns, and then build a universal SNN that is trained using mixed coding. In particular, we study Hebbian and competitive learning in SNN in the context of temporal and rate coding problems. We show that the use of Hebbian learning through pair-based and triplet-based spike timing-dependent plasticity (STDP) rule is accomplishable for temporal coding, but not for rate coding. Synaptic competition inducing depression of poorly used synapses is required to ensure a neural selectivity in the rate coding. This kind of competition can be implemented by the so-called forgetting function that is dependent on neuron activity. We show that coherent use of the triplet-based STDP and synaptic competition with the forgetting function is sufficient for the rate coding. Next, we propose a SNN capable of classifying electromyographical (EMG) patterns using an unsupervised learning procedure. The neuron competition achieved via lateral inhibition ensures the "winner takes all" principle among classifier neurons. The SNN also provides gradual output response dependent on muscular contraction strength. Furthermore, we modify the SNN to implement a supervised learning method based on stimulation of the target classifier neuron synchronously with the network input. In a problem of discrimination of three EMG patterns, the SNN with supervised learning shows median accuracy 99.5% that is close to the result demonstrated by multi-layer perceptron learned by back propagation of an error algorithm.

*This research was funded by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) according to the Research Projects 19-29-01044 and 20-01-00368.*

**ВЛИЯНИЕ КАРБЕНОКСОЛОНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МИТОХОНДРИЙ ПЕЧЕНИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ АЛКОГОЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ**

**Ломовский А. И., Крестинина О.В., Одиноква И.В., Сотникова Л.Д., Бабурин Ю.Л.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Теоретической и Экспериментальной Биофизики Российской Академии Наук, ул. Институтская, 3, Пушкино, Московской обл.,  
электронная почта: [byul@rambler.ru](mailto:byul@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1129.sudak.ns2020-16/298-299>

Хроническое потребление алкоголя приводит к множественным поражениям печени, включая стеатоз и цирроз. Механизм действия хронического потребления этанола на функции печени остается неясным и является, поэтому, предметом интенсивных исследований и дебатов. Основным метаболизм этанола в организме происходит в печени. Это связано с тем, что данный орган первый стоит на пути токсиканта и отвечает за метаболизм этанола, при этом образование высокореакционного промежуточного продукта ацетальдегида инициирует свободно-радикальные процессы, приводящие к повреждению клеточных мембран гепатоцитов. Механизм повышения чувствительности гепатоцитов к внешнему стрессу, неизвестен, но полагают, что он включает нарушение митохондриальных функций и антистрессовых защитных путей, а также активацию про-апоптотических сигнальных путей. В то же время, полученные данные свидетельствуют о том, что дисфункция митохондрий, сопряженный с ней окислительный стресс, а также нарушение антистрессовых защитных механизмов и активация проапоптотических сигнальных путей лежат в основе патологических изменений в органах и тканях при хроническом алкоголизме.

В данной работе исследовали действие карбенексолона, неселективного ингибитора 11 $\beta$ -HSD, (carbenoxolone, Cbx, -эфир 18-альфа-глицерретиновой кислоты), на функциональное состояние митохондрий печени крыс, выделенных из контрольных животных и животных с хронической алкогольной интоксикацией.

В результате исследования было обнаружено, что карбенексолон значительно усиливал свое действие в митохондриях печени крыс с хронической алкогольной интоксикацией. Данный эффект выражался в снижении лаг-фазы, ускорении выхода Ca<sup>2+</sup> из митохондрий, ускорении Ca<sup>2+</sup>-индуцированного набухания митохондрий, а также в усилении скорости митохондриального дыхания. На основе полученных результатов, было сделано заключение о вовлечении карбенексолона в механизмы возникновения хронической алкогольной интоксикации. Таким образом мы предполагаем, что карбенексолон, а также препараты на его основе могут быть использованы при разработке новых методов лечения последствий алкогольной зависимости.

*Работа поддержана грантом РФФИ №20-015-00072*

## THE EFFECT OF CARBENOXOLONE ON THE FUNCTIONAL STATE OF LIVER MITOCHONDRIA IN CHRONIC ALCOHOL INTOXICATION

Lomovski Alexey I., Krestinina Olga V., Odinkova Irina V., Sotnikova Linda D., Baburina Yulia L.  
Institute of Theoretical and Experimental Biophysics RAS, Pushchino, Moscow region, Russia

Chronic alcohol consumption leads to multiple liver damage, including steatosis and cirrhosis. The mechanism of action of chronic ethanol consumption on liver function remains unclear and is therefore the subject of intense research and debate. The main metabolism of ethanol in the body occurs in the liver. This is due to the fact that this organ is the first to stand in the way of the toxicant and is responsible for the metabolism of ethanol, while the formation of a highly reactive intermediate product of acetaldehyde initiates free-radical processes leading to damage to the hepatocyte cell membranes. The mechanism for increasing the sensitivity of hepatocytes to external stress is unknown, but it is believed that it includes impaired mitochondrial functions and anti-stress defense pathways, as well as activation of pro-apoptotic signaling pathways. At the same time, the obtained data indicate that mitochondrial dysfunction, associated oxidative stress, as well as impaired anti-stress defense mechanisms and activation of proapoptotic signaling pathways underlie pathological changes in organs and tissues in chronic alcoholism. In this work, we studied the effect of carbenoxolone, a non-selective 11 $\beta$ -HSD inhibitor (carbenoxolone, Cbx, 18- $\alpha$ -glycerol acid ester), on the functional state of rat liver mitochondria isolated from control animals and animals with chronic alcohol intoxication.

As a result of the study, it was found that carbenoxolone significantly increased its effect in the mitochondria of rat liver with chronic alcohol intoxication. This effect was expressed in a decrease in the lag phase, acceleration of Ca<sup>2+</sup> release from mitochondria, acceleration of Ca<sup>2+</sup> induced mitochondrial swelling, and also in an increase in the rate of mitochondrial respiration. Based on the results, it was concluded that carbenoxolone is involved in the mechanisms of chronic alcohol intoxication. Thus, we suggest that carbenoxolone, as well as preparations based on it, can be used in the development of new methods for treating the effects of alcohol dependence.

*This research was funded by RFBR, grant number 20-015-00072*

## ГЛИО-НЕЙРОНАЛЬНЫЕ СООТНОШЕНИЯ В НЕОКОРТЕКСЕ И ГИППОКАМПЕ У КРЫС, СОДЕРЖАВШИХСЯ В УСЛОВИЯХ СКУЧЕННОСТИ И СТАНДАРТНЫХ, ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ИНТРАНАЗАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ НЕБОЛЬШИХ ДОЗ ИНТЕРФЕРОНА-АЛЬФА ЧЕЛОВЕКА

Лосева Е.В., Логинова Н.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; [losvnd@mail.ru](mailto:losvnd@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1130.sudak.ns2020-16/299-301>

Ранее нами было показано, что в тесте вынужденного плавания у крыс при социальном стрессе скученности (15-16 крыс в клетке) развивается депрессивно-подобное поведение. Сходное поведение наблюдалось у контрольных крыс (4-5 крыс в клетке) на фоне хронического введения (17 дней) небольших доз интерферона-альфа (ИФН-альфа), однако у скученных животных, получавших те же дозы ИФН-альфа, депрессивного поведения не выявлялось [Логинова и др., 2012]. Какие при таких условиях эксперимента происходят структурно-функциональные изменения в мозге, в частности, как меняются соотношения глиальных клеток и нейронов в разных его структурах, неизвестно. Глио-нейрональные соотношения важны для оценки состояния ткани мозга. Так, увеличение отношения сателлитной глии к нейрону может говорить об усилении трофики нейронов, а увеличение соотношения свободной глии к нейрону может свидетельствовать об усилении нейровоспаления [Хоничева и др., 2005]. Показано, что нейровоспаление играет важную роль в механизмах развития депрессии [Troubat et al. 2020]. ИФН-альфа, как известно, может снижать пролиферацию астроцитов [Wang et al., 2012] и способствовать апоптозу опухолей глиального происхождения (глиом) [Schmidt et al., 2000].

Цель настоящей работы состояла в морфометрическом анализе глио-нейрональных соотношений в неокортексе и гиппокампе у крыс, содержащихся в стандартных условиях и в условиях скученности в контроле и на фоне длительного введения небольших доз ИФН-альфа.

Всего исследовали 30 самцов крыс Вистар, по 5 животных в каждой из шести групп. Экспериментальным группам, содержащимся в стандартных условиях (5 крыс в клетке) или в условиях скученности (15-16 крыс в клетке) ежедневно (в течение 17 дней – 6 дней до скученности и 11 дней скученности) интраназально вводили малую (50 МЕ/кг) или среднюю (8000 МЕ/кг) дозы лейкоцитарного человеческого ИФН-альфа по методике, разработанной нами [Лосева и др., 2016]. Контрольные крысы (скученные и без скученности) аналогичным образом получали физиологический раствор (ФР). На криостатных фронтальных срезах мозга, изготовленных и окрашенных по методу Ниссля, с помощью светового микроскопа в V слое соматосенсорной области неокортекса и поле СА1 гиппокампа подсчитывали количество нервных клеток, клеток свободной и сателлитной глии, а также суммы глиальных элементов. Клетки в каждой структуре были набраны в 20 случайных полях зрения (одно поле – 1252 мкм<sup>2</sup> при увеличении 1000) с 4-х срезов на каждую из 30-и крыс. Вычисляли глио-нейрональные индексы, характеризующие отношение суммы глиальных клеток к числу нейронов (Индекс 1) и числа клеток сателлитной глии к числу нейронов (Индекс 2). Данные выражали как средние величины ( $\bar{m}$ )  $\pm$  стандартные ошибки среднего (SEM). Статистический анализ данных был выполнен с помощью двухфакторного дисперсионного метода ANOVA. В качестве независимых факторов были взяты условия содержания крыс и дозы вводимого ИФН-альфа. Различия между отдельными группами оценивали с помощью post-hoc сравнений с применением теста Ньюмана-Кейлса.

Было показано, что в V слое соматосенсорной области неокортекса у контрольных скученных крыс уменьшалась плотность свободной и суммарной глии, но увеличивался Индекс 2 (отношение сателлитной глии к нейрону), а ИФН-альфа снижал глио-нейрональные Индексы 1 (обе дозы) и 2 (средняя доза) у крыс,

содержавшихся в стандартных условиях и при скученности (обе дозы). Снижение плотности глии под воздействием ИФН-альфа могло быть связано с его известной антипролиферативной и апоптотической активностью.

В поле СА1 гиппокампа при введении средней (но не малой) дозы ИФН-альфа крысам, получающим ФР в стандартных условиях, увеличивалась плотность сателлитной (но не свободной) глии, а также возрастали глио-нейрональные индексы как для суммарной (1), так и для сателлитной (2) глии. У скученных крыс, получающих только ФР, эти показатели, так же были увеличены. Возможно, у этих групп крыс пирамидные нейроны в гиппокампе нуждались в повышенной трофике, отсюда увеличение соотношения сателлитной глии и нейронов. Именно у этих групп крыс мы ранее наблюдали депрессивно-подобное поведение [Логинова и др., 2012], которое не может быть связано с нейровоспалением, так как плотность свободной глии не увеличивалась. При введении ИФН-альфа в малой дозе скученным животным глио-нейрональные индексы 1 и 2 в гиппокампе нормализовались, не отличаясь от группы ФР, а в средней дозе – приблизился к норме только индекс 1. Депрессивно-подобное поведение у этих групп крыс, не выявлялось [Логинова и др., 2012]. Предполагается, что уменьшение плотности глии (за счёт сателлитной глии) и нормализация глио-нейрональных индексов под влиянием ИФН-альфа в малой (но не средней) дозе скученным крысам может быть связано с восстановлением трофики нейронов, нарушенной при скученности. Важную роль здесь могла сыграть и антипролиферативная активность ИФН-альфа.

Таким образом, длительное интраназальное введение ИФН-альфа крысам, содержащимся в стандартных условиях, уменьшало глио-нейрональные индексы (средняя доза) в коре, но увеличивало (обе дозы) их в гиппокампе. При скученности возрастало отношение сателлитной глии к нейрону в обеих структурах. Этот показатель у скученных крыс в коре снижался под воздействием обеих доз ИФН-альфа, а гиппокампе нормализовался при введении малой (но не средней) дозы препарата.

Литература:

Логинова Н.А., Саркисова К.Ю., Клодт П.М., Кудрин В.С., Лосева Е.В. Влияние интерферона-альфа человека на поведение крыс при психосоциальном стрессе и содержание моноаминов в их мозге // Сб. статей "Интерферон-2011" / Издательство ФГБУ «НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России. Глава 3. Экспериментальные исследования интерферонов и их индукторов, Москва, 2012. С. 439-447.

Хоничева Н.М., Лосева Е.В., Чабак-Гарбач Р., Лория М.В., Айрапетянц М.Г. Частный случай нарушения обучения у крыс-изолянтов как модель дезинтеграции // Журн. высш. нервн. деят. им. И.П. Павлова. — 2005. — Т. 55. № 3. — С. 393-99.

Troubat R., Barone P., Leman S. et al. Neuroinflammation and depression: A review // European Journal of Neuroscience. — 2020. DOI: 10.1111/ejn.14720

Wang T., Takikawa Y., Sawara K., Yoshida Y., Suzuki K. Negative regulation of human astrocytes by interferon (IFN)  $\alpha$  in relation to growth inhibition and impaired glucose utilization // Neurochem Res. — 2012. — V. 37. № 9. — P. 1898-905.

Schmidt F., Groscurth P., Dichgans J., Weller M. Human malignant glioma cell lines are refractory to retinoic acid-mediated differentiation and sensitization to apoptosis // Cell Physiol. Biochem. — 2000. — V. 10. № 3. — P. 159-68.

Лосева Е.В., Мезенцева М.В., Руссу Л.И., Логинова Н.А., Панов Н.В., Щетвин М.Н., Суетина И.А. Подавление синтеза цитокинов в селезёнке и мозге и слабые изменения экспрессии c-fos в мозге у крыс при интраназальном введении однослойных углеродных нанотрубок // Российские нанотехнологии. — 2016. — Т. 11. № 3-4. — С. 80-86.

*Работа выполнена с использованием средств государственного бюджета по госзаданию на 2019-2021 годы (№ г.р. AAAA-A17-117092040002-6)*

#### **GLIA-NEURONAL RATIOS IN THE NEOCORTEX AND HIPPOCAMPUS IN RATS KEPT UNDER OVERCROWDED AND STANDARD CONDITIONS WITH CHRONIC INTRANASAL ADMINISTRATION OF SMALL DOSES OF HUMAN INTERFERON-ALPHA**

**Loseva Elena V., Loginova Nadezhda A.**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology RAS, Moscow, Russia; [losvnd@mail.ru](mailto:losvnd@mail.ru)

The goal of present research was to perform morphometric analysis of glia-neuronal ratios in the neocortex and hippocampus in rats kept under overcrowded and standard conditions with chronic intranasal administration of small doses of human IFN-alpha.

For this study, 30 male Wistar rats (5 rats per each group) were used. Human leukocyte IFN-alpha in small (50IU/kg) or middle (8000IU/kg) doses was administrated intranasally daily to experimental groups kept in standard (5 rats per cage) or overcrowded conditions (15-16 rats per cage) conditions for 17 days (6 days before overcrowding and 11 days during it). Saline was intranasally administrated to control rats kept under standard or overcrowded conditions. Frozen frontal brain sections were cut using a cryostat and stained with Nissl method. We analyzed the number of neurons, free and satellite glia in V layer of somatosensory neocortex and field CA1 of the hippocampus using light microscope. We calculated total glial cells and glia-neuronal indexes, such as Index 1 (ratio of total glia to neurons) and Index 2 (ratio of satellite glia to neurons). Two-way ANOVA with post hoc Newman-Keuls test was used for comparison between groups.

It was shown that the density of free and satellite glia was decreased, and Index 2 (ratio of satellite glia to neurons) was increased in V layer of somatosensory neocortex in control overcrowded rats. IFN-alpha declined Index 1 (both doses) and Index 2 (middle dose) in rats kept under standard or overcrowded (both doses) conditions.

IFN-alpha in middle dose increased the density of satellite glia in field CA1 of the hippocampus in rats kept under standard conditions. At the same time the number of satellite glia and both Indexes were also increased. These parameters were increased in overcrowded saline administrated rats. IFN-alpha in small dose normalized glia-neuronal Indexes 1 and 2 in overcrowded rats. Such rats did not differ from saline administrated ones, whereas middle dose of IFN-alpha normalized only the Index 1.



Thus, chronic intranasal administration of IFN- $\alpha$  to rats kept under standard conditions decreased glia-neuronal indexes in the somatosensory cortex (middle dose) and increased them in the hippocampus (both doses). The ratio of satellite glia to neurons rose in both structures in overcrowded rats. This ratio was declined in the somatosensory cortex in overcrowded rats with intranasal administration of IFN- $\alpha$  in both doses. It was normalized in the hippocampus under IFN- $\alpha$  in small dose. The reduction in the glia number under IFN- $\alpha$  administration can be associated with known antiproliferative and apoptotic activity.

*The article was prepared in full within the state assignment of Ministry of Education and Science of the Russian Federation for 2019-2021 (№ AAAA-A17-117092040002-6)*

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА У СТУДЕНТОК**

**Лыкова Е.Ю., Зинченко Е.М.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Саратовский национальный исследовательский государственный университет  
имени Н.Г. Чернышевского», Саратов, Россия; [ekaterina\\_lykova@mail.ru](mailto:ekaterina_lykova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1131.sudak.ns2020-16/301-302>

Биологический возраст человека, определяемый совокупностью структурных, функциональных, обменных, регуляторных особенностей и приспособительных возможностей организма, помимо наследственности, в большой степени зависит от условий среды и образа жизни. Поэтому люди одного хронологического возраста могут особенно сильно различаться по морфо-функциональному статусу. Особенности функционирования сердечно-сосудистой системы являются показателями состояния здоровья, степени активности центральных и периферических регуляторных механизмов.

У 68 студенток, средний возраст которых был 20,1 лет, по методике В.П. Войтенко определяли фактический биологический возраст (ФБВ). Функциональное состояние системы кровообращения исследовали с помощью компьютерного электрокардиографа «Поли-Спектр 8/Е». Запись электрокардиограммы осуществляли в течение 5-минут в положении сидя. Оценивали временные характеристики кардиоинтервалов, а также результаты спектрального анализа вариабельности ритма сердца (ВРС).

Были выявлены 3 группы девушек с разным ФБВ: 1 группа – студентки моложе сверстниц (34%), 2 группа – обследованные, развитие которых проходит в соответствии с возрастом (46%), 3 группа – студентки старше сверстниц (20%). У большинства студенток параметры временных характеристик кардиоинтервалов указывали на превалирование автономных влияний на ритм сердца. Параметры волновой структуры сердечного ритма большинства обследуемых отражают преобладающее влияние рефлекторного симпато-парасимпатического звена регуляции (Lf и Hf волны) над гуморально-метаболическим (Vlf колебания), что соответствует особенностям юношеского возраста. Следует отметить, что у девушек 1 группы ведущими в спектре являлись Lf-волны и Vlf-волны, у представительниц 2 и 3 группы — Vlf-волны. У студенток 2 группы были выявлены значимые положительные корреляционные связи между ФБВ и АМо, ИН, ИВР и ПАПР ( $r=0,49-0,51$ ) ( $p\leq 0,05$ ) и отрицательные с Lf/Hf ( $r=-0,41$ ) ( $p\leq 0,05$ ). У представительниц 3 группы зафиксированы отрицательные корреляционные связи ФБВ и АМо, ИН, ИВР и ПАПР ( $r=-0,62-0,63$ ) ( $p\leq 0,05$ ).

Таким образом, были установлены некоторые особенности в регуляции сердечного ритма у студенток разного биологического возраста. Изучение особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма с учетом биологического возраста необходимо для оценки адаптационных возможностей, состояния здоровья, прогнозирования и оценки риска развития различных заболеваний.

## **RELATIONSHIP OF HEART RATE VARIABILITY AND BIOLOGICAL AGE IN STUDENTS**

**Lykova Ekaterina Yu., Zinchenko Ekaterina M.**

Saratov State University, Saratov, Russia; [ekaterina\\_lykova@mail.ru](mailto:ekaterina_lykova@mail.ru)

The biological age of a person, determined by the combination of structural, functional, metabolic, regulatory features and adaptive capabilities of the body, in addition to heredity, to a large extent depends on environmental conditions and lifestyle. Therefore, people of the same chronological age can very greatly in morphological and functional status. Features of the functioning of the cardiovascular system are indicators of the state of health, the degree of activity of central and peripheral regulatory mechanisms.

The study involved 68 female students (average age 20.1 years). Actual biological age (ABA) was determined by the method of V.P. Voitenko. The functional state of the circulatory system was investigated using a Poly-Spectrum 8 / E . The electrocardiogram was recorded for 5 minutes in a sitting position. The temporal characteristics of cardio intervals and the results of spectral analysis of HRV were evaluated.

Three groups of girls with different biological ages were identified: group 1 - students younger than their peers (34%), group 2 - students whose development is in accordance with age (46%), group 3 - students older than peers (20%).

In most students of the three groups, the parameters of the temporal characteristics of the cardio intervals indicated the prevalence of autonomous effects on the heart rhythm. The parameters of the wave structure of the HRV of most students reveal the predominant influence of reflex sympatho-parasympathetic regulation (Lf and Hf waves) over the humoral-metabolic (Vlf waves), which corresponds to the peculiarities of adolescence. It should be noted that Lf waves and Vlf waves are leading in the spectrum in girls of group 1, Vlf waves - in students of groups 2 and 3. Students of 2nd group revealed significant positive correlation between the ABA and АМо, SI, IVB and IARP ( $r = 0.49-0.51$ ) ( $p\leq 0.05$ ) and negative with Lf / Hf ( $r = -0.41$ ) ( $p\leq 0.05$ ). Students of group 3 recorded negative correlation between the ABA and АМо, SI, IVB and IARP ( $r = -0.62-0.63$ ) ( $p\leq 0.05$ ).



Thus, some features were established in the regulation of heart rate in students of different biological ages. The study of the features of the autonomic regulation of the heart rhythm taking into account the biological age is necessary to assess the adaptive capabilities, health status, forecasting and risk assessment of various diseases.

### **ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У СТУДЕНТОК С РАЗНОЙ СЕНСОРНОЙ АСИММЕТРИЕЙ**

**Лыкова Е.Ю., Зинченко Е.М.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.  
Чернышевского», Саратов, Россия; [ekaterina\\_lykova@mail.ru](mailto:ekaterina_lykova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1132.sudak.ns2020-16/302>

Каждому конкретному человеку присущ индивидуальный профиль асимметрии – определенное сочетание моторной, сенсорной и психической асимметрий-симметрий. Характер вегетативного реагирования и адаптационно-приспособительные реакции, индивидуально-типологические и психоэмоциональные особенности реакций определяются спецификой функциональной межполушарной асимметрии мозга. Универсальной быстрой реакцией целостного организма на любые воздействия внешней среды является изменение ритма сердца.

Изучение variability ритма сердца (BPC) и сенсорной асимметрии было проведено у 56 девушек-студенток. Вид сенсорной асимметрии определяли по ведущим признакам (глаз, ухо), используя общепринятые методики. Функциональное состояние системы кровообращения исследовали с помощью компьютерного электрокардиографа «Поли-Спектр 8/Е». Запись электрокардиограммы осуществляли во II стандартном отведении в положении сидя в течение 5-минут. Оценивали временные характеристики кардиоинтервалов, а также результаты спектрального анализа BPC.

На основании коэффициентов сенсорной асимметрии были выделены 2 группы девушек-студенток. В 1 группу (доминирование левого полушария в организации сенсорной функции) вошло 66% обследованных, во 2 группу (преобладание правых сенсорных зон коры головного мозга) — 34% соответственно.

Анализ параметров BPC показал, что у большинства девушек преобладали автономные влияния на хронотропную функцию сердца, отсутствовало напряжение в регуляции ритма сердца, были зафиксированы хорошо выраженные волны во всех структурах регуляции сердечного ритма. Однако были выявлены некоторые особенности. Так, у представительниц 1 группы сходная доля VLF и LF волн в спектре указывала на равный вклад гуморально-метаболических и симпатических механизмов в регуляцию ритма сердца. У девушек 2 группы преобладающими в спектре являлись LF волны, определяющие активность вазомоторного центра.

Таким образом, изучение специфики механизмов регуляции вегетативных функций с учетом сенсорной асимметрии необходимо для оценки состояния здоровья, прогнозирования физиологической цены адаптации к умственной и физической деятельности, оптимизации учебно-воспитательного процесса.

### **FEATURES OF HEART RATE VARIABILITY IN STUDENTS WITH DIFFERENT SENSORY ASYMMETRY**

**Lykova Ekaterina Yu., Zinchenko Ekaterina M.**

Saratov State University, Saratov, Russia; [ekaterina\\_lykova@mail.ru](mailto:ekaterina_lykova@mail.ru)

Each person is characterized by an individual asymmetry profile - a certain combination of motor, sensory and mental asymmetry-symmetry. The nature of the autonomic response and adaptive-adaptive reactions, individual typological and psycho-emotional characteristics of the reactions are determined by the specifics of the functional interhemispheric asymmetry of the brain. An universal quick reaction of the whole organism to any environmental influences is a change in the heart rhythm.

A study of heart rate variability (HRV) and sensory asymmetry was conducted in 56 female students. The type of sensory asymmetry was determined by the leading signs (eye, ear) using generally accepted methods. The functional state of the circulatory system was investigated using a computer electrocardiograph Poly-Spectrum 8 / E. The electrocardiogram was recorded in the II standard lead in a sitting position for 5 minutes. The temporal characteristics of cardio intervals and the results of spectral analysis of HRV were evaluated.

Based on the coefficients of sensory asymmetry, two groups of female students were identified. Group 1 (dominance of the left hemisphere in the organization of sensory function) includes 66% of students, group 2 (dominance of the right sensory zones of the cerebral cortex) - 34%, respectively.

Analysis of HRV parameters showed that the majority of girls had autonomous influences on chronotropic heart function. There was no tension in the regulation of the heart rhythm, well-defined waves were recorded in all structures of the regulation of the heart rhythm. However, some features were identified. So, for students of group 1 a similar share of VLF and LF waves in the spectrum indicated an equal contribution of humoral-metabolic and sympathetic mechanisms to the regulation of HRV. In students of the 2nd group LF waves, which determine the activity of the vasomotor center, were prevailing in the spectrum.

Thus, the study of the specific mechanisms of the regulation of autonomic functions, taking into account sensory asymmetry, is necessary to assess the state of health, predict the physiological price of adaptation to mental and physical activity and optimize the educational process.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИСТРЕССОРНОГО И ГЕРОПРОТЕКТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ КОМПЛЕКСА УПРАЖНЕНИЙ ЦИГУН

Лысенко А.В., Лысенко Д.С., Тимофеев А.А.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Академия физической культуры и спорта, Ростов-на-Дону,  
Россия; [alysenko@sfnu.ru](mailto:alysenko@sfnu.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1133.sudak.ns2020-16/303>

В современных условиях глобальных изменений общественного уклада в связи с переходом к цифровой экономике, ускорением темпа и ритма жизни, сильнейшего информационного давления и воздействия неблагоприятных эколого-профессиональных факторов окружающей среды на организм актуальным становится повышение эффективности антистрессорных и геропротекторных мероприятий для достижения активного и здорового долголетия. В профилактике риска развития преждевременного старения и раннего появления возраст-ассоциированных заболеваний в эпоху глобальной гипокинезии важнейшую роль играют оптимальные физические нагрузки. Последнее время большой популярностью пользуются восточные оздоровительные практики, не требующие интенсивного физического напряжения при их выполнении. **Цель работы** – исследование стресс- и геропротекторной эффективности применения комплексов упражнений цигун.

**Методы и результаты исследования.** В обследовании приняли участие мужчины (36 человек) в возрасте 48 – 57 лет с низким уровнем двигательной активности, занимающие ответственные должности, требующие принятия решений на основе анализа и переработки больших объемов информации. При первом обследовании, когда участники группы впервые пришли в спортивную секцию были зарегистрированы признаки напряженной адаптации (при оценке адаптационного потенциала по методу Баевского) и ускоренного старения (при оценке таких параметров биологического возраста по методу Войтенко как длительность статической балансировки, продолжительность задержки дыхания, артериальное давление пульсовое), у 34% испытуемых были отмечены симптомы легкой депрессии (по шкале Бека), у 28% были выявлены различные расстройства сна. Уже через 1,5 месяца (все участники посетили 15 занятий по 50 минут каждое) была отмечена достоверная позитивная динамика показателей функционального состояния сердечно-сосудистой, центральной нервной и дыхательной систем, улучшились показатели биологического возраста и адаптационного потенциала, а также такие профессионально важные качества как скорость простой и сложной зрительно-моторной реакции, параметры памяти и внимания.

**Вывод.** Позитивное влияние комплекса дыхательной гимнастики цигун «Возвращение весны» на качество сна и другие изученные показатели можно объяснить зарегистрированным антигипоксическим, анксиолитическим и антидепрессивным эффектом, а также способностью нормализовать вегетативный статус организма (увеличение продолжительности выдоха используется для устранения симпатикотонии).

## RESEARCH OF ANTI-STRESS AND HEROPROTECTIVE ACTION OF THE QIGONG EXERCISE COMPLEX

Lysenko Alla V., Lysenko Dmitry S., Timofeev Alexander A.

Southern Federal University, Academy of Physical Culture and Sports, Rostov-on-Don, Russia; [alysenko@sfnu.ru](mailto:alysenko@sfnu.ru)

In modern conditions of global changes in the social structure in connection with the transition to a digital economy, accelerating the pace and rhythm of life, the strongest information pressure and the impact of adverse environmental and professional factors on the body, it becomes relevant to increase the effectiveness of anti-stress and geroprotective measures to achieve active and healthy longevity. In the prevention of the risk of premature aging and early onset of age-associated diseases in the era of global hypokinesia, optimal physical activity plays a crucial role. Recently, oriental wellness practices that do not require intense physical stress during their implementation are very popular.

The **purpose of the work** is to study the stress- and geroprotective effectiveness of using qigong exercise complexes.

**Methods and results of the study.** The survey involved men (36 people) aged 48-57 years with a low level of motor activity, occupying senior positions, requiring decisions based on the analysis and processing of large amounts of information. At the first examination, when the group members first came to the sports section, signs of intense adaptation were recorded (when assessing the adaptive potential according to the Baevsky method) and accelerated aging (when assessing such parameters of biological age by the Voitenko method as the duration of static balancing, the duration of respiratory arrest, blood pressure pulse), 34% of the subjects had symptoms of mild depression (on the Beck scale), 28% had various sleep disorders. After 1,5 months (all participants attended 15 sessions of 50 minutes each), reliable positive dynamics of the cardiovascular, central nervous and respiratory systems functional state indicators was noted, indicators of biological age and adaptive potential, as well as professionally important qualities such as the speed of a simple and complex hand-eye reaction, memory and attention parameters.

**Conclusion.** The positive effect of the Qigong breathing gymnastics complex "Return of Spring" on sleep quality and other studied parameters can be explained by the registered antihypoxic, anxiolytic and antidepressant effects as well as the ability to normalize the vegetative status of the body (increased expiration is used to eliminate sympathicotonia).

## ОЦЕНКА ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ РУССКИХ ДЕТЕЙ НОСИТЕЛЯМИ РУССКОГО ЯЗЫКА С БЫТОВЫМ ОПЫТОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ДЕТЬМИ

Ляксо Е.Е.<sup>1</sup>, Фролова О.В.<sup>1</sup>, Nersisson Ruban<sup>2</sup>

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>School of Electrical Engineering, VIT, Vellore, India, <sup>1</sup>[lyakso@gmail.com](mailto:lyakso@gmail.com), <sup>1</sup>[frolova@yandex.ru](mailto:frolova@yandex.ru), <sup>2</sup>[nruban@vit.ac.in](mailto:nruban@vit.ac.in)

<https://doi.org/10.29003/m1134.sudak.ns2020-16/304-305>

Эмоции играют ведущую роль в жизни человека. Их проявление зависит от возраста человека, его психологического состояния, условий воспитания и культурных особенностей. В исследованиях эмоциональных состояний существует методологическая проблема, касающаяся объективности оценки состояния. В рамках исследования по распознаванию эмоционального состояния детей по характеристикам их речи экспертами и автоматически на материале Русского и Тамильского языков проведена отработка общего методического подхода и пилотное психофизиологическое исследование по распознаванию эмоционального состояния русских детей носителями русского языка. Согласно общей методике для вызова эмоциональных состояний у детей используются естественные ситуации игры, диалога ребенка с взрослым (экспериментатором), произнесение детьми эмоционально окрашенных слов и фраз. Объективным контролем изменения состояния ребенка является анализ частоты сердечных сокращений (ЧСС) и уровня сатурации кислородом крови; дополнительным – анализ мимической экспрессии в программе FaceReader. В работе проведена запись речи 10 детей в возрасте 8-12 лет в разных эмоциональных состояниях на магнитофон «Marantz PMD660» с выносным микрофоном «SENNHEIZER e835S» с параллельной регистрацией поведения на камеру «SONY HDR-CX560E». Запись выполнена в условиях школы и лаборатории. Осуществлено аннотирование речевого материала тремя экспертами по трем категориям «комфорт – нейтральное (спокойное) – дискомфорт» на основании протокола записи, прослушивания речевого материала и просмотра видеозаписей. Созданы две тестовые последовательности, включающие 90 образцов речевого материала детей (фраз и словосочетаний). Тестовые последовательности прослушали 46 взрослых (аудиторов) в возрасте 19-25 лет, имеющих бытовой опыт взаимодействия с детьми (собственные дети, младшие братья и сестры в семье). Перед взрослыми стояла задача определить эмоциональное состояние детей при прослушивании их речевого материала и отнести речевые сигналы к трем категориям – как отражающие состояние комфорта, нейтральное (спокойное) и состояние дискомфорта. Результаты исследования показали, что аудиторы лучше определяют состояние комфорта (51% и 40% правильных ответов женщин и мужчин соответственно), чем состояние дискомфорта (29% и 27% ответов мужчин и женщин) и нейтральное состояние (40% и 40% ответов женщин и мужчин). Полученные данные показали, что взрослые способны к определению эмоционального состояния ребенка по его речевым сигналам с одной стороны, с другой – что процент правильных ответов низкий. Заслуживает внимания тот факт, что аудиторы женщины и мужчины отнесли сигналы отражающие состояние дискомфорта к категориям комфортных (32% и 39% ответов женщин и мужчин) и спокойных нейтральных (39% и 33% ответов). Объяснением может служить специфика возрастных проявлений эмоций у детей в условиях общественных учреждений и при взаимодействии с малознакомым взрослым (экспериментатором) – слабо выраженное проявление эмоций в мимике и речи – улыбка, сарказм, незначительное изменение мимики. В работе планируется сравнение данных перцептивного эксперимента для Русского и Тамильского языка с целью выявления проявления детьми эмоций в зависимости от культурных особенностей стран – России и Индии.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ-ИНД-а (проект 19-57-45008) и гранта Департамента Науки и Технологий Индии (DST) (INTRUSRFB382).*

## ASSESSMENT OF THE EMOTIONAL STATE OF RUSSIAN CHILDREN BY NATIVE RUSSIAN SPEAKERS WITH HOUSEHOLD EXPERIENCE OF INTERACTING WITH CHILDREN

<sup>1</sup>Lyakso Elena, <sup>1</sup>Frolova Olga, <sup>2</sup>Ruban Nersisson

<sup>1</sup>Saint Petersburg state university, Saint-Petersburg, Russia, <sup>2</sup>School of Electrical Engineering, VIT, Vellore, India, <sup>1</sup>[lyakso@gmail.com](mailto:lyakso@gmail.com), <sup>1</sup>[frolova@yandex.ru](mailto:frolova@yandex.ru), <sup>2</sup>[nruban@vit.ac.in](mailto:nruban@vit.ac.in)

Emotions play a leading role in human life. Their manifestation depends on the person's age, psychological state, parenting and cultural features. There is a methodological problem regarding the objectivity of evaluation in studies of emotional states. A general methodological approach and a pilot psychophysiological study to recognize the emotional state of Russian children by native Russian speakers was made in the frame of investigation of the emotion state recognition on the base of speech characteristics on the material of Russian and Tamil languages by human and automatically. According to the methodology, natural playing situations, the situation of the dialogue with the adult (experimenter), pronouncing emotionally colored words and phrases was used. An objective control of the child's state is an analysis of the heart rate (HR) and the level of blood saturation with oxygen; additional - analysis of facial expression in FaceReader program. In the study, speech of 10 children aged 8-12 years in different emotional states was recorded by the "Marantz PMD660" recorder with external microphone "SENNHEIZER e835S" with parallel recording of behavior by camera "SONY HDR-CX560E". The place of recording was the laboratory and school. The annotation of speech material was carried out by three speech experts in three categories "comfort - neutral (calm) - discomfort" based on the recording protocol, listening to speech material and watching videos. Two test sequences including 90 samples of children's speech material (phrases and words' combinations) were created. The test sequences were listened to by 46 adults (auditors) aged 19-25 years who have household experience interacting with children (their own children, younger brothers and sisters in the family). The task for auditors was the determining the emotional state of children while listening to their speech material and assigning speech samples to three categories - as reflecting a state of comfort, neutral (calm) and discomfort. The results of the study showed that auditors better define the state of comfort (51% and 40% of the correct answers of women and men, respectively) than the state of discomfort (29% and 27% of the



answers of men and women) and a neutral state (40% and 40% of the answers of women and men). The obtained data showed that adults are able to determine the emotional state of a child by his speech signals, on the one hand, and on the other, that the percentage of correct answers is low. It is noteworthy that women and men attributed signals reflecting the state of discomfort to the categories of comfort (32% and 39% of the responses of women and men) and calm neutral (39% and 33% of responses). The explanation can be the specifics of age-related manifestations of emotions in children in public institutions and when interacting with an unfamiliar adult (experimenter) - a mild manifestation of emotions in facial expressions and speech - a smile, sarcasm, a slight change in facial expressions. In the future, it is planned to compare the data of the perceptual experiment for the Russian and Tamil languages in order to identify the manifestation of emotions by children, depending on the cultural characteristics of the countries - Russia and India.

*This study is financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project 19-57-45008-IND\_a) – for Russian researcher, and Department of Science and Technology (DST) (INTRUSRFB382) - for Indian researcher.*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ ЭВОЛЮЦИОННЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ КЛЮЧЕВЫХ ПАРАМЕТРОВ СНА ПТИЦ**

**Лямин О.И.**

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва, Россия; Калифорнийский университет в г. Лос-Анджелес, США; [oilyamin@yahoo.com](mailto:oilyamin@yahoo.com)

На сегодняшний день особенности сна исследованы всего у 2% видов млекопитающих и менее чем у 0.3% видов птиц. Большинство исследованных видов птиц принадлежат к надотряду новонёбных и лишь несколько к древнёнёбным (бескилевым) птицам. Предки древнёнёбных отделились от основной ветви эволюции птиц более 110 млн лет назад. В большинстве случаев сон у птиц, как и у млекопитающих, сопровождается неподвижностью и закрытием глаз. Некоторые птицы могут спать в полете. Только у млекопитающих и птиц есть две стадии сна - медленноволновый (МС) и парадоксальный (РЕМ) сон. МС в двух полушариях мозга птиц развивается чаще синхронно. Межполушарная асимметрия ЭЭГ в МС (считается аналогом однополушарного сна китообразных) регистрируется у некоторых видов птиц, но связь таких эпизодов с односторонним открыванием глаза и двигательной активностью во время сна фактически не исследована. Ключевые признаки РЕМ сна млекопитающих (быстрые движения глаз, сниженный мышечный тонус и активация ЭЭГ) у птиц менее дифференцированы. У всех исследованных новонёбных птиц средняя длительность эпизодов РЕМ меньше 10 сек. У двух видов древнёнёбных (африканского страуса и австралийского эму) РЕМ сон может сопровождаться низкоамплитудной ЭЭГ или медленными волнами в ЭЭГ, как у "примитивных" млекопитающих (утконоса и ехидны, так называемая "смешанная" стадия сна). У взрослых страусов РЕМ сон составляет в среднем 25% общего времени сна (примерно вдвое больше, чем у новонёбных птиц), а некоторые эпизоды могут длиться до 5 мин. При этом у птенцов страуса и эму эпизоды РЕМ сна редко превышают 40 сек, а общая продолжительность РЕМ сна меньше, чем у взрослых страусов. Эти данные не поддерживают гипотезу о важности РЕМ сна для развития мозга. Исследование сна у тинаму (еще один вид древнёнёбных птиц) показало, что сон этого вида скорее напоминает сон новонёбных птиц. Следовательно, необычный паттерн сна страусов и эму не является общим для всех древнёнёбных птиц и "эволюционно более древним", а скорее связан с особенностями их биологии и/или экологии. Активация нейронов ретикулярной формации мозга – один из важнейших признаков РЕМ сна млекопитающих. У птиц (кур и страусов) большинство подкорковых нейронов также разряжаются с наибольшей частотой во время РЕМ сна, чаще параллельно с быстрыми движениями глаз и в меньшей степени с корковой активацией ЭЭГ. Исследования сна у разных видов птиц позволят понять сходство и различия механизмов генерации сна у птиц и млекопитающих, а также роль эволюционных и экологических факторов в формировании параметров сна.

*Исследования поддержаны грантом РФФИ (18-04-01252)*

### **STUDY OF EVOLUTIONARY AND ECOLOGICAL DETERMINANTS OF THE CORE FEATURES OF SLEEP IN BIRDS**

**O.I. Lyamin**

A.N Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Moscow, Russia; University of California in Los Angeles, USA;  
[oilyamin@yahoo.com](mailto:oilyamin@yahoo.com)

To date, sleep has been studied in 2% of mammalian species and in less than 0.3% of bird species. Most of the examined bird species belong to the superorder of the Neognathae and only a few to the Palaeognathae (flightless) birds. The ancestors of the Paleognaths separated from the main line of bird evolution more than 110 million years ago. In both groups, sleep is generally accompanied by immobility and closure of the eyes. However, some species can combine sleep with motion (sleep during flight) and asymmetrical eye closure. Only in mammals and birds sleep is clearly subdivided into two stages - slow wave sleep (SWS) and paradoxical (REM) sleep. In birds SWS in two hemispheres usually occurs synchronously. Interhemispheric asymmetry of the EEG during SWS (considered to be an analogue of unihemispheric sleep of cetaceans) is recorded in some species, but the association of such episodes with unilateral eye opening / closure has not been studied thoroughly. The core features of REM sleep (rapid eye movements, reduced muscle tone and cortical EEG arousal) are less differentiated in birds than in mammals. In all studied Neognaths the average duration of REM sleep is shorter than 10 sec. In two species of Paleognaths (the African ostrich and Australian emu) REM sleep can occur during cortical arousal or slow waves in the EEG as in "primitive" mammals (the platypus and echidna, the so-called "mixed" sleep stage). In adult ostriches, REM sleep averages 25% of the total sleep time (almost two-fold greater than in the Neognathes) while episodes can last up to 5 minutes. At the same time, in ostrich and emu chicks, episodes of REM sleep rarely exceeded 40 seconds, and the total duration of REM sleep was less than in adult ostriches. These data are not consistent with the idea of the importance of REM sleep for brain development. A study of



sleep in the elegant crested tinamou (a small Palaeognathae bird) has revealed that the pattern of sleep in this species resembles sleep in the Neognaths. Consequently, the unusual sleep of ostriches and emus is not common for the entire group of the Paleognaths that are "evolutionarily primitive," but it is rather associated with some aspects of biology and/or ecology of the studied species. Activation of neurons in the reticular formation of the brain is one of the most important signs of mammalian REM sleep. In birds (chickens and ostriches), most subcortical neurons discharge with the greatest rate during REM sleep more often parallel to rapid eye movements and, to a lesser extent, with cortical activation of EEG. Studies of sleep in different bird species will help to understand the similarities and differences of the mechanisms of generation of SWS and REM sleep in birds and mammals, as well as the evolutionary and environmental factors which underline sleep parameters in both classes.

*Research was supported by RFFB (18-04-01252)*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ «ЦЕРЕБРОЛИЗИНА» НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ В ОТКРЫТОМ ПОЛЕ И НА РАБОЧУЮ ПАМЯТЬ В Т-ЛАБИРИНТЕ КРЫС ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ ПРОТОНАМИ**  
**Ляхова К.Н.<sup>1</sup>, Утина Д.М.<sup>1,2</sup>, Колесникова И.А.<sup>1,2</sup>, Северюхин Ю.С.<sup>1,2</sup>, Лалковичова М.<sup>1,3</sup>, Молоканов А.Г.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна, Россия

<sup>2</sup>Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области «Университет «Дубна», г. Дубна, Россия; <sup>3</sup>Институт экспериментальной физики САН, Кошице, Словакия.

[lyakhovakn@mail.ru](mailto:lyakhovakn@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1135.sudak.ns2020-16/306>

Эксперимент проведен на половозрелых самцах крыс линии Sprague Dawley. Животные были облучены протонами totally напролет с энергией 170 МэВ. Доза облучения составляла 4 Гр, мощность облучения – 0,7 Гр/мин. Оценка поведенческих показателей проводилась по уровню локомоторной активности в тестовой установке «Открытом поле» (ОП). В течение 6 мин учитывали акты пересечения секторов, проходы через центр, подъем, норковый рефлекс. Сумма этих актов составила показатель ориентировочно-исследовательской реакции (ОИР), а акты груминг, замирание, движение на месте – показатель эмоционального статуса (ЭС). При анализе данных было выявлено статистически значимое увеличение показателя эмоционального статуса (ЭС) и движение на месте на 50 сутки у облученных животных относительно интактной группы. Статистически значимых различий между группой контроля и облученных животных, получавших препарат, обнаружено не было. При многократном (в течение 14 суток) внутрибрюшинном введении препарата «Церебролизин» облученным животным наблюдается тенденция к снижению ЭС по отношению к группе облученных животных без введения препарата.

В ходе эксперимента была произведена оценка рабочей памяти грызунов при спонтанном чередовании в Т-лабиринте. Оценивалось процентное соотношение чередований, повторов и отказов (на одно животное 2 попытки). В группе облученных животных, получавших «Церебролизин», было выявлено снижение отказов до 13 % по сравнению с группой облученных животных без введения препарата (63 %).

*Работа выполнена при поддержке гранта ОМУС №20-702-02.*

**RESEARCH OF THE EFFECT OF "CEREBROLYSINE" IN RATS ON BEHAVIORAL INDICATORS IN THE OPEN FIELD AND ON WORKING MEMORY IN T-MAZE AFTER PROTON IRRADIATION**

**Lyakhova Kristina N.<sup>1</sup>, Utina Dina M.<sup>1,2</sup>, Kolesnikova Inna A.<sup>1,2</sup>, Severyukhin Yuri S.<sup>1,2</sup>, Lalkovičova Maria<sup>1,3</sup>, Molokanov Alexander G.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia; <sup>2</sup>Dubna state university, Dubna, Russia;

<sup>3</sup>Slovak Academy of Sciences, Institute of Experimental Physics, Košice, Slovakia; e-mail: [lyakhovakn@mail.ru](mailto:lyakhovakn@mail.ru)

The experiment was conducted on adult male Sprague Dawley rats. Animals were irradiated with protons totally, with an energy of 170 MeV. The radiation dose was 4 Gy, at dose rate of 0.7 Gy / min.

Assessment of behavioral indicators was carried out according to the level of locomotor activity in the test setup "Open Field" (OF). Within 6 minutes, acts of crossing of sectors, center entries, standing vertically, and nose holes pokes were examined. The sum of these acts was an indicator of an orientation-exploratory reaction (OER), and the grooming acts, freezing, movement in place - an indicator of emotional status (ES). When analyzing the data, a statistically significant increase in the indicator of emotional status (ES) and movement in place at 50 days in irradiated animals relative to the intact group were recorded. No statistically significant differences were found between the control group and the irradiated animals treated with the drug "Cerebrolysin". When its intraperitoneal administration was repeated (within 14 days) in the group of irradiated animals, we observed a tendency to lower ES in relation to the group of irradiated animals without administration of the drug.

During the experiment, working memory of rodents was also examined during spontaneous alternation in the T-maze. The percentage of alternations, repetitions, and failures was estimated (2 attempts per animal). In the group of irradiated animals treated with "Cerebrolysin", a failure rate of 13% was detected compared with the group of irradiated animals without drug administration (63%).

*This work was supported by the OMUS grant No. 20-702-02.*

## ТЕХНОЛОГИЯ БИОУПРАВЛЕНИЯ В КОРПОРАТИВНОМ ОБУЧЕНИИ: ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И КОГНИТИВНЫЕ АСПЕКТЫ

**Мажирина К.Г.<sup>1,2</sup>, Джафарова О.А.<sup>1,2</sup>, Даниленко Е.Н.<sup>1,2</sup>, Бабанина Я.Р.<sup>3</sup>, Попова И.А.<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины», Новосибирск, Россия, [jafarova@niimbb.ru](mailto:jafarova@niimbb.ru);

<sup>2</sup> Общество с ограниченной ответственностью «Компьютерные системы биоуправления» Новосибирск, Россия, [jafarova@niimbb.ru](mailto:jafarova@niimbb.ru)

<sup>3</sup> Global Experts & Technologies Training and Consulting. Москва, Россия, [mdsilver@yandex.ru](mailto:mdsilver@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1136.sudak.ns2020-16/307>

Успех бизнеса во многом зависит от возможностей обучения и развития персонала. Сегодня профессиональные навыки сотрудника могут оказаться недостаточными для выполнения текущих задач компании - необходимо уметь справляться с критическими ситуациями, обладать такими качествами, как гибкость, мобильность, стрессоустойчивость, соответственно, развивать собственные навыки саморегуляции. От степени их совершенства зависит успешность, надежность, продуктивность поведения в целом.

Технология биоуправления - это инновация в сфере корпоративного обучения, позволяющая повысить как эффективность всего коллектива, так и каждого сотрудника индивидуально, за счет развития психофизиологических и когнитивных способностей, роста осознанности собственного эмоционального состояния, профилактики профессионального выгорания. Игровой тренажер ПАК «БОС-Пuls» состоит из ряда сюжетов, выполненных средствами мультимедиа. Он моделирует стрессовую ситуацию соревнования, выиграть в котором можно только научившись управлять собственными механизмами саморегуляции.

Опыт использования технологии игрового биоуправления в рамках программы психофизиологической антистрессовой подготовки персонала горнодобывающего дивизиона ГОК «Олкон» крупнейшей в мире сталелитейной компании ПАО «Северсталь» позволил выявить актуальный уровень развития навыков саморегуляции персонала, оценить эмоционально-волевые и когнитивные особенности участников, исследовать их функциональное состояние и выделить группы риска профессиональной надежности. Биоуправление в сочетании с аудиторным тренингом, коучингом, полевым тренингом (на рабочем месте), развивающей обратной связью, супервизией и наставничеством показали синергетический эффект и значимую пользу для деятельности производственных руководителей. Согласно самоотчетам, негативные эмоциональные и неконструктивные поведенческие реакции в стрессовых и потенциально конфликтных ситуациях снизились, улучшилось качество сна и отдыха, сократилось время совещаний за счет снижения эмоционального напряжения в коммуникациях. Таким образом, в результате сочетания технологий в сфере бизнес-образования и науки нам удалось разработать специальную программу тренинга, тонко настроенную под интересы руководства и потребности бизнеса, с учетом специфики отрасли и основных проблемных показателей.

## BIOFEEDBACK TECHNOLOGY IN CORPORATE TRAINING: PSYCHOPHYSIOLOGICAL AND COGNITIVE ASPECTS

**Mazhirina Kseniya G.<sup>1,2</sup>, Dzhaferova Olga A.<sup>1,2</sup>, Danilenko Yelena N.<sup>1,2</sup>, Babanina Yana R.<sup>3</sup>, Popova Irina A.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine, Novosibirsk, Russia [jafarova@niimbb.ru](mailto:jafarova@niimbb.ru);

<sup>2</sup> Comsib Ltd, Novosibirsk, Russia [jafarova@niimbb.ru](mailto:jafarova@niimbb.ru)

<sup>3</sup> Global Experts & Technologies Training and Consulting. Москва, Россия, [mdsilver@yandex.ru](mailto:mdsilver@yandex.ru)

Business success largely depends on the training and development opportunities for the staff. Today, an employee's professional skills may not be sufficient to perform the company's current tasks. An employee must be able to cope with critical situations, possess such qualities as flexibility, mobility, stress resistance and, accordingly, develop one's self-regulation skills. The degree of possession of such skills determines success, reliability and productivity of behavior in general.

Biofeedback technology is a corporate training innovation contributing to the increase in effectiveness of the entire team and each employee individually through the development of psychophysiological and cognitive abilities, a better understanding of one's own emotional state and prevention of professional burnout. Game-like biofeedback system "BOS-Pulse" consists of a number of multimedia-based stories. It simulates the stressful situation of a competition the victory in which can be won only by learning to manage one's own self-regulation mechanisms.

The experience of using biofeedback game technology as a part of psycho-physiological program of anti-stress training at the mining division of Olkon GOK (Mining and Processing Plant) of the world's largest steel company Severstal helped to assess the actual level of development of the staff's self-regulation skills, the emotional and cognitive features of the participants, to explore their functional status and identify the professional reliability risk group.

Biofeedback technology combined with classroom training, coaching, field training (at the workplace), developmental feedback, supervision and mentoring have shown a synergistic effect and significant benefits for the activities of production managers. According to self-reports, negative emotional and non-constructive behavioral responses in stressful and potentially conflict situations have decreased, the quality of sleep and rest improved, and meeting time decreased due to reduced emotional stress in communications. Thus, as a result of a combination of the corporate training technologies and science, we were able to develop a special training program that is finely tuned to the management interests and business needs bearing in mind the specifics of the industry and the main problem indicators.

**МЕТАФОРИЧЕСКИЙ СМЫСЛ ТЕРМИНА «АССИСТИРУЕМЫЙ МОРАЛЬНЫЙ ВЫБОР» (НА ПРИМЕРЕ  
Вспомогательных репродуктивных технологий)**

**Майленова Фарида Габделхаковна, д.филос.н.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт философии Российской академии наук, Москва, Россия, [farida.mailenova@mail.ru](mailto:farida.mailenova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1137.sudak.ns2020-16/308>

**Работа с информацией как первый шаг в ассистировании выбора**

Исследование метафор как способа понимания (междисциплинарного, межличностного, внутриличностного) в рамках морального выбора в ситуациях применения ВРТ (вспомогательных репродуктивных технологий) имеет своей целью выработку таких принципов помощи (ассистирования), которые бы позволили предоставить пациентам максимально полную информацию о специфике данных технологий, их возможностях и вероятных побочных эффектов - как медицинского, так и морально-психологического плана. Данную информацию может в полной мере предоставить специалист. Однако зачастую пациенты нуждаются также в психологической помощи, так как выбор, перед которым они стоят, чрезвычайно сложный.

**Необходимость выбора между противоречивыми моральными ценностями**

Моральный выбор в ситуации, к которой нет готовых решений в силу ее абсолютной новизны как для личности, так и для общества, оказывается особенно сложным ещё и потому, что проблемы, связанные с деторождением, затрагивают важнейшие глубинные ценности любви, семьи, верности, которые ранее регулировались традиционными средствами. Сегодня пациенты, принявшие решение использовать ВРТ, испытывают давление со стороны традиционных (семейных, религиозных) обычаев, которые зачастую относятся к недоверию или даже с осуждением к репродуктивному донорству. Особенно остро стоит эта проблема в религиозных сообществах. В докладе предполагается особо остановиться на отношении к репродуктивным технологиям со стороны различных религиозных конфессий.

**Ассистирование как способ преодолеть сложность морального выбора**

В то же время желание остаться лояльным к своему окружению нередко вступает в противоречие со стремлением иметь ребёнка и воспользоваться теми новыми возможностями, которые предлагают вспомогательные репродуктивные технологии. Ассистирование, осуществляемое специалистами, может помочь пациентам разобраться в системе их мотиваций и принять верное решение в экзистенциальной ситуации, найти компромисс между противоречивыми моральными ценностями и достичь баланса между требованиями традиционной морали и изменяющимися ценностями технологической эпохи.

*Подготовлено при финансовой поддержке гранта РФФИ №18-011-01082.*

**THE METAPHORICAL MEANING OF THE TERM "ASSISTED MORAL CHOICE"**

**(example of assisted reproductive technologies)**

**Mailenova Farida G., Doctor of Philosophy**

Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, [farida.mailenova@mail.ru](mailto:farida.mailenova@mail.ru)

**Working with information as a first step in assisting choices**

The study of metaphors as a way of understanding (interdisciplinary, interpersonal, intra-personal) within the framework of moral choice in situations of application of assisted reproductive technologies, aims to develop such principles of assistance that would allow to provide patients the most accurate information about the specifics of these technologies, their possibilities and possible side effects - both medical and moral-psychological plan.

This information can be fully provided by a specialist. However, patients often also need psychological help, as the choices they face are extremely difficult.

**The necessity of choosing between contradictory moral values**

Moral choice in a situation to which there are no ready-made solutions, as it is absolutely new for both the individual and the society, is especially difficult also because the problems associated with childbirth, touch upon the most important deep values of love, family, loyalty, which were earlier regulated by traditional means. Today, patients who have decided to use assisted reproductive technologies are under pressure from traditional (family, religious) attitudes, which often lead to distrust or even condemnation of reproductive donation. This problem is particularly acute in religious communities. The report will focus on the attitude of different religious denominations towards reproductive technologies.

**Assisting as a method of overcoming the complexity of moral choices**

At the same time, the desire to remain loyal to their environment often contradicts the desire to have a child and take advantage of the new opportunities offered by assisted reproductive technologies.

Assistance by specialists can help patients understand their motivation system and make the right decision in an existential situation, find a compromise between conflicting moral values and achieve a balance between the demands of traditional morality and the changing values of the technological age.

*The article was prepared with the financial support of the RFBR grant No.18-011-01082.*

## ВЛИЯНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПАРАМЕТРЫ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ДЕВУШЕК

Майстренко Е.В., Белошченко Д.В.

Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», Сургут, Россия; mev2670@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m1138.sudak.ns2020-16/309>

В настоящее время продолжает оставаться актуальным изучение особенностей восприятия человеком звуковой информации. Акустические воздействия на организм человека исследуются по трем основным направлениям: 1) влияние на орган слуха; 2) воздействие на функции отдельных органов и систем (сердечно-сосудистая, нервно-мышечная, пищеварительная, эндокринная системы, вестибулярный аппарат, и т. д.); 3) воздействие на организм человека в целом. Использование определенных звуковых воздействий может оказывать как неблагоприятное влияние на умственную и физическую работоспособность человека, так и положительное воздействие, вызывая активацию различных физиологических функций, например, в случае прослушивания динамической музыки при выполнении механической работы.

В работе изучались особенности реакции *нервно-мышечной системы* (НМС) человека по параметрам *треморграмм* (ТМГ) на акустическое воздействие. Производилась оценка динамики ТМГ правой кисти верхней конечности у группы девушек (студентки 2 курса, 30 человек) в спокойном состоянии, в условиях воздействия «белого» шума и классической музыки (динамичной).

Применялись статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием критериев Шапиро-Уилка (*Shapiro-Wilk's W test* для  $n < 50$ ) и Вилкоксона (*Wilcoxon matched pair test*). Закон Гаусса не подтвердился, поэтому дальнейшие исследования зависимостей производились с анализом значений медиан.

Было установлено, что средние значения медиан параметров ТМГ испытуемых увеличиваются после воздействия «белого» шума и классической музыки (в 75% и 87% случаев соответственно). Это доказывает статистическую неустойчивость ТМГ и может говорить об ответной реакции НМС девушек на акустическое воздействие. Полученный результат имеет ярко выраженные статистические различия ( $p < 0,05$ ).

Результаты исследования показали, что у девушек при воздействии акустических раздражителей повышается тонус скелетных мышц, увеличивается амплитуда физиологического тремора, что в свою очередь отражается на возрастании медиан. Таким образом, как «белый шум», так и классическая (динамичная) музыка способствуют повышению физиологической активности, что может быть полезно при выполнении динамической нагрузки (спортивной, трудовой деятельности), однако для интеллектуальной работы могут оказывать отвлекающее воздействие, повышать рассеянность и переключаемость внимания.

## IMPACT OF ACOUSTIC INFLUENCE ON THE NEURO-MUSCULAR SYSTEM OF WOMAN

Maystrenko Elena V., Beloshchenko Daria V.

Budget institution of higher professional education of the Khanty-Mansi Autonomous district – Yugra "Surgut state University", Surgut, Russia; mev2670@mail.ru

Currently, the study of the characteristics of human perception of sound information continues to be relevant. Acoustic effects on the human body are studied in three main areas: 1) the effect on the organ of hearing; 2) the impact on the functions of individual organs and systems (cardiovascular, neuromuscular, digestive, endocrine systems, vestibular apparatus, etc.); 3) effects on the human body as a whole. The use of certain sound effects can have an adverse effect on the mental and physical performance of a person, and a positive effect, causing the activation of various physiological functions, for example, when listening to dynamic music while performing mechanical work.

The work studied the characteristics of the reaction of the *neuromuscular system* (NMS) of a person according to the parameters of *tremorograms* (TMG) on acoustic impact. The dynamics of TMG of the right hand of the upper limb was assessed in a group of girls (2<sup>nd</sup> year students, 30 people) in a calm state, under the influence of "white" noise and classical music (dynamic).

Statistical methods for processing experimental data were used using the Shapiro-Wilk's (*Shapiro-Wilk's W test* for  $n < 50$ ) and Wilcoxon (*Wilcoxon matched pair test*) criteria. The Gauss law was not confirmed, so further studies of the dependencies were carried out with an analysis of the values of the medians.

It was found that the average values of the medians of the TMG parameters of a person increase after exposure to "white" noise and classical music (in 75% and 87% of cases, respectively). This proves the statistical instability of TMG and may indicate a response of the NMS of the girls to the acoustic impact. The obtained result has pronounced statistical differences ( $p < 0,05$ ).

The results of the study showed that in girls, when exposed to acoustic stimuli, skeletal muscle tone increases, the amplitude of physiological tremor increases, which in turn affects the increase in medians. Thus, both "white noise" and classical (dynamic) music contribute to an increase in physiological activity, which can be useful in performing dynamic loads (sports, work), however, they can have a distracting effect on intellectual work, increase distraction and switching attention.



## СУЩЕСТВЕННЫЕ МЕДЛЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ НЕЙРОНОВ СЛУХОВОЙ СИСТЕМЫ В ПРОЦЕССЕ ФОНОВОЙ ИМПУЛЬСАЦИИ

Макушевич И.В., Бибиков Н.Г.

АО Акустический институт имени акад. Н.Н. Андреева, [nbibikov1@yandex.ru](mailto:nbibikov1@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1139.sudak.ns2020-16/310>

Ранее нами были охарактеризованы статистические особенности фоновой активности нейронов стволовых ядер слуховой системы лягушки и слуховой коры кошки. Эта активность рассматривалась как временной точечный процесс. Помимо традиционных характеристик, описывающих подобные процессы (распределения межимпульсных интервалов, коэффициенты вариации этих интервалов, функции риска, автокорреляционные функции) мы широко использовали методы фрактального анализа. К ним мы относили изучение функциональных зависимостей факторов Фано (отношение дисперсии числа импульсов в определенном временном интервале к их среднему значению) и Аллана (нормализованная величина разности двух соседних интервалов между спайками) от длительности анализируемого интервала. Для чисто случайного процесса обе эти функции должны быть близки к единице независимо от интервала. В реальности разные нейроны существенно различались по поведению этих функций, причем у большинства нейронов они характеризовались степенной зависимостью от интервала с положительным показателем, варьирующем от 0,2 до 0,9, что указывало на хаотичность или фрактальность их поведения. Кроме того, мы использовали другую методику фрактального анализа, основанную на оценке временных изменений разности наибольшего и наименьшего значений интервалов между спайками. Этот метод выявил существование довольно длительных периодов, в течение которых процесс качественно оставался близким к случайному, после чего мог резко измениться, демонстрируя наличие тренда. В настоящей работе мы поставили задачу описать характер процесса раздельно на тех его участках, когда, в соответствии с анализом, на основе указанного метода, процесс является случайным и на тех, где выявляется тренд. В нескольких случаях результаты такого анализа оказались весьма убедительными. Так, нейроны, со степенными зависимостями факторов Фано и Аллана при регистрации активности в течение всего времени наблюдения, на участке регистрации без выявленного тренда могли проявлять квази-случайное поведение при незначительном отклонении этих факторов от единицы. На участке с выявленным трендом степенная зависимость этих факторов от интервала была выражена весьма ярко. Таким образом, принципиальные различия статистических характеристик фоновой активности могут наблюдаться не только у разных нейронов, но и у одной клетки в различные интервалы наблюдения. Указанные особенности могут оказаться существенными в процессе анализа этими нейронами сенсорной информации.

*Работа частично поддерживалась грантом РФФИ 19-04-00215*

## SIGNIFICANT SLOW CHANGES IN THE PARAMETERS OF NEURONS OF THE AUDITORY SYSTEM IN THE PROCESS OF BACKGROUND IMPULSATION

Makushevich Ilya V., Bibikov Nikolay G.

JSC Acoustic Institute named after acad. N.N. Andreev, [nbibikov1@yandex.ru](mailto:nbibikov1@yandex.ru)

Earlier, we characterized the statistical features of the background activity of neurons of the stem nuclei of the auditory system of frogs and the auditory cortex of cats. This activity was considered as a temporary point process. In addition to traditional characteristics describing point processes (distribution of interpulse intervals, coefficients of variation of these intervals, risk functions, autocorrelation functions), we widely used fractal analysis methods. We included the study of the functional dependences of the Fano factors (the ratio of the variance of the number of pulses in a specified time interval to their average value) and Allan (the normalized value of the difference between two adjacent intervals between commissures) on the duration of the analyzed interval. For a purely random process, both of these functions should be close to unity regardless of the interval. In reality, different neurons significantly differed in the behavior of these functions. In most neurons, they were characterized by a power-law dependence on the interval with a positive indicator varying from 0.2 to 0.9, which indicated the randomness or fractality of their behavior. In addition, we used another fractal analysis technique, based on the assessment of temporary changes in the difference between the largest and smallest values of the intervals between commissures. This method revealed the existence of rather long periods during which the process remained qualitatively close to random, after which it changed significantly, demonstrating the existence of a trend. Now, we set the task to describe the process separately in those periods where, following this analysis, the process was random, and in those periods where a trend was detected. In several cases, the results of this analysis have been very convincing. Thus, neurons with power-law dependencies of the Fano and Allan factors during activity recording during the entire observation time, in the registration period without a trend, could exhibit quasi-random behavior with only a slight deviation of these factors from unity. In the area with the identified trend, the power dependence of these factors on the interval was very pronounced. Thus, fundamental differences in the statistical characteristics of background activity can be observed not only in different neurons but also in one cell at different observation intervals. These features may turn out to be significant in the process of analysis of sensory information by these neurons.

*This study was partly supported by a grant from the Russian Foundation for Basic Research 19-04-00215.*

## **КАКИЕ КЛАССЫ СОЦИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ РЕШАЮТСЯ В ДЕТСКОМ ВОЗРАСТЕ В ПРОЦЕССЕ РЕЧЕЯЗЫКОВОЙ КОММУНИКАЦИИ**

**Маланчук И.Г.**

НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия; [cora1@inbox.ru](mailto:cora1@inbox.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1140.sudak.ns2020-16/311>

Освоение и эффективное использование речи и языка в раннем онтогенезе являются ключевыми социальными задачами. Сложность их определяется огромным количеством факторов: возможностями распознавания социальной информации, включая речь и язык; средовой модуляцией речевых, языковых, когнитивных процессов; формированием качества когнитивных способностей и их индивидуальной динамикой; содержанием полисубъектных взаимодействий, когда фактически с каждым человеком в социальном окружении требуется установить специфический коммуникативный стиль. Результатами такой сложнейшей когнитивной деятельности являются интегративные образы социальных взаимодействий – речи – языка как единицы социального мышления [Маланчук, 2009], когнитивные стратегии обработки социальной информации, навыки планирования коммуникации, поведенческие стратегии и тактики, становление метакогнитивной функции, включая социальную, речевую, языковую рефлексию, способность адаптироваться к новой социальной информации, формирование социального интеллекта.

Анализ социального сознания младших и старших дошкольников по их речи и языку (методика представлена в: [Маланчук, 2014], база данных – 5650 речевых единиц), показал, что в процессе речевого взаимодействия в дошкольном возрасте решаются следующие задачи: 1) базовая категоризация информации как социальной/несоциальной; 2) формирование представлений о социально значимых объектах; 3) формирование систем социальных сигналов, развитие их конвенциональных значений/смыслов, освоение этнокультурных и социокультурных систем сигналов; 4) развитие индивидуализированных форм поведения в отношении разных партнеров и совладающего поведения; 5) выражение предпочтений того или иного социального окружения и развитие спектра оснований социальных предпочтений на базе компонентов образов социальных субъектов; 6) понимание социально-психологического содержания речи и языка; 7) речевая и языковая рефлексия в процессе поиска речевых и языковых средств для адекватной интерпретации другими; 8) анализ интенционального компонента образа другого; 9) грубая и тонкая дифференциация социальных представлений вплоть до развития представлений о вариантах социальных событий и реагирования в типичных случаях; 10) формирование целостной и сложной (в ее иерархичности, дискретности/тесноте связей, разности и множественности оценок) системы социальных понятий и социального сознания; 11) социальное позиционирование на основе формирования конфликтующих структур социального сознания и их адаптации друг к другу – в вариантах принятия/трансформации/отторжения.

## **WHICH TYPES OF SOCIAL CHALLENGES ARE ADDRESSED IN EARLY AGE IN THE PROCESS OF SPEECH-LANGUAGE COMMUNICATION**

**Malanchuk Irina G.**

National Research Centre «Kurchatov Institute», Moscow, Russia; [cora1@inbox.ru](mailto:cora1@inbox.ru)

The development and effective use of speech and language in early ontogenesis are essential social tasks. Their complexity is determined by a huge number of factors: the recognition of various kinds of social information, which includes speech and language; environmental modulation of spoken, language, cognitive processes; the formation of the quality of cognitive abilities, the individual dynamics of their development; the content of multisubjective interactions, when in fact it is required to establish a specific communicative style with each person in the social environment. The results of such complex cognitive activity are integrative images of social interactions – speech – language as an element of social thinking [Malanchuk, 2009], cognitive skills and strategies for processing social information, skills for planning communicative events, behavioral strategies and tactics, the formation of metacognitive functions, including social, speech and language reflection, the ability to adapt to new social information and social situations, the formation of social intelligence.

Analysis of the social consciousness of younger and older preschoolers by their speech and language (the analysis technique is presented in: [Malanchuk, 2014], the database is 5650 speech samples), showed that the following tasks are solved in the process of speech interaction at the preschool age: 1) basic categorization of information as social / non-social; 2) the formation of ideas about socially significant objects; 3) the formation of social signal systems, the development of their conventional meanings, the development of ethnocultural and sociocultural signal systems; 4) the development of individualized forms of behavior in relation to different partners and coping behavior; 5) the expression of preferences of a particular social environment and the development of the spectrum of grounds for social preferences based on the image structures of social subjects; 6) understanding of the socio-psychological content of speech and language forms; 7) speech and language reflection, which is expressed when choosing speech and language means for an adequate interpretation by others; 8) the analysis of the intentional component of the image of another person, focus on the subject of perception; 9) the formation of certain social ideas, their crude and subtle differentiation up to the development of ideas about the options for social events and social responses in typical cases; 10) the formation of a holistic and complex (in its hierarchy, discreteness / tightness of connections, difference and multiplicity of estimates) system of social concepts and social consciousness; 11) social positioning based on a comparison of their ideas and those of partners, the formation of conflicting structures of social consciousness and their adaptation to each other - in the options of acceptance / transformation / rejection.

## ДИНАМИКА СОЦИАЛЬНОГО СОЗНАНИЯ В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ ПО ДАННЫМ ЯЗЫКА И РЕЧИ

Маланчук И.Г., Залевская А.Г.

НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия; КГПУ им. В.П. Астафьева, Красноярск, Россия;  
[cora1@inbox.ru](mailto:cora1@inbox.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1141.sudak.ns2020-16/312>

Исследования раннего онтогенеза – область, чрезвычайно значимая для понимания психического и психосоциального развития человека. Сложность происходящих когнитивных процессов, определенных, в том числе, системой(-ами) социальных взаимодействий, качеством социальных сред, невозможно недооценивать – точно так же, как и последствия социально-когнитивного развития в младенчестве – раннем детстве для последующих социальных и интеллектуальных достижений/ограничений в течение всей жизни человека (см. обзор по этой проблеме в: [Саскинд и др., 2018]).

Развитие социального сознания в раннем онтогенезе в мировой науке до сих пор не было предметом системных исследований. Нами разработана технология анализа социального сознания по речи и языку [Маланчук, 2014], получены данные о репертуаре социальных представлений (121 единица) и гендерных системах социального сознания в раннем возрасте [Денисова, 2015]. В настоящее время проведен анализ динамики этих систем на втором и третьем годах жизни (база данных – 320 единиц речи). Выявлены тенденции формирования и развития систем социальных представлений: гендерная разница центральных и периферийных областей социального сознания и их динамика, особенности взаимосвязи социальных представлений и формирование социальных понятий различной ёмкости, особенности структуры и содержания представлений о себе и другом. Согласно корреляционному анализу, на втором году жизни у мальчиков центральную область социального сознания составляют 22 социальных представления с количеством положительных и/или отрицательных взаимосвязей (валентностью) от 2 до 9, у девочек – 35 социальных представлений с валентностью от 2 до 6; на третьем году у мальчиков – 53 с валентностью от 2 до 11, у девочек – 43 с валентностью от 2 до 12, с изменением статуса, семантической ёмкости и системы взаимосвязей ранних представлений. Эти данные свидетельствуют о гендерных различиях развития речи и языка, механизмов когнитивной обработки социальной информации, динамики структур социального сознания, семантической ёмкости социальных понятий.

Следующие шаги в развитии темы – установление взаимосвязи социальных представлений с коммуникативными потребностями и типами речевых единиц; изучение социального сознания, репрезентированного в речи и языке, в отношении последующих возрастов в норме и при психопатологиях; исследование нейрокогнитивных сетей, обеспечивающих понимание и реализацию речи и языка с учетом социальных представлений и контекстов.

## DYNAMICS OF SOCIAL CONSCIOUSNESS IN EARLY ONTOGENESIS ACCORDING TO LANGUAGE AND SPEECH DATA

Malanchuk Irina G., Zalevskaya Anna G.

National Research Centre «Kurchatov Institute», Moscow, Russia; KSPU named after V.P. Astafiev,  
Krasnoyarsk, Russia; [cora1@inbox.ru](mailto:cora1@inbox.ru)

Research on early ontogenesis is an area that is extremely important for understanding the mental and psychosocial development of a human. The complexity of the ongoing cognitive processes which are determined, among other things, by the system(s) of social interactions, the quality of social media, cannot be underestimated, just like the consequences of social and cognitive development in infancy - early childhood influence subsequent social and intellectual achievements / limitations throughout a individual's life (see the review on this issue in: [Saskind et al., 2018]).

The development of social consciousness in early ontogenesis in the world science has not yet been the subject of systemic research. We have developed a technology for analyzing social consciousness in speech and language [Malanchuk, 2014], collected data on the repertoire of social representations (121 samples) and gender systems of social consciousness at an early age [Denisova, 2015]. Currently, an analysis of the dynamics of these systems in the second and third years of life has been carried out (database - 320 samples of speech). The trends in the formation and development of systems of social representations are identified: the gender difference between the central and peripheral areas of social consciousness and their dynamics, the features of the relationship of social representations and the formation of social concepts of different capacities, the structure and content of ideas about oneself and others. According to the correlation analysis, in two-year old boys, the central area of social consciousness is 22 social representations with the number of positive and / or negative relationships (valency) from 2 to 9, in two-year old girls - 35 social representations with a valency from 2 to 6; in the third year of life, boys - 53 with a valency of 2 to 11, girls - 43 with a valency of 2 to 12, with a change in status, semantic capacity and the system of relationships of early representations. These data indicate gender differences in the development of speech and language, the mechanisms of cognitive processing of social information, the dynamics of the structures of social consciousness and the semantic capacity of social concepts.

The next steps in the development of the topic are establishing the dynamics of the relationship of social representations with the system of communicative needs and types of speech units; the study of social consciousness, represented in speech and language, in relation to subsequent ages in normal and psychopathologies; the study of neurocognitive networks that provide understanding and implementation of speech and language taking into account social representations and social contexts.

### ИНТЕРЛЕЙКИН-12 И НЕЙРОИММУННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ.

Малашенкова И.К.<sup>1,2</sup>, Крынский С.А.<sup>1</sup>, Хайлов Н.А.<sup>1</sup>, Огурцов Д.П.<sup>1,2</sup>, Вавилова И.В.<sup>3</sup>, Чекулаева Е.И.<sup>1</sup>,  
Захарова Н.В.<sup>4</sup>, Кайдан М.А.<sup>4</sup>, Ушаков В.Л.<sup>1</sup>, Карташов С.И.<sup>1</sup>, Дидковский Н.А.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>НИЦ «Курчатовский Институт», Москва, Россия. <sup>2</sup>ФНКЦ физико-химической медицины ФМБА России, Москва, Россия. <sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА — Российский технологический университет». <sup>4</sup>ГБУЗ ПГБ №1 им. Н.А. Алексеева ДЗМ, Москва, Россия; [malashenkova.irina@bk.ru](mailto:malashenkova.irina@bk.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1142.sudak.ns2020-16/313>

Нами в предыдущих работах были получены данные о наличии системного воспаления и иммунных расстройств при шизофрении (ШЗ). По данным литературы, при ШЗ повышен уровень димерного цитокина IL-12 p40 p70, причем объем серого вещества у больных имеет обратную корреляцию с концентрацией цитокина. Целью данной работы являлось изучение параметров системного иммунитета, клинических и нейрофизиологических (МРТ) показателей больных ШЗ для получения новых данных о нейроиммунных взаимодействиях при данном заболевании. В исследование включены 60 больных (19-43 лет) после 2 недель терапии и 30 добровольцев контрольной группы. Исследовали уровни маркеров системного воспаления (циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК), С-реактивный белок (СРБ), кортизол), уровень цитокинов IL-1 $\beta$ , TNF $\alpha$ , IL-6, IL-8, IL-10, IFN $\gamma$  и IL-12 (p40, p70) методом ELISA. МРТ-исследование проводилось с использованием прибора Magnetom Verio 3T (Siemens, Germany), анатомические данные высокого разрешения получали на основе T1-взвешенных изображений. На расширенной выборке больных было обнаружено, что, несмотря на клиническое улучшение после стационарного лечения, у больных сохранялись маркеры системного воспаления и некоторые признаки активации гуморального иммунитета. Так, при шизофрении были достоверно увеличены уровни ЦИК (113,33 $\pm$ 18,44 и 81,25 $\pm$ 12,09,  $p < 0,05$ ), СРБ (10,64 $\pm$ 3,88 и 2,81 $\pm$ 1,91,  $p < 0,05$ ), и провоспалительного цитокина IL-8 (80,51 $\pm$ 24,65 и 20,0 $\pm$ 7,16,  $p < 0,05$ ). При оценке взаимосвязей клинических характеристик ШЗ с иммунными показателями впервые было обнаружено, что у больных наблюдавших более года, ответ позитивных симптомов (бред, псевдогаллюцинации) на лечение (снижение их выраженности более чем на 30%) ассоциирован с повышением уровня мономера IL-12p40 ( $p < 0,05$ ), который является функциональным антагонистом IL-12 p40 p70. Также было впервые выявлено, что уровень IL-12p40 положительно коррелирует с рядом показателей структурной МРТ ( $p < 0,05$ ). Таким образом, выявлена ассоциация уровня IL-12p40 с клиническим течением шизофрении и структурными изменениями мозга. Полученные новые данные указывают на возможную роль интерлейкина-12 в нейроиммунных взаимодействиях при шизофрении и на важность дальнейших междисциплинарных исследований в данном направлении.

*Работа выполнена при поддержке Национального исследовательского центра «Курчатовский Институт» (приказ № 1361 от 25 июня 2019 г.), с частичной поддержкой Российского фонда фундаментальных исследований (грант 17-29-02518 офу\_м).*

### IL-12 LEVELS AND NEUROIMMUNE INTERACTIONS IN PATIENTS WITH SCHIZOPHRENIA.

Malashenkova I.K.<sup>1,2</sup>, Krynskiy S.A.<sup>1</sup>, Hailov N.A.<sup>1</sup>, Ogurtsov D.P.<sup>1,2</sup>, Vavilova I.V.<sup>3</sup>, Chekulaeva E.I.<sup>1</sup>,  
Zaharova N.V.<sup>4</sup>, Kaydan M.A.<sup>4</sup>, Ushakov V.L.<sup>1</sup>, Kartashov S.I.<sup>1</sup>, Didkovsky N.A.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>NRC "Kurchatov Institute", Moscow, Russia. <sup>2</sup>FSCC of physical-chemical medicine, Moscow, Russia. <sup>3</sup>MIREA - Russian Technological University, Moscow, Russia. <sup>4</sup>State Psychiatric Hospital №1 of Moscow Department of Health, Moscow, Russia

In our previous works we have shown that patients with schizophrenia have signs of systemic inflammation and immune disturbances. According to data of other researchers, the patients have elevated levels of the dimeric cytokine IL-12 p40 p70, and levels of the cytokine correlate negatively with grey matter volume in the patients. The aim of this work was to study the parameters of systemic immunity, clinical and neurophysiological (MRI) characteristics of patients with schizophrenia to obtain new data on the neuroimmune interactions in schizophrenia. The study included 30 patients aged 19-43 years and 30 volunteers of the control group. We studied the levels of markers of systemic inflammation (circulating immune complexes (CICs), C-reactive protein (CRP), cortisol), the content of cytokines IL-1 $\beta$ , TNF $\alpha$ , IL-6, IL-8, IL-10, IFN $\gamma$  and IL-12 (p40, p70) by ELISA. It was found that, despite the clinical improvement under the influence of treatment, the majority of schizophrenic patients had increased levels of systemic inflammation markers, as well as some signs of activation of humoral immunity. The level of circulating immune complexes (CICs) was significantly increased in schizophrenia (113.33  $\pm$  18.44 and 81.25  $\pm$  12.09,  $p < 0.05$ ). In addition, the level of C-reactive protein (CRP) was increased in patients (10.64  $\pm$  3.88 and 2.81  $\pm$  1.91,  $p < 0.05$ ), as well as the level of proinflammatory cytokine IL-8 (80.51  $\pm$  24.65 and 20.0  $\pm$  7.16,  $p < 0.05$ ). When assessing the relationship of clinical characteristics with specific immune parameters, it was first found that in patients observed for more than a year, the response of positive symptoms (delusions, pseudohallucinations) to treatment (a decrease in the severity of symptoms by more than 30%) is associated with a significant ( $p < 0.05$ ) increase in IL-12 p40. In addition, it was revealed that the level of IL-12 p40 positively correlates with a number of structural MRI scores ( $p < 0.05$ ). Thus, the level of IL-12 p40 was associated with the clinical course of schizophrenia and structural changes in the brain. The new data obtained suggest a putative role of IL-12 in neuroimmune interactions in schizophrenia and the importance of further interdisciplinary research in this direction. This work was supported by the Kurchatov Institute National Research Center (order No. 1361 of June 25, 2019), with partial support from the Russian Foundation for Basic Research (grant 17-29-02518 ofi\_m).



## ПАТТЕРНЫ СЕНСОРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА (РАС)

Мамохина У.А.<sup>1</sup>, Тюшкевич С.А.<sup>1</sup>, Переверзева Д.С.<sup>1</sup>, Салимова К.Р.<sup>1</sup>, Данилина К.К.<sup>1</sup>,  
Горбачевская Н.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный психолого-педагогический университет», Москва, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научный центр психического здоровья», Москва, Россия; [uliana.mamokhina@gmail.com](mailto:uliana.mamokhina@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1143.sudak.ns2020-16/314>

Особенности сенсорного восприятия встречаются у детей с РАС чаще, чем у типично развивающихся детей. Сенсорные особенности при РАС можно объединить в четыре поведенческие категории (паттерны сенсорного реагирования): гиперреактивность / гиперчувствительность (HYPER), гипореактивность / гипочувствительность (HYPO), сенсорные интересы и поиск сенсорных ощущений (SIRS), и усиленное восприятие (EP).

Целью исследования было изучение паттернов сенсорного реагирования у детей с РАС младшего школьного возраста. Для оценки сенсорных особенностей использовался Опросник сенсорного восприятия 3.0 (The Sensory Experiences Questionnaire, SEQ-3.0). В исследовании принял участие 41 учащийся 1-2 классов школьно-дошкольного отделения ФРЦ по организации комплексного сопровождения детей с расстройствами аутистического спектра МГППУ (возраст от 6 лет 8 месяцев до 10 лет 8 месяцев). Для отбора детей с РАС, помимо клинического диагноза, использовался План диагностического обследования при аутизме 2 (Autism Diagnostic Observation Schedule, ADOS-2): в исследуемую группу вошли испытуемые с диагностическими категориями «аутизм» и «спектр аутизма». Также был оценен индекс невербального интеллекта (NVI) всех испытуемых с использованием батареи тестов Кауфман (Kaufman Assessment Battery for Children II, KABC-II).

Был получен профиль сенсорных паттернов в исследованной группе и отдельно в двух подгруппах, сформированных по уровню невербального интеллекта.

В подгруппе детей с условно нормативным невербальным интеллектом (NVI  $\geq 70$  баллов) наиболее выраженным оказался паттерн усиленного восприятия, наименее выраженным - паттерн гипочувствительности.

Испытуемые со сниженным уровнем невербального интеллекта (NVI  $< 70$  баллов) имели иной профиль. Паттерны гиперчувствительности, поиска сенсорных ощущений и усиленного восприятия были выражены одинаково, в то время как паттерн гипочувствительности - достоверно ниже.

При этом подгруппы достоверно отличаются между собой только по уровню выраженности паттерна усиленного восприятия (он ниже у испытуемых со сниженным невербальным интеллектом).

Таким образом, профиль сенсорных паттернов у младших школьников с РАС связан с уровнем невербального интеллекта. У испытуемых со сниженным показателем НИ выраженность паттерна усиленного восприятия достоверно ниже.

*Работа поддержана грантом РФФИ №19-013-00750.*

## SENSORY PATTERNS IN ELEMENTARY SCHOOLCHILDREN WITH AUTISTIC SPECTRUM DISORDERS (ASD)

Mamokhina Uliana A.<sup>1</sup>, Tyushkevich Svetlana A.<sup>1</sup>, Pereverzeva Daria S.<sup>1</sup>, Salimova Ksenia R.<sup>1</sup>,  
Danilina Kamilla K.<sup>1</sup>, Gorbachevskaya Natalia L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Mental health research center, Moscow, Russia; [uliana.mamokhina@gmail.com](mailto:uliana.mamokhina@gmail.com)

Sensory features are more common in children with autism spectrum disorder (ASD) than in typically developing children. Sensory features among children with ASD constellate into four distinct behavioral categories (sensory response patterns): hyperresponsiveness (HYPER), hyporesponsiveness (HYPO), sensory interests, repetitions and seeking behaviors (SIRS) and enhanced perception (EP).

The aim of this work was to study sensory patterns in elementary schoolchildren with ASD. To measure sensory features The Sensory Experiences Questionnaire (SEQ-3.0) was used. The study involved 41 students of 1-2 grades (aged 6 y 8 m - 10 y 8 m) of the preschool and primary school educational departments of the Federal Resource Center for Organization of Comprehensive Support to Children with Autism Spectrum Disorders (FRC MSUPE). To confirm the diagnosis of ASD the Autism Diagnostic Observation Schedule (ADOS-2) was used. The study group included subjects with the diagnostic categories of "autism" and "spectrum of autism". A Nonverbal Index (NVI) of all participants was measured by the Kaufman Assessment Battery for Children II (KABC-II).

The profiles of sensory patterns were obtained for the total study group and separately for two subgroups divided by the level of NVI.

In the subgroup of children with conditionally normative nonverbal intelligence (NVI  $\geq 70$  points) the most pronounced pattern was enhanced perception, the least pronounced was hyporesponsiveness.

Subjects with a lower level of nonverbal intelligence (NVI  $< 70$  points) had a different profile. The patterns of hyperresponsiveness, SIRS, and enhanced perception were expressed in the same level, while the pattern of hyporesponsiveness was significantly lower.

The subgroups reliably differ from each other only in terms of the expression of the pattern of enhanced perception (it is lower in subjects with lower NVI).

Thus, the profile of sensory patterns in elementary schoolchildren with ASD is related to the level of nonverbal intelligence. In subjects with a lower NVI, the severity of the pattern of enhanced perception is significantly lower.

*This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research №19-013-00750.*

## ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИММУНОТЕРАПИИ В ЛЕЧЕНИИ ГЛИОБЛАСТОМ

Мамченков Д.О., Гурская О.Е.

Федеральное бюджетное военное образовательное учреждение  
«Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова»

<https://doi.org/10.29003/m1144.sudak.ns2020-16/315>

Биологическая иммунотерапия опухолей мозга – это новейший метод борьбы с раковыми поражениями. Ключевой особенностью этой методики является то, что она применима при лечении всех форм новообразований на любом этапе прогрессирования. Но есть определённые проблемы в применении этого метода, и здесь речь идёт не только о мутациях клеток опухоли, смены антигенного состава и местной иммуносупрессии. В центральной нервной системе возникает феномен «иммунологической привилегированности», согласно которому полноценному функционированию иммунной системы препятствуют анатомические и физиологические особенности ЦНС.

Эффективность препаратов противоопухолевых моноклональных антител зависит от многих факторов, включая стабильность и доступность антигенов, плотность их распределения в опухоли. В нормальных условиях функционирования ГЭБ не проницаем для антител, но эндотелиальные клетки новообразованных опухолевых сосудов соединены неплотно, давая возможность антителам проникать в опухоль. Также разработаны способы повышения проницаемости ГЭБ при помощи агонистов брадикинина, фокусированного ультразвука, озонированного физиологического раствора и др.

Примерами неспецифического варианта иммунотерапии могут служить применение цитокинов (IL-2, IFN-α), лимфокин-активированных киллерных (ЛАК) клеток и полиадьювантов, тогда как примерами антигенспецифического варианта является использование антигенспецифических цитотоксических Т-клеток, полученных при активации лимфоцитов *ex vivo* в присутствии опухолевых антигенов, а также различные протоколы иммунизации опухолевыми антигенами, на основе пептидов, дендритных и опухолевых клеток. Предполагается, что сочетание представленных вариантов между собой повышает эффективность иммунотерапии. Здесь применяются такие препараты, как: 1) DCVax-L (дендритная клеточная вакцина) – медикамент, создающийся из онкоклеток самого больного; 2) Rindoperimut (CDX-110) – это пептидная вакцина, направленная против рецепторов к эпидермальному фактору роста; 3) ICT-107 (дендритная клеточная вакцина) – мишенью вакцины служат шесть опухолевых антигенов (HER2/neu, TRP-2, gp100, MAGE-1, IL13R2 и AIM-2), вовлеченных в развитие клеток глиобластомы. На сегодняшний день данные препараты проходят клинические исследования, но эти препараты – будущее в терапии неоперабельных глиобластом.

## INNOVATIVE METHODS OF IMMUNOTHERAPY IN THE TREATMENT OF GLIOBLASTOMA

Mamchenkov Dmitriy O., Gurskaya Olesya E.

Federal budgetary educational institution of higher military education "Military Medical Academy named after SM Kirov" of the Russian Ministry of the Defense

Biological immunotherapy of brain tumors is a new method of fight with cancer. The main characteristic of this method is using its in treatment of all tumor's forms at any stage of progression. But there are some troubles in applying this method, and here we are talking not only about mutations in cancer's cells, change of antigenic composition and local immunosuppression. There is a "immunological privilege" phenomenon in central nervous system, according to which the anatomical and physiological characteristics of the central nervous system inhibit full functioning of the immune system.

The efficiency of antitumor monoclonal antibodies depends on a lot of factors, including stability and availability of antigens, density of their distribution in the tumor. The blood-brain barrier isn't permeable for antibodies in normal conditions, but the endothelial cells of the newly formed tumor's vessels have loose contact between them, what give a chance for antibodies to seep in the tumor. There are also were depended methods rising permeability of the blood-brain barrier by means of bradykins' agonists, focused ultrasound, ozonized saline etc.

The examples of immunotherapy's non-specific option are using of cytokines (IL-2, IFN-α), lymphokine-activated killer (LAK) cells and polyadjuvates, whereas the examples of antigen-specific option are application of antigen-specific cytotoxic T cells, having been given when lymphocytes are activated *ex vivo* with tumor's antigens, and a different tumor antigen immunization protocols the peptides, dendritic and tumor cells based. The combination of this options between themselves is supposed to increase the effectiveness of immunotherapy. There are the treatments being used such as: 1) DCVax-L (dendritic cell vaccine) – the treatment, being created from tumor's cells of the patient; 2) Rindopepimut – the peptide vaccine being directed versus epidermal growth factor receptors; 3) ICT-107 (dendritic cell vaccine) – six tumor's antigens (HER2/neu, TRP-2, gp100, MAGE-1, IL13R2 and AIM-2) are the target of this vaccine being involved in the growth of glioblastoma's cells. These drugs are being tested now, but it is a future in the therapy of inoperable glioblastomas.

## ОНКОБЕЛКИ В ДИАГНОСТИКЕ ГЛИОМ

Мамченков Д.О., Гурская О.Е.

Федеральное бюджетное военное образовательное учреждение  
«Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова»

<https://doi.org/10.29003/m1145.sudak.ns2020-16/315-316>

Глиомы представляют собой гетерогенную группу опухолей нейроэпителиального происхождения, которые развиваются из клеток глии: астроцитарные глиомы – из астроцитов, олигодендроглиальные – из олигодендроцитов, эпендимарные – из клеток эпендимы, смешанные (например, олигоастроцитомы) –

из клеток разных типов глии. Для диагностики и различия видов опухолей используют иммуногистохимический анализ, в котором используются антитела против определённых маркеров, строго специфичных для глиальных опухолей. Такими маркерами являются кислый глиальный фибриллярный белок (основной маркер для всех видов глиальных опухолей), маркер глиальных клеток белок S-100 (анapластическая астроцитома, глиобластома), виментин, основной белок миелина (олигодендроглиома) и др. Многие опухолевые клетки способны синтезировать те факторы роста, к которым они чувствительны (например, глиобластомы вырабатывают PDGF и одновременно экспрессируют рецептор к нему). Усиление пролиферации под действием фактора роста вносит свой вклад в развитие злокачественного фенотипа путём увеличения количества спонтанных или индуцированных мутаций в пуле пролиферирующих клеток. Некоторые онкопротеины могут имитировать функции различных нормальных цитоплазматических компонентов внутриклеточной передачи сигнала от рецепторов фактора роста, некоторые функционируют как факторы транскрипции, а некоторые являются дисрегулируемыми циклинами. Знания о функциях онкопротеинов позволяют нам с высокой точностью диагностировать разновидность опухоли с помощью иммуногистохимического анализа. Исследование глиобластомы показало яркую позитивную реакцию на КГФБ, белок S100, виментин, p53. При этом КГФБ и S100 (маркеры глиальных клеток) негативны в сосудах, а виментин – позитивен (маркер мезенхимальных клеток, шванновских клеток). С целью ИГХ-верификации олигодендроглиомы, помимо исследования экспрессии специфических для мозговой ткани протеинов (КГФБ, белок S100), в панель маркеров необходимо включать MBP (основной белок миелина, myelin basic protein), показывающий яркую равномерную позитивную реакцию. На степень анаплазии олигодендроглиальной опухоли указывают реакции на Ki-67 и белок p53, которые нарастают при малигнизированных формах бластом. Различия иммуногистохимических характеристик увеличивают точность патоморфологической диагностики подвидов глиом. Это играет определяющую роль при долгосрочном прогнозе жизни больного после комбинированного лечения.

### **ONCOPROTEINS IN THE DIAGNOSIS OF GLIOBLASTOMAS**

**Mamchenkov Dmitriy O., Gurskaya Olesya E.**

Federal budgetary military educational institution "Military Medical Academy named after S.M. Kirov"

Gliomas are the heterogeneous group of neuroepithelial tumor, which develops from the cells of glia: the astrocytic gliomas are from astrocytic cells, the oligodendroglial gliomas are from oligodendroglial cells, the ependymal gliomas are from the ependymal cells, the mixed gliomas (for example, oligoastrocytoma) are from cells of different types of glia. The linked immunosorbent assay is used for diagnostics and distinction of tumor's kinds, where the antibodies are used versus the specific marker, strictly specific for glia's tumors. Such markers are acidic glial fibrillar protein (the main marker of all types of the glia's tumors), the marker of glia's cells protein S-100 (anaplastic astrocytoma, glioblastoma), vimentine, the main protein of myelin (oligodendrogloma) etc. A lot of tumor's cells can synthesize those growth factors, to which they are sensitive (for example, glioblastomas produce PDGF and express receptors to him together). The increased proliferation under the influence of growth factors contributes in development of tumor's phenotype by increase of quantity of spontaneous and induced mutations in the pool of proliferating cells. Some oncoproteins can imitate the functions of different normal cytoplasmic component of the intracellular signal transmission from the receptors of growth factors, some function as a transcription factors, and some are unregulated cyclins. The knowledge about oncoproteins' functions let us to diagnose by immunohistochemical analysis the type of tumor with high accuracy. The research of glioblastoma showed a bright positive reaction on AGFP, protein S-100, vimentin, p53. Herewith AGFP and S-100 are negative in vessels, and vimentin is positive (it's the marker of glia and Schwann cells). The MBP (myelin basic protein) necessary includes in marker bar except research of expression specific proteins for brain tissue for immunohistochemical study of oligodendrogloma, showing the bright uniform positive reaction. The reactions on Ki-67 and protein p53 point on the stage of anaplasia of oligodendroglial tumor, which grow up at malignant forms of blastomas. The differences immunohistochemical characteristics increase accuracy pathomorphological diagnosis of different types of gliomas. It plays the main role in long-term prognosis of patient's life after the combination treatment.

### **ВЛИЯНИЕ ПРОВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ ПРОВОКАЦИИ В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ НА СОСТОЯНИЕ МИКРОГЛИИ В МОЗГЕ КРЫС ЮВЕНИЛЬНОГО ВОЗРАСТА**

**Манолова А.О., Степанчиков М.Ю., Аниол В.А., Квичанский А.А., Гуляева Н.В.;**

ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия;  
anna.tishkina@phystech.edu

<https://doi.org/10.29003/m1146.sudak.ns2020-16/316-317>

Инфекционные болезни, перенесенные в раннем детском возрасте, могут приводить к неблагоприятным последствиям, среди которых называют расстройства депрессивного и аутистического спектра. Для выяснения механизмов этого явления используют модель неонатального провоспалительного стресса (НПС). В этой модели крысы получают инъекцию бактериального липополисахарида (ЛПС) или физ. раствора на 3 и 5 постнатальные дни (ПД). В работах нашей лаборатории показано, что такая манипуляция действительно приводит к депрессивно подобному поведению в более позднем возрасте (1 и 3 месяца). Среди механизмов, приводящих к развитию депрессивно подобного поведения называют и нейровоспаление, т. е. повышенную активацию микроглиальных клеток. В данном эксперименте мы хотели выяснить, влияет ли НПС на состояние микроглии в отставленный период, что даст основание предполагать ее участие в механизме проявления депрессивно подобного поведения. Для этого мы брали крысят на 18 и 30 ПД и исследовали морфологические и молекулярные показатели состояния микроглии. В качестве морфологических показателей были использованы: плотность популяции клеток и фрактальная размерность клетки (отражающая меру ее активации); в качестве молекулярных показателей использовали



данные ПЦР для фракталкина и его рецептора (основной медиатор взаимодействия между клетками микроглии и нейронами).

Мы обнаружили, что на исследованных сроках происходит уменьшение числа клеток микроглии с возрастом, независимо от перенесения НПС. У самок фрактальная размерность микроглиальных клеток была ниже, чем у самцов, что говорит о некоей базовой большей активированности. НПС приводил к изменениям микроглиальных клеток преимущественно у самцов, причем этот эффект с возрастом уменьшался. Все указанные эффекты были более выражены в полях CA1 и CA3 гиппокампа, чем в хилусе зубчатой фасции. Данные ПЦР фракталкина и его рецептора подкрепляют обнаруженные эффекты НПС.

Таким образом, НПС приводит к долговременным изменениям состояния микроглии в мозге крыс. Эти изменения специфичны относительно структуры мозга и пола животного. Полученные сведения позволяют предполагать участие микроглии в проявлении депрессивно подобного поведения, вызванного НПС, с учетом обнаруженной специфики.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 19-75-00063.*

#### **INFLUENCE OF PROINFLAMMATORY PROVOCATION IN EARLY ONTOGENESIS ON THE STATE OF MICROGLIA IN ADOLESCENT RAT BRAIN**

**Manolova Anna O., Stepanichev Mikhail Y., Aniol Viktor A., Kvichanskiy Alexey A., Gulyaeva Natalia V.;**  
Institute of higher nervous activity and neurophysiology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;  
anna.tishkina@phystech.edu

Infectious diseases in early childhood can lead to adverse consequences, including disorders of the depressive and autistic spectrum. To find out the mechanisms of this phenomenon, the model of neonatal proinflammatory stress (NPS) is used. In this model the rats receive an injection of bacterial lipopolysaccharide (LPS) or saline at 3 and 5 postnatal days (PD). In previous work we have shown that such manipulation actually leads to depressive-like behavior at a later age (1 and 3 months). Neuroinflammation is considered to participate in the mechanisms that lead to the development of depressive-like behavior. In the experiment presented we tried to find out whether microglia is involved in the manifestation of depressive-like behavior which we have seen in the previous experiments. We used brains from 18 and 30 PD aged rats to study morphological and molecular features of the microglial state. Cell population density and the fractal dimension of the cell (as its activation score) were used as morphological parameters. PCR data for fractalkine and its receptor - CX3CR1 (as the main mediator of interaction between microglia cells and neurons) were used as molecular indicators.

For the time-points investigated we revealed a reduction in the number of microglial cells with age. In females, the fractal dimension of microglial cells was lower than in males indicating some basal activation. NPS led to changes in microglial cells mainly in males, and this effect decreases with age. All these effects were more pronounced in the CA1 and CA3 subfields of the hippocampal formation than in the hilus of the dentate gyrus. Fractalkine and its receptor PCR data reinforces the observed effects of NPS.

Thus, NPS leads to long-term changes in the state of microglia in the rat brain. These changes are specific both for the brain structure and for the sex of the animal. The data obtained suggest the participation of microglia in the manifestation of depressive-like behavior caused by NPS, taking into account the revealed specificity.

*The work is supported by the RSF grant no. 19-75-00063.*

#### **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОНОВ МЕДИОБАЗАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ГИПОТАЛАМУСА ПРИ СТАРЕНИИ.**

**Маслюков П.М., Моисеев К.Ю., Спиричев А.А., Емануйлов А.И.**

Ярославский государственный медицинский университет. Ярославль, Россия; mpm@ysmu.ru

<https://doi.org/10.29003/m1147.sudak.ns2020-16/317-318>

Гипоталамус — филогенетически старый отдел промежуточного мозга, который играет важную роль в поддержании постоянства внутренней среды и обеспечении интеграции функций автономной, эндокринной, соматической систем. Есть предположение об участии гипоталамуса в механизмах старения, при этом важная роль отводится средней группе ядер, включая вентромедиальное (ВМЯ) и дорсомедиальное (ДМЯ) ядра гипоталамуса.

Целью исследования являлся анализ импульсной электрической активности отдельных нейронов в ВМЯ и ДМЯ гипоталамуса у самцов молодых (2-3 месяца) и старых (2-2,5 года) крыс.

Методы исследования. Нейронная активность исследовалась электрофизиологически *in vivo* с соблюдением основных биоэтических правил. Регистрация импульсации отдельных нейронов ВМЯ и ДМЯ осуществлялась при помощи стереотаксически вводимых вольфрамовых микроэлектродов экстраклеточно с использованием усилителя переменного тока, полученные данные оцифровывались с частотой 20 кГц аналого-цифровым преобразователем CED Micro 1401-3 (Великобритания) под управлением программы Spike 2 (Великобритания).

Результаты показали, что нейроны обоих ядер функционально гетерогенны и различаются по характеру фоновой и вызванной активности. В ВМЯ и ДМЯ выделялись нейроны с регулярной ритмичностью, случайной активностью, с прерывистыми залпами из двух-трех спайков и нейроны с осцилляторной активностью у молодых и старых крыс. У всех крыс в ДМЯ большинство составляли нейроны с нерегулярной активностью, в ВМЯ - нейроны с нерегулярной активностью и с залпами 2-3 импульса. Средняя частота импульсации в ВМЯ составляла  $3,7 \pm 0,21$  имп/с, в ДМЯ -  $3,1 \pm 0,36$  имп/с. С возрастом частота разрядов нейронов гипоталамуса достоверно снижалась до  $2,2 \pm 0,25$  имп/с в ВМЯ и до  $2,1 \pm 0,18$  в ДМЯ.

Таким образом, при старении происходит уменьшение частоты импульсации в нейронах ВМЯ и ДМЯ гипоталамуса, отвечающих за регуляцию метаболических процессов.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №19-15-00039).*



### FUNCTIONAL FEATURES OF NEURONS OF THE MEDIABASAL COMPLEX OF THE HYPOTHALAMUS IN AGING

**Masllukov Petr M., Moiseev Konstantin Yu., Spirichev Andrey A., Emanuilov Andrey I.**  
Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia, mpm@ysmu.ru

The hypothalamus is a phylogenetically old part of the diencephalon, which plays an important role in maintaining the constancy of the internal environment and ensuring the integration of the functions of the autonomous, endocrine and somatic systems. There is an assumption about the participation of the hypothalamus in the aging mechanisms, while an important role is given to the middle group of nuclei, including the ventromedial (VMH) and dorsomedial (DMH) nuclei of the hypothalamus.

The aim of the study was to analyze the pulsed electrical activity of individual neurons in the VMH and DMH of the hypothalamus in male young (2-3 months) and aged (2-2.5 years) rats.

Methods. Neural activity was studied electrophysiologically in vivo in compliance with basic bioethical rules. The impulsion of individual VMH and DMH neurons was recorded using stereotactically inserted tungsten microelectrodes extracellularly using an AC amplifier, and the data were digitized at a frequency of 20 kHz by an analog-to-digital converter CED Micro 1401-3 (UK) under the control of the Spike 2 program (UK).

The results showed that the neurons of both nuclei are functionally heterogeneous and differ in the nature of the background and evoked activity. In the VMH and DMH, neurons with regular rhythm, random activity, with intermittent volleys of two or three spikes, and neurons with oscillatory activity were identified in young and old rats. In the DMH of all rats, the most of neurons had irregular activity, and in the VMH, the vast majority of neurons had irregular activity and volleys of 2-3 pulses. The average impulse frequency in the VMH was  $3.7 \pm 0.21$  imp/s, in DMH -  $3.1 \pm 0.36$  imp/s. With age, the discharge frequency of hypothalamic neurons significantly decreased to  $2.2 \pm 0.25$  imp/s VMH and up to  $2.1 \pm 0.18$  in DMH.

Thus, with aging, there is a decrease in the frequency of impulses in the neurons of VMH and DMH of the hypothalamus, which are responsible for the regulation of metabolic processes.

*The study was carried out with a grant from the Russian Science Foundation (project No. 19-15-00039).*

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ ФЕРМЕНТОВ. ИЗУЧЕНИЕ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСОВ НИКЕЛЯ И ЖЕЛЕЗА МЕТОДОМ АСМ

**Матиенко Л.И., Миль Е.М., Бинюков В.И., Албантова А.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Емануэля РАН, Москва, Россия; [matienko@sky.chph.ras.ru](mailto:matienko@sky.chph.ras.ru), [mila.matienko@yandex.ru](mailto:mila.matienko@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1148.sudak.ns2020-16/318-319>

Нами предложен новый подход к изучению методом АСМ супрамолекулярных комплексов и возможной роли водородных связей при образовании наноструктур металлокомплексов, моделирующих активные центры ферментов. Образование этих структур происходит за счет не ковалентных межмолекулярных взаимодействий, и в определенной степени отражает строение комплексов, участвующих в механизмах ферментативного катализа. Ферменты Ациредуктон Диксигеназы Ni(Fe)-ARD участвуют в пути рециркуляции метионина, универсальном пути превращения серосодержащих метаболитов в метионин. Мы предположили, что различная активность Ni(Fe)-ARD по отношению к общим субстратам (Ациредуктон (ARD) и O<sub>2</sub>) объясняются самоорганизацией катализаторов в различные супрамолекулярные структуры за счет межмолекулярных H-связей. Мы впервые высказали предположение, что в случае функционирования Ni(Fe)-ARD необходимо учитывать роль второй координационной сферы, включающей Тур-фрагмент. Формирование стабильных нанок комплексов на модифицированной кремниевой поверхности, на основе гетеролигандных комплексов никеля и железа, {Ni(acac)<sub>2</sub>-Tyr-His}, Fe<sup>III</sup><sub>x</sub>(acac)<sub>y</sub>Tyr<sub>m</sub>His<sub>n</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>p</sub> (Tyr=L-Тирозин, His=L-Гистидин), являющихся структурными и функциональными моделями Ni(Fe)-ARD могут объяснить участие Тур- и His-фрагментов в регулировании активности двух ферментов. Полученные нами методом АСМ результаты могут приблизить нас к пониманию механизма функционирования Ni(Fe)-ARD Диксигеназ, регуляторной функции Тур- и His-фрагментов в цикле синтеза метионина и CO, способствующего поддержанию нормального гомеостаза.

Основываясь на литературных данных о регуляторной роли Тур-фрагмента в функционировании ферментов (гемовых белков) семейства P450, можно было ожидать формирование наноструктур на модифицированной кремниевой поверхности за счет H-связей на основе модельных систем. Мы действительно наблюдали самоорганизацию систем {Hem+Tyr+His} (Hem=Гемин.) в стабильные наноструктуры (h~30 nm).

*Работа получила финансовую поддержку РАН 14П, Номер НИОКТР: AAAA-A17-117121920169-0.*

### MODELING THE ACTION OF ENZYMES. THE RESEARCH OF SUPRAMOLECULAR STRUCTURES BASED ON NICKEL AND IRON COMPLEXES BY AFM

**Matienko Ludmila I., Mil Elena M., Binyukov Vladimir I., Albantova Anastasia A.**

Federal State Budgetary Institution of Science N.M. Emanuel Institute of Biochemical Physics of RAS,  
Moscow, Russia; [matienko@sky.chph.ras.ru](mailto:matienko@sky.chph.ras.ru), [mila.matienko@yandex.ru](mailto:mila.matienko@yandex.ru)

We have proposed a new approach to the study of supramolecular complexes by the AFM method and the possible role of hydrogen bonds in the formation of nanostructures of metal complexes modeling the active centers of enzymes. The formation of these structures occurs due to non covalent intermolecular interactions, and to a certain extent reflects the structure of complexes participating in the mechanisms of enzymatic catalysis. Enzymes Acireductone Dioxigenases Ni(Fe)-ARD are involved in the methionine-recycling pathway, a universal pathway for converting sulfur-containing metabolites to methionine. We first suggested that, in the case of the functioning of

Ni (Fe) -ARD, it is necessary to take into account the role of the second coordination sphere, including the Tyr-fragment. The formation of stable nanocomplexes on a modified silicon surface based on heteroligand complexes of nickel and iron,  $\{Ni(acac)_2 \cdot Tyr \cdot His\}$ ,  $Fe^{III}_x(acac)_y Tyr_m His_n (H_2O)_p$  (Tyr = L-Tyrosine, His = L- Histidine), which are structural and functional models of Ni (Fe)-ARD, can explain the participation of Tyr- and His-fragments in the regulation of the activity of two enzymes. Our AFM results can bring us closer to understanding the mechanism of functioning of Ni(Fe)-ARD Dioxygenases, the regulatory function of Tyr- and His-fragments in the cycle of methionine and CO, which contribute to the maintenance of normal homeostasis.

Based on the literature on the regulatory role of the Tyr fragment in the functioning of enzymes (heme proteins) of the P450 family, one could expect the formation of nanostructures on the modified silicon surface due to H-bonds based on model systems. We really observed the self-organization of  $\{Hem+Tyr+His\}$  systems ( $Hem=Hemin$ ) into stable nanostructures ( $h \sim 30$  nm).

*The work was supported by the RAS 34P, State registration number AAAA A17-117121920169-0.*

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПИК-ВОЛНОВЫХ РАЗРЯДОВ

**Медведева Т.М.<sup>1,2,3</sup>, Сысоева М.В.<sup>3,4</sup>, Люттйоханн А.<sup>5</sup>, Луйтелаар Ж.<sup>6</sup>, Сысоев И.В.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Саратовский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН; <sup>2</sup>Саратовский государственный университет, Саратов; <sup>3</sup>Институт высшей нервной деятельности РАН, Москва; <sup>4</sup>

Саратовский государственный технический университет, Саратов; <sup>5</sup>Вестфальский университет имени Вильгельма, Мюнстер, Германия; <sup>6</sup>Университет Неймегена имени святого Радбода Утрехтского, Неймеген, Нидерланды, E-mail: golova93tanya@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m1149.sudak.ns2020-16/319>

Известно, что эпилепсия является сложным явлением, возникающим как из-за патологии нейронной сети мозга, так и из-за биохимических факторов. Для генетической эпилепсии, такой как абсансная эпилепсия, не являющейся результатом травмы или инъекции, относительно небольшие особенности сети могут быть ключом к пониманию различия между нормальным и эпилептическим мозгом. Для этого активно используются как анализ связанности экспериментальных данных, так и математическое и компьютерное моделирование. Здесь мы представляем новый тип математической модели пик-волновых разрядов (ПВР), которые, как известно, являются основным проявлением абсансной эпилепсии.

Важность структуры нейронной сети для возникновения ПВР остается открытым вопросом. Поэтому целью данной работы является создание такой модели, которая будет учитывать иерархию функциональных единиц организации нейронных связей, участвующих в инициировании и поддержании абсансных разрядов.

Мы использовали двухуровневую мезомасштабную модель. Первый уровень состоит из четырех структур: тройничного нерва, служащего входом, вентропостериального медиального ядра таламуса (VPM), ретикулярного ядра таламуса (RTN) и соматосенсорной коры; второй уровень представлен расположенными рядом нейронами, принадлежащими одной из четырех смоделированных структур. Динамика отдельного элемента была представлена уравнениями Фитц-Хью-Нагумо. Модель воспроизводит основные особенности перехода от нормальной к эпилептиформной активности (увеличение амплитуды колебаний, появление основной частоты и ее высших гармоник) и ее самопроизвольное прекращение.

*Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, грант № 19-72-10030.*

### MODELING OF SPIKE-WAVE DISCHARGES

**Medvedeva Tatiana M.<sup>1,2,3</sup>, Sysoeva Marina V.<sup>4</sup>, Lüttjohann Annika<sup>5</sup>, van Luijtelaar Gilles<sup>6</sup>  
and Sysoev Ilya V.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Saratov Branch of the Institute of Radioengineering and Electronics of Russian Academy of Sciences; <sup>2</sup>Saratov State University, Saratov, Russia; <sup>3</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia; <sup>4</sup>Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia; <sup>5</sup>Institute of Physiology I, Westfälische Wilhelms University, Munster, Germany; <sup>6</sup>Donders Centre for Cognition, Radboud University Nijmegen, Nijmegen, the Netherlands. E-mail: golova93tanya@gmail.com

Epilepsy is known to be a complex phenomenon originating both from brain neural network pathology and biochemical factors. For genetic epilepsies such as absence epilepsy not resulting from trauma or drug injection, relatively small network peculiarities can be a key for understanding the difference between the normal and epileptic brain. For this, both coupling analysis of experimental data and mathematical and computational modeling are actively used. Here we present a new type of mathematical model for spike-wave discharges (SWDs) known to be the main manifestation of absence epilepsy.

The importance of the neural network structure for the occurrence of spike-wave discharges remains an open question. Therefore, the aim of this work is to create such a model, which will take into account the hierarchy of the functional units organization of neural connections that are involved in the initiation and maintenance of absence discharges.

We used a two level mesoscale model. The first level consists of four structures: the nervus trigeminus serving as an input, the ventro-posterior medial nucleus of the thalamus (VPM), reticular nucleus of the thalamus (RTN) and the somatosensory cortex; the second level is represented by nearby situated neurons belonging to one of four modeled structures. The dynamics of an individual element was presented by FitzHugh–Nagumo equations. The model reproduces the main features of the transition from normal to epileptiform activity (an increase in the oscillation amplitude, the emergence of the main frequency and its higher harmonics) and its spontaneous abortion.

*This work was supported by Russian Science Foundation, grant No 19-72-10030.*

## ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У БОЛЬНЫХ ЭПИЛЕПСИЕЙ

**Медведева Ю.И., Зорин Р.А., Жданов В.А., Лапкин М.М., Харламов И.В., Бурмина Е.Н.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Рязань, Россия, [medvedeva\\_julia89@mail.ru](mailto:medvedeva_julia89@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1150.sudak.ns2020-16/320>

В интегративной физиологии физиологическая стоимость поведения входит в определение эффективности деятельности. Эффективность деятельности является базовым понятием системного анализа в физиологии и патологии и определяется как отношение между результатом деятельности и её физиологической стоимостью.

В исследование включен 65 практически здоровых людей и 70 человек с фокальной эпилепсией, средний возраст которых составил 33 года. В группу больных эпилепсией включались пациенты с фокальной эпилепсией, имеющие как минимум 1 приступ в течение 1 года, предшествующего обследованию. Критериями исключения являлись беременность, заболевания дыхательной и сердечно-сосудистой системы в стадии декомпенсации.

Всем испытуемым проводилась электроэнцефалография, исследование вариабельности сердечного ритма. Тест Шульте-Горбова использован для моделирования функциональной нагрузки и параметрирования результативности деятельности. Регистрация зрительных вызванных потенциалов на шахматный паттерн (ЗВП) осуществлялась на программно-аппаратном комплексе «Нейро-МВП». Анализировались латентность пиков N75, P100, N145 и межпиковая амплитуда N75P100, P100N145, N145P200. Проведена запись эндогенного вызванного потенциала P300 с отведений Fz, Cz, Pz при воздействии релевантного звукового стимула (высота 2000 Гц) и нерелевантного звукового сигнала (высота 1000 Гц), регистрировался ответ исследуемых в форме нажатия на кнопку пациента. Определялась латентность N2, P3 и амплитуда P2N2, N2P3. Больные эпилепсией с разной результативностью деятельности разделялись на подгруппы с помощью кластерного анализа. Для статистической обработки применена программа Statistica 10.0. Оценка физиологической стоимости деятельности проводилась на основе оценки числа и силы корреляций между физиологическими показателями с построением графических моделей в виде корреляционных плеяд.

Выделено 2 группы пациентов с эпилепсией по показателям теста Шульте-Горбова-результативную и низкорезультативную. В группе 1 больных эпилепсией функциональное состояние до выполнения теста характеризуется высоким внутрисистемным сопряжением по сравнению со здоровыми испытуемыми, сопряженность показателей снижается после функциональной нагрузки. Группа 2 пациентов с эпилепсией характеризуется высоким исходным уровнем корреляции ЭЭГ и ВСР данных и сохранением этого явления после нагрузки, то есть высокой внутрисистемной напряженностью, отражающей высокий уровень физиологических «затрат» при реализации деятельности. При исследовании механизмов вегетативной регуляции по данным ВСР наибольшая активация эрготропных механизмов как компонента деятельности стресс-реализующих систем определяется при низкой результативности деятельности у больных эпилепсией. После функциональной нагрузки в группе 2 больных эпилепсией определяется нарастание стресс-индекса.

Снижение эффективности целенаправленной деятельности у больных эпилепсией реализуется как за счёт уменьшения результативности, так и вследствие увеличения физиологических затрат.

Высокие физиологические затраты при моделируемой деятельности у больных эпилепсией сохраняются на всех этапах функциональной нагрузки.

Список Литературы:

1. Крыжановский Г.Н. Дисрегуляторная патология и патологические интеграции в нервной системе // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2009. Т. 109, №1. С. 4-9.

2. Александров М.В., Улитин А.Ю., Исаков Л.Б., и др. Общая электроэнцефалография. СПб: Информационный издательский учебно-научный центр «Стратегия будущего»; 2017.

3. Похачевский А.Л., Рекша Ю.М., Гаджимурадов Ф.Р., и др. Алгоритмы, методы и аппаратура анализа временного ряда кардиоритмограммы при нагрузочном тестировании // Биомедицинская радиоэлектроника. 2018. №1. С. 33-38.

## FEATURES OF PHYSIOLOGICAL RESOURCES AND THE EFFECTIVENESS OF PURPOSEFUL ACTIVITY IN PATIENTS WITH EPILEPSY

**Medvedeva Yulia I., Zorin Roman A., Zhadnov Vladimir A., Lapkin Mixail M., Harlamov I'lya V., Burmina Elena N.**

### НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ МЕНТАЛЬНОГО ВРАЩЕНИЯ

**Е.З. Мейлихов<sup>1,2</sup>, Р.М. Фарзетдинова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>РНЦ «Курчатовский институт», 123182 Москва, Россия; [meilikhov@yandex.ru](mailto:meilikhov@yandex.ru)

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт, 141707, Долгопрудный, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1151.sudak.ns2020-16/320-321>

Мысленное вращение - это важная способность людей, помогающая им выполнять простые повседневные задачи, а также решать более сложные проблемы (например, геометрические задачи). Вполне вероятно, что ментальное вращение лежит в основе механизма пространственного восприятия.

В предлагаемой модели ментального вращающего хранящиеся в памяти паттерны различных образов объекта (например, его виды с разных точек зрения) идентифицируются как «давно» существующие



устойчивые ямы энергетического ландшафта, а новый образ, подлежащий распознаванию, - как виртуальная (только "сейчас" образованная) яма. Распознавание образа в такой модели связано с переходом системы из новой ямы энергетического ландшафта, соответствующей предъявляемому в настоящий момент образу, в одну из других ям, соответствующих иным энграммам того же объекта. Преимущественное направление такого, в определенной степени, случайного перехода определяется тем обстоятельством, что барьеры между "новой" исходной ямой и "старыми" конечными ямами имеют разную высоту. Барьер между ямами более похожих образов - ниже, и это обуславливает преимущественный переход из ямы предъявленного образа в яму "более похожего" образа в памяти.

В результате, удастся воспроизвести классический линейный закон Шепарда-Метцлера (R. Shepard and J. Metzler, 1971), связывающий время принятия решения об идентичности двух изображений с их разориентацией, а также - более общую, нелинейную, связь этих параметров.

Предлагаемая модель "ментального вращения" основана, фактически, на рассмотрении динамических процессов переключения между различными энграммами одного и того же объекта. С другой стороны, никакие динамические уравнения в нашей схеме не используются. Вся динамика происходит из соотношения Аррениуса-Больцмана, которое, фактически, и определяет вероятность динамического изменения энграммы воспринимаемого образа.

В рассмотренной модели вероятности переходов между энграммами определяются барьерами, разделяющими соответствующие ямы энергетического ландшафта, и амплитудой влияющего на этот процесс шума. Относительную величину последнего удастся оценить по экспериментальным данным (индивидуально для разных наблюдателей).

В целом, предлагаемая модель качественно согласуется с экспериментом.

### NEUROBIOLOGICAL MODEL OF MENTAL ROTATION

Meilikhov Evgeny Z., Farzetdinova Rimma M.

Nat. Res. Centre "Kurchatov Institute", 123182 Moscow, Russia

The mental rotation is an important ability of people to help them perform simple everyday tasks, as well as to solve more complex problems (e.g., geometric problems). It is likely that the mental rotation lies at the heart of the mechanism of the spatial perception.

In the proposed model of the mental rotation, different patterns of object images being stored in the memory (for example, its views from different viewpoints) are identified as "long-standing" wells of the energy landscape, and the new image to be recognized -- as a virtual (only "now" formed) well. Image recognition in such a model is associated with the transition of the system from a new well of the energy landscape, corresponding to the currently presented image, into one of other wells corresponding to other engrams of the same object. The predominant direction of such, to a certain extent, a random transition is determined by the circumstance, that the barriers between the "new" initial and the "old" final wells have different heights. The barrier between the wells of more similar images is lower, that causes the predominant transition from the well of the presented image into the well of a "more similar" image.

As a result, we have managed to reproduce the classical linear law, that relates the decision time (concerning the identity of two misoriented images) with the misorientation angle [R. Shepard and J. Metzler, 1971], and more general nonlinear relations of those two parameters, as well.

Actually, the suggested model of the mental rotation is based on considering dynamical processes of switching between different engrams of the same object. On the other hand, there are no dynamical equations in our schema. The whole dynamics originates from the Arrhenius-Boltzmann relation, which, in fact, determines the probability of replacing engrams of the presented image.

In the considered model, probability of transfers between engrams are determined by the barriers, separating corresponding wells of the energy landscape, and the amplitude of a noise affecting the process. The relative value of the noise could be estimated (individually, for different observers).

Generally, obtained dependencies evidence of qualitative agreement of the considered model with experiments.

### СЛОЖНОСТЬ КОГНИТИВНОГО ЗАДАНИЯ И СИСТЕМНЫЕ МОЗГОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

А.А. Меклер<sup>1</sup>, Е.П. Станкова<sup>2</sup>, В.А. Шмыров<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

<sup>2</sup>Институт эволюционной физиологии и биохимии РАН (Санкт-Петербург)

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1152.sudak.ns2020-16/321-322>

Представленная работа направлена на изучение особенностей системных и информационных мозговых процессов при выполнении заданий, различающихся по когнитивной нагрузке.

В качестве стимульного материала мы использовали набор заданий отслеживания множества объектов (Multiple Objects Tracking task, MOT) (Pylyshin, 1994). Задания в этом наборе различались по сложности (количество целевых объектов, общее количество объектов, скорость движения). Участники исследования (всего 26 человек) выполняли эти задания в случайном порядке. Во время выполнения заданий регистрировался сигнал электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Запись осуществлялась с 19 отведений по системе 10-20. Был использован частотный диапазон 0,5÷30 Гц. Сетевые наводки были подавлены фильтром-пробкой, настроенным на частоту 50 Гц. Для дальнейшей обработки были выбраны участки записи, свободные от артефактов.

Для каждой записи ЭЭГ мы вычислили величины, характеризующие сложность динамики мозговых процессов – корреляционную размерность восстановленного аттрактора ( $D_2$ ) и сложность Лемпеля-Зива.



Значимость различий между средними значениями полученных величин оценивалась при помощи дисперсионного анализа ANOVA.

Статистический анализ показал, что при увеличении сложности выполняемого задания сложность мозговой динамики также увеличивается. Этот эффект наблюдается в большинстве отведений регистрации ЭЭГ.

Таким образом, полученные в нашем исследовании результаты подтверждают ранее высказывавшуюся гипотезу, что мозговые и психические процессы «изоморфны» в отношении сложности и понятие «сложность» можно рассматривать как универсальное для психических и физиологических процессов (Mekler, 2008).

*Работа поддержана грантом РФФИ № 18-013-01086*

#### **SYSTEMIC BRAIN PROCESSES AND COGNITIVE TASK COMPLEXITY**

<sup>1</sup>Mekler Alexey A., <sup>2</sup>Stankova Ekaterina P., <sup>3</sup>Shmyrov Vasily A.

<sup>1</sup>Saint-Petersburg State Pediatric Medical University

<sup>2</sup>Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry of Russian Academy of Sciences

<sup>3</sup>Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Russia

#### **ВЛИЯНИЕ ПОДАВЛЕНИЯ ЭКСПРЕССИИ ГЕНА SWISS CHEESE (SWS) НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОСОБЕЙ DROSOPHILA MELANOGASTER.**

**Мелентьев П.А., Рябова Е.В., Комиссаров А.Е., Шарапенков Э.Г., Иванова Е.А.,  
Тимошенко С.И., Саранцева С.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Гатчина, Россия;

[melentev.pavel.spb@gmail.com](mailto:melentev.pavel.spb@gmail.com)

Нервная ткань участвует в интеграции систем организма, регулирует его функциональное состояние как составляющая часть нейроэндокринной системы, а также участвует в контроле поведения как адаптивной реакции на изменяющиеся условия окружающей среды. Генетическая детерминация процессов жизнедеятельности и функционирования клеток нервной ткани стала изучаться в 60-е годы прошлого века на одном из популярных модельных объектов генетики – дрозофиле. Дрозофила имеет сложно устроенную нервную систему, состоящую из разных типов клеток, функционально подобных таковым у млекопитающих, что с антропоцентрической точки зрения определило роль экспериментальных изысканий на дрозофиле и в наши дни: аспекты нейродегенеративных заболеваний человека исследуют при помощи дрозофилы. Дегенерация нервной ткани способна приводить к нарушениям функций организма, которые могут влиять на метаболизм, поведение, продолжительность жизни. Среди механизмов таких патологических процессов: нарушение гомеостаза кальция, расстройство метаболизма белков, увеличение выработки активных форм кислорода. Сходные процессы наблюдаются при старении, поэтому важно понять, в каких случаях старение приведёт к возраст-зависимой нейродегенерации. Для этого необходимо комплексное изучение функций организма на моделях, где развитие нейродегенерации генетически детерминировано. В данной работе проанализированы показатели, позволяющие судить о функциональном состоянии организма при нейродегенерации, вызванной дисфункцией гена *swiss cheese*.

*Проект поддержан грантом РФФИ №19-34-51044.*

#### **SUPPRESSION OF EXPRESSION OF SWISS CHEESE (SWS) GENE INFLUENCES ON DROSOPHILA MELANOGASTER FUNCTIONAL STATE**

**Melentev Pavel, Ryabova Elena, Komissarov Artem, Sharapenkov Eduard, Ivanova Ekaterina, Timoshenko Svetlana, Sarantseva Svetlana V.**

Petersburg Nuclear Physics Institute named by B.P. Konstantinov of National Research Centre «Kurchatov Institute», Gatchina, Russia; [melentev.pavel.spb@gmail.com](mailto:melentev.pavel.spb@gmail.com)

Nervous tissue participates in the integration of body systems, regulates its functional state as an integral part of the neuroendocrine system, and also participates in controlling behavior as an adaptive reaction to changing environmental conditions. The genetic determination of the processes of vital activity and functioning of nerve tissue cells began to be studied in the 60s of the last century on one of the most popular model objects of genetics - *Drosophila*, which has a complex nervous system consisting of different types of cells functionally similar to those of mammals, corresponding to an anthropocentric point of view determined the role of experimental studies on *Drosophila* today: the aspects of human neurodegenerative diseases are investigated using *Drosophila*. Degeneration of nervous tissue can lead to impaired body functions, which can affect metabolism, behavior, life expectancy. Among mechanisms of such pathological processes are: a violation of calcium homeostasis, a disorder of protein metabolism, an increase in the production of reactive oxygen species. Similar processes are observed during aging, so it is important to understand in which cases aging will lead to age-dependent neurodegeneration. This requires a comprehensive study of body functions in models where the development of neurodegeneration is genetically determined. Here we analyzed several body functional state markers during neurodegeneration caused by dysfunction of *swiss cheese* gene.

*The project was supported by the RFBR grant No. 19-34-51044.*

## НЕЙРОЛЕПТИК ХЛОПРОМАЗИН ПОДАВЛЯЕТ ТРАНСПОРТ $\text{Na}^+$ В КОЖЕ ЛЯГУШКИ

Мельницкая А.В.<sup>1</sup>, Крутецкая З.И.<sup>1</sup>, Антонов В.Г.<sup>2</sup>, Крутецкая Н.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>ФГБВОУВО Военно-Медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия; [avmelnitskaya@yandex.ru](mailto:avmelnitskaya@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1153.sudak.ns2020-16/323>

Кожа лягушки - классический модельный объект для изучения механизмов трансэпителиального транспорта ионов. Рецепторы сигма-1 – уникальные лигандрегулируемые молекулярные шапероны, локализованные в плазмалемме и в мембране эндоплазматического ретикулума на границе с митохондриями. Рецепторы этого типа взаимодействуют с многочисленными белками-мишенями, такими как ионные каналы и рецепторы, и модулируют многие клеточные процессы. Однако роль сигма-1 рецепторов в регуляции транспорта  $\text{Na}^+$  в эпителиях практически не изучалась. В связи с этим, представлялось целесообразным исследовать возможное участие сигма-1 рецепторов в регуляции транспорта  $\text{Na}^+$  в эпителии кожи лягушки. В экспериментах использовали антагонист сигма-1 рецепторов – нейрорептик фенотиазинового ряда – хлорпромазин (ХП). Для регистрации вольт-амперных характеристик (ВАХ) кожи лягушки *Rana temporaria* использовали автоматизированную установку фиксации потенциала. Из ВАХ определяли электрические параметры кожи: ток короткого замыкания  $I_{sc}$  ( $I_{sc} = I_T$  (трансэпителиальный ток) при трансэпителиальном потенциале -  $V_T = 0$ ), потенциал открытой цепи -  $V_{oc}$  и трансэпителиальную проводимость  $g_T$ . Транспорт  $\text{Na}^+$  оценивали как амилорид-чувствительный  $I_{sc}$ . Статистический анализ проводили с применением t-критерия Стьюдента. Данные представлены в виде  $\bar{x} \pm s_x$ . Показано, что обработка кожи ХП снижает транспорт  $\text{Na}^+$  в коже лягушки. В среднем (по данным 10 экспериментов), изменение электрических параметров кожи после добавления 50 мкг/мл ХП было следующим:  $I_{sc}$  уменьшился на  $10,91 \pm 2,09$  или  $40,48 \pm 6,34$  %,  $V_{oc}$  уменьшился на  $13,24 \pm 2,14$  или  $33,09 \pm 5,48$  %, а  $g_T$  не изменилась или уменьшилась на  $9,69 \pm 3,05$  % при приложении ХП со стороны апикальной или базолатеральной поверхности кожи, соответственно. Полученные результаты свидетельствуют о том, что ингибирующий эффект ХП различается в зависимости от приложения агента со стороны апикальной или базолатеральной поверхности кожи. Таким образом, нами показано модулирующее влияние антагониста сигма-1 рецепторов ХП на транспорт  $\text{Na}^+$ , что свидетельствует об участии сигма-1 рецепторов в регуляции транспорта  $\text{Na}^+$  в коже лягушки. Можно предположить, что влияние сигма-1 рецепторов на транспорт  $\text{Na}^+$  в коже лягушки осуществляется при участии различных белковых и липидных сигнальных комплексов, ассоциированных с апикальным или базолатеральным доменами поляризованных эпителиальных клеток.

## NEUROLEPTIC CHLORPROMAZINE INHIBITS $\text{Na}^+$ TRANSPORT IN FROG SKIN

<sup>1</sup>Melnitskaya Anastasiya V., <sup>1</sup>Krutetskaya Zoya I., <sup>2</sup>Antonov Victor G., <sup>1</sup>Krutetskaya Nina I.

<sup>1</sup>Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia; <sup>2</sup>Military Medical Academy named after S.M. Kirov, Saint-Petersburg, Russia; [avmelnitskaya@yandex.ru](mailto:avmelnitskaya@yandex.ru)

The skin of amphibians is a classic model object for studying the mechanisms of ion transport through biological membranes. Sigma-1 receptors are unique ligand-regulated molecular chaperones localized in plasmalemma and endoplasmic reticulum membranes at the interface with mitochondria. Sigma-1 receptors interact with numerous target proteins, including ion channels and receptors, and modulate many cellular processes. However, the role of sigma-1 receptors in regulation of  $\text{Na}^+$  transport in epithelial systems remains practically unstudied.

In view of above, it was reasonable to study the possible involvement of sigma-1 receptors in the regulation of  $\text{Na}^+$  transport in the frog skin epithelium. In experiments, we used the sigma-1 receptor antagonist phenothiazine neuroleptic chlorpromazine (CPZ). Experiments were performed on frog *Rana temporaria* males. Frog skin electrical characteristics were measured with the automatic device for voltage - clamp and registration of current-voltage relations (I-V relations). To measure I-V relations, transepithelial potential  $V_T$  was changed periodically to a series of nonzero values. From I-V relations electrical characteristics of frog skin were determined: the short - circuit current ( $I_{sc}$ ), the open - circuit potential ( $V_{oc} = V_T$  at the total transepithelial current -  $I_T = 0$ ), and transepithelial conductance ( $g_T$ ). The transepithelial  $\text{Na}^+$  transport was measured as amiloride - sensitive  $I_{sc}$ . Statistical analysis was performed using Student's t-test. The data are presented as  $\bar{x} \pm s_x$ .

We found that CPZ inhibits  $\text{Na}^+$  transport. On average (the results of 10 experiments), after the preincubation of the apical or basolateral skin surface with 50  $\mu\text{g}/\text{ml}$  CPZ,  $I_{sc}$  decreased by  $10,91 \pm 2,09$  or  $40,48 \pm 6,34$  %,  $V_{oc}$  decreased by  $13,24 \pm 2,14$  or  $33,09 \pm 5,48$  %, and  $g_T$  did not change or decreased by  $9,69 \pm 3,05$  % for the apical or basolateral application of CPZ, respectively. The results showed differences in the degree of the inhibitory effect of CPZ on  $\text{Na}^+$  transport when neuroleptic was applied to the apical or basolateral surfaces of the frog skin. Thus, we have shown that sigma-1 receptor antagonist CPZ attenuates the transepithelial  $\text{Na}^+$  transport, which indicates the possible involvement of sigma-1 receptors in the regulation of  $\text{Na}^+$  transport in frog skin. The data also suggest that the effect of sigma-1 receptors on  $\text{Na}^+$  transport in frog skin is mediated via different protein and lipid signaling complexes associated with the apical and basolateral domains of polarized epithelial cells.

## **ВЛИЯНИЕ ТАБАКОКУРЕНИЯ НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

**Меретукова А.А., Наматян А.Б., Наматян Т.Б., Михальчич И.О..**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ростовский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, г.Ростов-на-Дону, Россия; [albinamere2kova@gmail.com](mailto:albinamere2kova@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1154.sudak.ns2020-16/324>

Табакокурение - один из основных факторов риска возникновения хронических заболеваний систем организма человека. Наиболее подвержены патологическим изменениям при курении сердечно-сосудистая и дыхательная системы. Так же табак неблагоприятно влияет и на центральную нервную систему.

В исследовании исследовалось влияние курения (стаж не менее 1 года) на когнитивные функции головного мозга. Данная работа проводилась на кафедре медицинской и биологической физики РостГМУ. Участие принял 41 студент в возрасте от 18 до 25 лет: исследуемая группа - 21 курящий доброволец и контрольная группа - 20 некурящих. Каждый испытуемый прошел тест Монреальской шкалы (MoCA) для оценки когнитивных функций. При выполнении каждого задания фиксировалось время выполнения. После рассчитывалась эффективность выполнения заданий в соотношении набранных баллов и времени прохождения теста. Статистическая обработка полученных данных проводилась при помощи программы Statistica 10. Для оценки статистической значимости различий между показателями исследуемых групп был выбран непараметрический критерий Вольда-Вольфовица для несвязанных выборок. Значимыми считались различия при  $p \leq 0,05$ . В ходе исследования было выявлено значимое различие во времени прохождения данного теста между контрольной и исследуемой группой. Среднее время выполнения заданий некурящего человека составляет 10 мин, курильщик же затрачивал от 13 минут и выше. Исследуемая группа набрала меньшее количество баллов за выполнения заданий на проверку зрительноконструктивного навыка. Резко снижена эффективность выполнения таких задач, как отсроченное воспроизведение раннее звучавших слов. Так же значимо страдали результаты заданий на внимательность, ориентацию и память. Табакокурение неблагоприятно влияет на когнитивные функции головного мозга. Выяснилось, что даже при незначительном стаже курения замедляется скорость реакции, ухудшается память, ослабевает внимание.

## **INFLUENCE OF TOBACCO SMOKING ON COGNITIVE FUNCTIONS OF THE BRAIN**

**Meretukova Albina A., Namatyan Artur B., Namatyan Tornik B., Mikhalechich Irina O.**

Federal state budgetary educational institution of higher education "Rostov state medical University" of the Ministry of health of the Russian Federation, Rostov-on-don, Russia; [albinamere2kova@gmail.com](mailto:albinamere2kova@gmail.com)

Tobacco smoking is one of the main risk factors for the occurrence of chronic diseases of the human body systems. The cardiovascular and respiratory systems are most susceptible to pathological changes when smoking. Tobacco also adversely affects the central nervous system.

The study investigated the effect of smoking (at least 1 year experience) on cognitive functions of the brain. This work was carried out at the Department of Medical and Biological Physics, Rostov State Medical University. 41 students aged 18 to 25 years participated: the study group - 21 smoking volunteers and the control group - 20 non-smokers. Each subject passed the Montreal Scale (MoCA) test to evaluate cognitive function. During each task, the execution time was recorded. After that, the effectiveness of completing tasks was calculated in the ratio of the scores and the test time. Statistical processing of the obtained data was carried out using the Statistica 10 program. To evaluate the statistical significance of the differences between the indices of the studied groups, the nonparametric Wold-Wolfowitz criterion was chosen for unrelated samples. The differences were considered significant at  $p \leq 0.05$ . The study revealed a significant difference in the time taken to complete this test between the control and the study group. The average time for completing tasks of a non-smoker is 10 minutes, while the smoker spent 13 minutes or more. The study group scored fewer points for completing tasks to test visual-constructive skill. The efficiency of performing tasks such as delayed reproduction of previously spoken words has been drastically reduced. The results of tasks on mindfulness, orientation and memory also suffered significantly. Tobacco smoking adversely affects the cognitive functions of the brain. It turned out that even with a slight smoking experience, the reaction rate slows down, memory worsens, attention is weakened.

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СИНДРОМА ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ И ВРАЧЕЙ.**

**Меретукова А.А., Наматян А.Б., Наматян Т.Б., Михальчич И.О., Казьмин А.С.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ростовский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, г.Ростов-на-Дону, Россия; [albinamere2kova@gmail.com](mailto:albinamere2kova@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1155.sudak.ns2020-16/324-325>

В современном мире одной из важнейших проблем в связи с растущим уровнем стрессов является психоэмоциональная гигиена. В 11-й пересмотренный вариант Международной классификации болезней (МКБ 11) включен профессиональный синдром эмоционального выгорания. Особо актуальна проблема эмоционального выгорания (ЭВ) для работников, чья профессия непосредственно связана с общением с людьми в эмоционально насыщенной атмосфере (врачи, преподаватели, учителя).

Интерес представляет сопоставление степени эмоционального выгорания у преподавателей медицинского ВУЗа и врачей. Участие приняли 50 сотрудников РостГМУ в возрасте от 22 до 77 лет - врачи и преподаватели. Каждой группе предлагалось пройти специализированный MBI тест для определения уровня эмоционального выгорания. Определение степени эмоционального выгорания происходило на

основе трех шкал: «Психоэмоциональное истощение», «Деперсонализация» (личностное отдаление), «Редукция личных достижений» (профессиональная мотивация). На их основе затем рассчитывался и интегральный показатель выгорания. Статистическая обработка полученных данных проводилась в программе Statistica 10. Статистическое описание результатов тестирования исследуемых групп приводилось с указанием медианы распределения, нижнего и верхнего квантилей и вариационного размаха (Me [Q0,25; Q0,75] (min; max) показала следующее. По шкале профессиональной успешности результаты преподавателей 36,0 [32,0; 40,0] (27,0; 47,0) и медиков 36,0 [32,0; 39,0] (25,0; 42,0) оказались практически идентичными (средний или низкий уровень). Однако по остальным шкалам исследуемые группы различались уже более значительно. Так, компонент эмоционального истощения оказался значимо более выражен у врачей (25,0 [23,0; 29,0] (13,0; 39,0), чем у преподавателей (21,0 [17,0; 24,0] (9,0; 32,0). Среди врачей большинство опрошенных оказались с высоким уровнем эмоционального истощения (10-25), когда группа преподавателей показала средний уровень эмоционального истощения. Что касается деперсонализации, то здесь большинство преподавателей (16 из 25) можно отнести к среднему уровню выраженности данного проявления эмоционального выгорания, тогда как среди врачей у большинства (18 из 25) выявлен очень высокий уровень деперсонализации. Статистически значимые различия между результатами тестирования исследуемых групп наблюдались по шкале эмоционального истощения ( $p=0,005$ ) и деперсонализации ( $p<0,0001$ ). Интегральный показатель эмоционального выгорания также оказался значимо выше ( $p<0,0001$ ) у врачей.

Преподаватели медицинских вузов подвержены эмоциональному выгоранию вследствие работы, требующей особой концентрации, связанной с интенсивным общением. Однако выявлено, что у врачей симптомы эмоционального выгорания выражены в большей степени. Представляется важной профилактика стресса и эмоционального выгорания у представителей этих профессий.

#### **COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF PROFESSIONAL SYNDROME OF EMOTIONAL BURNING**

**Meretukova Albina A., Namatyan Artur B., Namatyan Tornik B., Mikhalechich Irina O., Kazmin Aleksandr S.**  
Federal state budgetary educational institution of higher education "Rostov state medical University" of the Ministry of health of the Russian Federation, Rostov-on-don, Russia; [albinamere2kova@gmail.com](mailto:albinamere2kova@gmail.com)

In the modern world, one of the most important problems in connection with a growing level of stress is psycho-emotional hygiene. The 11th revised version of the International Classification of Diseases (ICD 11) includes occupational burnout syndrome. Particularly relevant is the problem of emotional burnout (EM) for employees whose profession is directly related to communicating with people in an emotionally saturated atmosphere (doctors, teachers, teachers).

Of interest is a comparison of the degree of emotional burnout among medical university teachers and doctors. 50 employees of Rostov State Medical University aged 22 to 77 years old - doctors and teachers took part. Each group was asked to undergo a specialized MBI test to determine the level of emotional burnout. The degree of emotional burnout was determined on the basis of three scales: "Psychoemotional exhaustion", "Depersonalization" (personal estrangement), "Reduction of personal achievements" (professional motivation). Based on them, the integral burnout rate was then calculated. Statistical processing of the obtained data was carried out in the Statistica 10 program. A statistical description of the test results of the studied groups was given with the median distribution, lower and upper quantiles, and variational range (Me [Q0,25; Q0,75] (min; max) showed the following. professional success, the results of teachers 36.0 [32.0; 40.0] (27.0; 47.0) and physicians 36.0 [32.0; 39.0] (25.0; 42.0) were practically identical (medium or low level). However, on the remaining scales the studied groups differed more significantly. the component of emotional exhaustion was significantly more pronounced among doctors (25.0 [23.0; 29.0] (13.0; 39.0) than by teachers (21.0 [17.0; 24.0] (9 , 0; 32.0). Among the doctors, the majority of respondents found themselves with a high level of emotional exhaustion (10-25), when a group of teachers showed an average level of emotional exhaustion. As regards depersonalization, here the majority of teachers (16 out of 25) can be classified as average the severity of this manifestation of emotional burnout, while among doctors most (18 out of 25) revealed very high level of depersonalization. Statistically significant differences between the test results of the studied groups were observed on the scale of emotional exhaustion ( $p = 0.005$ ) and depersonalization ( $p < 0.0001$ ). The integral indicator of burnout was also significantly higher ( $p < 0.0001$ ) in doctors.

Teachers of medical schools are prone to emotional burnout due to work requiring special concentration associated with intensive communication. However, it was found that in doctors, symptoms of emotional burnout are more pronounced. It seems important to prevent stress and emotional burnout in representatives of these professions.

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И АДАПТАЦИИ ОДАРЕННЫХ ПОДРОСТКОВ Г. ВЛАДИМИРА К УЧЕБНЫМ НАГРУЗКАМ**

**Микаелян Р.Н, Павлов А.В**

Московский государственный педагогический университет, кафедра анатомии и физиологии человека и животных, Москва, Россия. ([mikaelyan.r@mail.ru](mailto:mikaelyan.r@mail.ru), [SunFire121@yandex.ru](mailto:SunFire121@yandex.ru))

<https://doi.org/10.29003/m1156.sudak.ns2020-16/325-326>

Изменения социально-экономических условий и потребность общества в создании высокотехнологической среды способствуют возрастанию интереса исследователей к проблеме изучения особенностей роста, развития и функциональных резервов организма учащихся проявляющих высокие интеллектуальные способности и интерес к знаниям, т.е. «одаренных» детей. (Блинова В.Л., Блинова Л.Ф 2010; Огарышева Н.В 2014; В.В. Ставцева 2012; М. А. Холодная 2011). Несмотря на значительный интерес к данной проблеме, многие ее аспекты до сих пор изучены недостаточно. В этой связи становится чрезвычайно актуальным изучение феномена - «одаренности» современных подростков с точки зрения



возрастной физиологии, делается попытка поиска физиолого-гигиенических форм и методов педагогической поддержки, обучения и воспитания «одаренных» учащихся, что особо важно на современном этапе и для школы будущего. Учитывая вышесказанное, **целью** исследования явилась оценка динамики умственной работоспособности и утомляемости, установление особенностей развития объема кратковременной памяти, скорости переработки информации нервной системой у двух групп подростков (учащихся Центра поддержки одаренных детей (ЦПОД) и школьников средней общеобразовательной школы №29 г.Владимира). В исследовании приняло участие 40 человек (юноши и девушки) возрастной диапазон которых составлял 14-15 лет. Анализ показателей умственной работоспособности (объем выполненной работы, количество ошибок, показатель подвижности нервных процессов и коэффициент продуктивности) проведенных лонгитудинально, т.е. три раза в неделю (в понедельник, среду и пятницу), и два раза в учебном году, а также изменчивость объема вербальной слуховой памяти учащихся двух групп подростков выявил следующую картину. Учащиеся «Центра поддержки одаренных детей» показали более продуктивный уровень умственной работоспособности и объема вербальной памяти, нежели их сверстники общеобразовательной школы. Что выражалось и в высокой скорости выполнения умственной деятельности, и меньшим количеством допускаемых ошибок с достоверностью ( $p < 0.05$ ), как в начале так и в конце учебного года. Однако кривая работоспособности «одаренных» подростков относительно их же проб сделанных в начале года показала ее линейное снижение к концу учебного года. Работоспособность же участников контрольной группы проявлялась в виде более низких результатах во всех сделанных пробах, однако однонаправлено равномерной во всех проведенных исследованиях. Что же касается такой когнитивной функции, как объем кратковременной вербальной памяти, у одаренных подростков в начале учебного года оказался намного выше (на 23%), чем у обучающихся общеобразовательной школы, с тенденцией небольшого снижения и последующим нарастанием запоминаемого материала к концу проведения исследований, т.е. в мае месяце. Таким образом, можно прийти к заключению, что и уровень умственной работоспособности, и объем памяти у одаренных детей исследуемой группы оказался стабильно выше, чем у респондентов контрольной группы. Однако к концу учебного года в организме «одаренных» школьников аккумулировалось утомление. Таким образом, изучение адаптации учащихся к учебной нагрузке показало специфику умственной работоспособности и сопротивляемости утомлению в процессе учебной деятельности у респондентов исследуемых групп, а именно «цена» адаптации оказалась разной. В конце учебного года (в мае) в организме «одаренных» подростков наблюдалось напряжение резервов адаптации и, что интересно, улучшение показателей слуховой памяти на этом фоне.

#### **THE STUDY OF THE CHARACTERISTICS OF MENTAL PERFORMANCE AND ADAPTATION OF GIFTED ADOLESCENTS OF VLADIMIR TO EDUCATIONAL LOADS**

**Mikaelyan Ruzana Nikolaevna, Pavlov Alexandr Vladimirovich**

Moscow State Teacher-Training University, Department of Anatomy and Physiology of Man and Animals,) Moscow, Russia. (mikaelyan.r@mail.ru, SunFire121@yandex.ru).

Changes in socio-economic conditions and public needs to create a high-tech environment contribute to the increase of researchers' interest in the problem of studying the characteristics of growth, development and functional body reserves of schoolchildren showing high intellectual abilities and interest in getting knowledge, that is "gifted" children. (Blinova V.L., Blinova L.F. 2010; Ogarysheva N.V. 2014; V.V. Stavtseva 2012; M.A. Kholodnaya 2011). Despite considerable interest in this problem, many of its aspects are still not fully investigated. In this regard, it becomes extremely relevant to study the phenomenon of "giftedness" of modern adolescents from the point of view of age physiology, an attempt is made to search for physiological and hygienic forms and methods of pedagogical support, education and upbringing of "gifted" schoolchildren, which is especially important at the present stage and for the school of the future. Taking the abovementioned into consideration, the aim of the study is to assess dynamics of mental performance and fatigue, to establish the features of the development of short-term memory, the speed of information processing by the nervous system in two groups of adolescents (students of the Center for Support of Gifted Children and students of Secondary School 29 in Vladimir). The study involved 40 people (boys and girls) whose age ranged from 14 to 15 years old.

The analysis of indicators of mental performance (amount of work performed, number of errors, indicator of mobility of nervous processes and productivity coefficient) that was performed longitudinally, that is three times a week (on Mondays, Wednesdays and Fridays), and biannually in the school year, as well as the variability of verbal volume auditory memory of students of two groups of adolescents revealed the following results. Students of the Center for the Support of Gifted Children showed a more productive level of mental performance and the amount of verbal memory, in contrast to the group from a secondary school. The same was expressed in the high speed of performing mental activity, and a smaller number of mistakes made, with reliability ( $p < 0.05$ ), both at the beginning and at the end of the school year. However, the performance curve of "gifted" adolescents relative to their samples taken at the beginning of the year showed a linear decrease by the end of the school year. The mental performance of the participants in the control group manifested itself in the form of lower results in all the samples made, but it was unidirectionally uniform in all the studies. As for the cognitive function of the amount of short-term verbal memory, at the beginning of the school year it turned out to be much higher (by 23%) among gifted adolescents than among students of the secondary school, with a slight decrease and subsequent increase in memorized material by the end of research, that is in May. Thus, we can conclude that both the level of mental performance and the amount of memory of gifted children of the study group turned out to be stably higher than that of the respondents in the control group. However, by the end of the school year fatigue accumulated in the bodies of "gifted" schoolchildren. Thus, the study of students' adaptation to the teaching load showed the distinctive features of mental performance and fatigue resistance in the process of learning activity among the respondents of the studied groups, namely, the "price" of adaptation was different. At the end of the school year (in May) the tension of adaptation reserves was observed in the bodies of "gifted" teenagers and, what is interesting, the improvement of auditory memory indicators against this background.

## ОСОБЕННОСТИ ЭЭГ АКТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ ПОКОЯ У ЛЮДЕЙ, ЖИВУЩИХ В ПРИПОЛЯРНЫХ И ПОЛЯРНЫХ РЕГИОНАХ СИБИРИ

Милахина Н.С., Таможников С.С., Афанасьева Е.Б., Прошина Е.А., Савостьянов А.Н.  
НИИ Физиологии и Фундаментальной Медицины СО РАМН, г. Новосибирск, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1157.sudak.ns2020-16/327>

Целью исследования было изучение взаимосвязи между ЭЭГ в условиях покоя и предрасположенностью к major depressive disorder у трудовых мигрантов в процессе их адаптации к приполярным условиям Республики Саха (Якутия).

В эксперименте участвовало 50 молодых мигрантов и 40 коренных жителей, не получавших психиатрической помощи. Все мигранты переехали на долговременное жительство в Якутию из южных регионов (преимущественно Средняя Азия и Африка). Мигранты обследовались дважды – сразу после и через полгода после переезда. Предрасположенность к депрессии оценивалась при помощи психологических опросников Бэка и Ахенбаха. ЭЭГ регистрировалось в условиях покоя при помощи 128 каналов усилителя NeoRec, Russia. Оценка current source density, connectivity, and topological properties of resting state EEG networks была сделана в программном пакете sLORETA.

Сравнение результатов психологических тестов показало, что непосредственно после переезда у мигрантов наблюдается повышенная в сравнении с коренным населением предрасположенность к развитию депрессии и тревожного расстройства. Риск этих заболеваний у мигрантов уменьшается после полугода адаптации. Высокий риск развития депрессии был связан с повышенной спектральной мощностью и коннективностью в диапазонах дельта и гамма ритмов в медиальной теменной и медиальной префронтальной коре. Адаптация к приполярному климату приводила к снижению дельта и гамма спектральной мощности, что коррелировало со снижением предрасположенности к депрессии.

Предположительно, адаптация к приполярному климату и снижение риска депрессии у мигрантов сопровождалось функциональными изменениями внутри дефолт-системы мозга. Большой уровень активации дефолт-системы ассоциирован с более высокой предрасположенностью к депрессии.

## THE FEATURES OF RESTING STATE EEG ACTIVITY IN PEOPLE LIVING IN SUBPOLAR AND POLAR REGIONS OF SIBERIA

Milakhina Natalya S., Tamozhnikov Sergey S., Afanaseva Elena B., Proshina Ekaterina A., Savostyanov Alexander N.

The aim of research was to study the relationship between resting state EEG and predisposition to major depressive disorder among labor migrants during their adaptation to subarctic conditions of Sakha Republic (Yakutia).

The experimental group included about 50 young migrants and 40 natives, who didn't receive mental health care. All migrants moved to the long-term residence in Yakutia from southern regions (primarily Central Asia and Africa). The migrants were examined twice – immediately after the relocation and in 6 months after it. Predisposition to depression was assessed with the using of psychological questionnaires of Beck and Achenbach. Resting state EEG data was recorded with the help of 128 amplifier channels. The assessments of current source density, connectivity, and topological properties of resting state EEG networks were carried out using sLORETA software.

Comparing the results of psychological tests showed that immediately after the relocation predisposition to the development of depression and anxiety disorder among the migrants increased in comparison with the natives. The risk of these diseases among the migrants decreased after six months of adaptation. The high risk of depression was associated with increased spectral power and connectivity in the range of delta and gamma rhythms in medial parietal and medial prefrontal cortex. Adaptation to subpolar climate resulted in decrease in delta and gamma spectral power which correlated with decrease in predisposition to depression.

Presumably, adaptation to the subpolar climate and reducing the risk of depression among the migrants were accompanied by functional changes in the brain default system. The higher level of default system activation is associated with a higher predisposition to depression.

## ПРОТИВОАСТМАТИЧЕСКИЙ АГЕНТ ЗИЛЕУТОН ПОДАВЛЯЕТ $\text{Ca}^{2+}$ -ОТВЕТЫ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ НЕЙРОЛЕПТИКОМ ТРИФЛУОПЕРАЗИНОМ, В МАКРОФАГАХ

Миленина Л.С.<sup>1</sup>, Крутецкая З.И.<sup>1</sup>, Антонов В.Г.<sup>2</sup>, Крутецкая Н.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>ФГБВОУВО Военно-Медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия; [cozzy@mail.ru](mailto:cozzy@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1158.sudak.ns2020-16/327-328>

Трифлуоперазин (трифтазин, ТФП) относится к первому поколению типичных нейролептиков (антипсихотических агентов) фенотиазинового ряда, широко применяемых в терапии шизофрении и других психических заболеваний. Выявлено многогранное влияние ТФП на внутриклеточные процессы. Множественность эффектов ТФП, как и других фенотиазинов, может быть связана с его амфифильной природой. Будучи амфифильным соединением, он хорошо проникает через мембраны. Благодаря этому, ТФП модулирует внутриклеточные процессы, такие как передача сигналов и внутриклеточный транспорт. Ранее нами было впервые обнаружено, что в среде, содержащей ионы  $\text{Ca}^{2+}$ , ТФП вызывает дозозависимое увеличение внутриклеточной концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  ( $[\text{Ca}^{2+}]_i$ ) в перитонеальных макрофагах крыс. Однако механизмы, посредством которых ТФП вызывает увеличение  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  в макрофагах, до конца не изучены. Для функционирования перитонеальных макрофагов, как мононуклеарных фагоцитов, важную роль имеют 5-липоксигеназы, активность которых приводит к образованию биологически активных продуктов

лейкотриенов – медиаторов воспалительных и аллергических процессов. В связи с этим представлялось целесообразным исследовать возможное участие 5-липоксигеназ во влиянии ТФП на  $[Ca^{2+}]_i$  в макрофагах.

В опытах использовали специфический ингибитор 5-липоксигеназ - противоастматический агент zileuton (N-[1-(1-бензотиен-2-ил)этил]-N-гидроксимочевина, Zyflo®). С применением флуоресцентного  $Ca^{2+}$ -зонда Fura-2AM показано, что преинкубация макрофагов с 2 мкМ zileutona в течение 5 мин до введения 4 мкг/мл ТФП приводит к существенному подавлению  $Ca^{2+}$ -ответов, вызываемых ТФП (на  $34,6 \pm 10,5\%$ ,  $n=7$ ). Обнаружено также, что введение 4 мкМ zileutona на фоне развившегося плато  $Ca^{2+}$ -ответа, индуцированного ТФП, вызывает уменьшение  $[Ca^{2+}]_i$  на  $33,5 \pm 8,2\%$  ( $n=7$ ). Это свидетельствует об участии 5-липоксигеназ и/или продуктов 5-липоксигеназного пути окисления арахидоновой кислоты во влиянии ТФП на  $[Ca^{2+}]_i$  в макрофагах.

Результаты согласуются с моделью встраивания (intercalation mechanism) амфифильных антипсихотических агентов, в том числе фенотиозиновых нейролептиков, во внутренний монослой мембраны, в котором локализованы анионные фосфолипиды. Показано, что трициклическое гидрофобное кольцо молекулы ТФП встраивается в гидрофобную фазу мембраны, в то время как алкильный фрагмент с терминальной аминогруппой взаимодействует с полярными головками кислых липидов. Это может приводить к изменению жидкостности мембраны и функционирования мембраносвязанных ферментов, таких как фосфолипаза  $A_2$ , запуская каскад метаболизма арахидоновой кислоты и активацию 5-липоксигеназ.

Кроме того, полученные данные свидетельствуют о нежелательности совместного применения нейролептика ТФП и противоастматического агента zileutona.

#### ANTI-ASTHMATIC AGENT ZILEUTON ATTENUATES $Ca^{2+}$ RESPONSES, INDUCED BY NEUROLEPTIC TRIFLUOPERAZINE, IN MACROPHAGES

Milenina Lidiya S.<sup>1</sup>, Krutetskaya Zoya I.<sup>1</sup>, Antonov Victor G.<sup>2</sup>, Krutetskaya Nina I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia; <sup>2</sup> S.M. Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg, Russia; [cozzy@mail.ru](mailto:cozzy@mail.ru)

Trifluoperazine (triflazine, TFP) is a representative of the first generation of typical antipsychotics of the phenothiazine series, widely used in the treatment of schizophrenia and other mental diseases. A multifaceted effect of TFP on intracellular processes has been revealed. The multiplicity of TFP effects, as well as of other phenothiazines, may be related to its amphiphilic nature. Being an amphiphilic compound, it penetrates well through the membranes. Due to this, TFP can modulate intracellular processes, such as signalling and intracellular transport. Previously, we showed that TFP dose-dependently increases intracellular  $Ca^{2+}$  concentration ( $[Ca^{2+}]_i$ ) in rat peritoneal macrophages. However, the mechanisms by which TFP causes an increase in  $[Ca^{2+}]_i$  in macrophages are not fully understood. For the functioning of peritoneal macrophages as mononuclear phagocytes, 5-lipoxygenases play an important role, the activity of which leads to the formation of biologically active leukotrienes - mediators of inflammatory and allergic processes. Thus, the goal of the present work was to investigate the possible involvement of 5-lipoxygenases in the effect of TFP on  $[Ca^{2+}]_i$  in macrophages.

Selective inhibitor of 5-lipoxygenases anti-asthmatic agent zileuton (N-[1-(1-benzothien-2-yl)ethyl]-N-hydroxyurea, Zyflo®) was used in the experiments. Using Fura-2AM microfluorimetry we have shown that preincubation of macrophages with 2  $\mu$ M of zileuton for 5 min before 4  $\mu$ g/ml TFP addition resulted in a significant suppression of  $Ca^{2+}$  responses induced by TFP (by  $34,6 \pm 10,5\%$ ,  $n=7$ ). It was also found that the addition of 4  $\mu$ M zileuton against the background of the developed plateau of the  $Ca^{2+}$  response induced by TFP causes  $[Ca^{2+}]_i$  decrease (by  $33.5 \pm 8.2\%$ ,  $n = 7$ ). The data obtained show the participation of 5-lipoxygenases and/or oxidation products of 5-lipoxygenase pathway of arachidonic acid metabolism in the effect of TFP on  $[Ca^{2+}]_i$  in macrophages.

The results are consistent with the model of embedding of amphiphilic antipsychotic agents, including phenothiazine neuroleptics, in the inner monolayer of the membrane in which anionic phospholipids are localized. The tricyclic hydrophobic ring of the TFP molecule is embedded in the hydrophobic phase of the membrane, while the alkyl moiety with the terminal amino group interacts with the polar heads of acid lipids. This can lead to a change in membrane fluidity and the functioning of membrane-bound enzymes, such as phospholipase  $A_2$ , which triggers arachidonic acid cascade and activation of 5-lipoxygenases. In addition, the results indicate the undesirability of combined clinical use of the antipsychotic TFP and the anti-asthmatic agent zileuton.

#### ОЦЕНКА ВОЗБУДИМОСТИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРИЕМА ЕНДРАССИКА У ПАЦИЕНТОВ С ТРАВМАТИЧЕСКИМ ПОВРЕЖДЕНИЕМ СПИННОГО МОЗГА

Милицкова А.Д., Мухаметова Э.Р., Яфарова Г.Г., Балтина Т.В., Лавров И.А.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет", Казань, Татарстан, Россия; [mamashotmilktea@gmail.com](mailto:mamashotmilktea@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1159.sudak.ns2020-16/328-329>

В качестве метода, способного вызвать изменение возбудимости спинальных структур и запустить произвольные шагательные движения, в клинической практике и в эксперименте применяется прием Ендрассика. Учитывая рефлекторную природу ответов на чрескожную электростимуляцию спинного мозга (ЧЭССМ), можно предположить, что прием Ендрассика будет способствовать неспецифической активации нисходящих влияний на спинальные мотонейроны и, следовательно, может быть использован для диагностики сохраненных волокон в области травмы спинного мозга (ТСМ).

ЧЭССМ на уровне Th11-Th12 позвонков производилась с помощью стимулятора Нейро-МБП 8 (Нейрософт, Россия). Параметры вызванных ответов m. tibialis anterior и m. soleus регистрировались у 10 испытуемых добровольцев в возрасте от 19 до 44 лет в положении лёжа на спине со свободно свисающими ступнями: в состоянии покоя, при выполнении приема Ендрассика. При анализе данных испытуемые были

разделены на группы: группа контроля – 5 здоровых испытуемых (2 женщин, 3 мужчин); группа сравнения – 5 испытуемых (2 женщины, 3 мужчин) с травмой спинного мозга (Th4-10) со степенью AIS-A и AIS-B в анамнезе. В результате исследования выявлено, что у испытуемых группы контроля при выполнении приема Ендрассика наблюдалось достоверное облегчение амплитуды вызванных ответов во всех исследуемых мышцах. У испытуемых группы сравнения увеличение амплитуды вызванных ответов было различной выраженности и латерализации в зависимости от тяжести травмы. Таким образом, применение ЧЭССМ в сочетании с приемом Ендрассика может позволить усовершенствовать подходы к оценке сохранных связей после ТСМ и асимметрии спинальных цепей.

*Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров*

#### **ASSESSMENT OF LOWER EXTREMITIES MOTOR CENTERS EXCITABILITY UNDER JENDRASSIK MANEUVER PERFORMANCE IN PATIENTS WITH SPINAL CORD INJURY.**

**Militskova Alena D., Muhametova Elvira R., Yafarova Gusel G., Baltina Tatyana M., Lavrov Igor A.**

Kazan Federal University, Russia laboratory of scientific investigation, Kazan, Tatarstan, Russia

[mamashotmilktea@gmail.com](mailto:mamashotmilktea@gmail.com)

To provide alteration of spinal structures excitability and trigger involuntary walking movements Jendrassik maneuver is applying both in clinical practice and in experimental works. Considering reflective origin of transcutaneous spinal cord stimulation (tSCS) responses it can be assumed that Jendrassik maneuver will provide activation of descending effects on spinal motor neurons and thereby have a neuromodulating impact on spinal motor reactions and consequently, can be used to diagnose preservation of fibers at the level of injury.

Transcutaneous spinal cord stimulation was carried out at the level Th11-Th12 using stimulator Neuro MVP-8 (Neurosoft, Russia). Evoked potentials parameters of the m.tibialis anterior и m. soleus were recorded and analyzed in 10 healthy volunteers at the aged 19 and 44 in the supine position on the couch with feet suspended both in the control session and while Jendrassik maneuver performing.

When analyzing the data, the subjects were divided into groups: control group - 5 healthy subjects (2 women, 3 men); comparison group - 5 subjects (2 women, 3 men) with spinal cord injury (Th4-10) classified as AIS-A and AIS-B. As a result of the study, it was found that the subjects of the control group while performing Jendrassik showed significant facilitation of the amplitude of the evoked responses in all the tested muscles. In the subjects of the comparison group, the increase in the amplitude of the evoked responses was of varying severity and lateralization depending on the severity of the injury. Thus, the use of tSCS in combination with the Jendrassik maneuver may improve the assessment approaches of the intact fibers after SCI and asymmetry of the spinal circuitry. *The work is performed according to the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University*

#### **ИЗУЧЕНИЕ АПОПТОТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛЕТОК КАРЦИНОМЫ ЛЬЮИС ПОД ДЕЙСТВИЕМ АНФЕНА НА И H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> МЕТОДОМ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ МИКРОСКОПИИ.**

**Миль Е.М., Ерохин В.Н., Бинюков В.И., Албантова А.А., Володькин А.А., Голощапов А.Н.**

<sup>1</sup>ФГБУН Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия, [elenamil2004@mail.ru](mailto:elenamil2004@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1160.sudak.ns2020-16/329-330>

Одной из стратегий действия противоопухолевой терапии является усиление апоптоза опухолевых клеток. Ранее нами было показано, что синтетический антиоксидант 2-карбокси-2-(N-ацетиламино)-3-(3,5-ди-tert-бутил-4-гидроксифенил)пропаната натрия (анфена натрия) приводил к полному торможению развития саркомы 37 у мышей. В суспензии опухолевых клеток карциномы Льюис введение анфена снижало уровень антиапоптозного белка Bcl-2 (димера и мономера) на 80%, связанное с началом апоптоза клеток по митохондриальному пути. Методом флуоресцентной микроскопии, с помощью флуорофоров акридинового (АО), этидиума бромид (ЭБ) и аннексина V-FITC показано, что количество апоптотических клеток при введении анфена натрия (10<sup>-4</sup> М) возрастало в течении 1-3 часов увеличивалось при предварительном введении пероксида водорода (5 мкМ). По-видимому, это связано как с увеличением проницаемости мембран клеток для анфена натрия, так и действием пероксида водорода как вторичного мессенджера, запускающий внешний путь апоптоза. Обнаружено, что начало апоптоза, зарегистрированного флуорофорами, по времени совпадает с началом падения уровня димеров белка Bcl-2. Комбинация противоопухолевого препарата с агентом, усиливающего его действие, может быть перспективной в противоопухолевой терапии.

#### **STUDY OF APOPTOTIC CHANGES IN LEWIS CARCINOMA CELLS UNDER THE ACTION OF ANPHEN NA AND H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> BY FLUORESCENCE MICROSCOPY**

**Mil Elena M., Erokhin Valeriy N., Binyukov Vladimir I., Albantova Anastasia A.,**

**Volodkin Aleksander A., Goloshchapov Aleksander N.**

FGBUN <sup>1</sup> Institute of Biochemical Physics N.M. Emanuel RAS, Moscow, Russia, [elenamil2004@mail.ru](mailto:elenamil2004@mail.ru)

One of the strategies of antitumor therapy is to increase the apoptosis of tumor cells. We have previously shown that the synthetic antioxidant 2-carboxy-2-b (N-acetyl amino) - 3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxy phenyl) sodium propanate (sodium anphene) led to complete inhibition of the development of sarcoma 37 in mice. At the same time, the drug in the suspension of tumor cells of Lewis carcinoma led to a sharp decrease in the level of antiapoptotic protein Bcl-2 (dimer and monomer), associated with the onset of cell apoptosis along the mitochondrial pathway. In the work with the help of fluorophores (acridine orange (AO), ethidium bromide (EB) and annexin V-FITC it was



shown that the number of apoptotic cells with the introduction of sodium anfen (10-4 M) was observed within 1-3 hours and increased with the preliminary introduction of hydrogen peroxide (5 mkM). Was shown that it may be due to increased permeability of cell membranes to sodium anphen. It was found that the beginning of apoptosis registered by fluorophores coincides with the beginning of the decrease in the level of Bcl-2 protein dimers. The combination of an antitumor drug with an agent that enhances its action may be promising in antitumor therapy.

### **ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МОЗГА У ЛЮДЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ ПРОФИЛЕМ МОТОРНОЙ АСИММЕТРИИ ПРИ АКТИВАЦИИ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ.**

**Михайлова Н.Л.<sup>1</sup>, Камалитдинова А.А.<sup>1</sup>, Ключников Н.С.<sup>2</sup>, Мордвинов Н.С.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия;

<sup>2</sup>Компания EO Group, Лимассол, Кипр; [tifany-1999@yandex.ru](mailto:tifany-1999@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1161.sudak.ns2020-16/330-331>

Результаты исследований индивидуальных особенностей этих людей могут углубить и расширить представление о функциональном состоянии (ФС) мозга при адаптации их к условиям среды и к различным видам деятельности. Проводился сравнительный анализ спектральной мощности (СПМ) электрической активности мозга (ЭЭГ, ) у студентов-добровольцев (20 человек) с доминированием моторной области в правом полушарии (ЛР - леворукие) или в левом (ПР- праворукие). Профиль моторной асимметрии определяли по общепринятым методикам. Регистрировалась ЭЭГ, униполярно, по схеме «10-20» на фоне спокойного бодрствования (при закрытых глазах) и при когнитивной нагрузке (устный счёт). Для обработки данных рассчитывался не прямой  $t$ -критерий Стьюдента, коэффициент вариации (КВ ) и коэффициент асимметрии (Кас) (MathLab). Выявлено, что в исходной ЭЭГ СПМ частот ( кроме  $\alpha$  ) была больше у ЛР ( $p<0,05$ ). До нагрузки обнаружено увеличение СПМ для  $\alpha$ ,  $\delta$  и  $\theta$  диапазона частот ЭЭГ в фронтально-окципитальном направлении как у ПР, так и ЛР. Исходно во фронтальных отведениях (F1, F2, F3, F4) у ЛР доминировало правое полушарие, а у ПР -левое. В этих отведениях наблюдалась большая вариабельность всех параметров ЭЭГ как у ПР , так и ЛР, но у ЛР она была более выражена ( $КВ>30\%$ ), особенно для высокочастотных показателей ЭЭГ. Когнитивная нагрузка у ЛР уменьшала СПМ для  $\alpha, \delta, \theta$  в обеих гемисферах, но в большей степени - в левой. В F7, F8 исходно у ПР СПМ (кроме  $\gamma$  ) доминировала в правом полушарии. Счёт изменил ФС мозга так, что СПМ  $\theta$ ,  $\alpha$ ,  $\beta_2$  и  $\gamma$  увеличилась в левом и произошла реверсия доминирования. У ЛР когнитивная нагрузка привела к снижению СПМ в левом полушарии для всех видов активности ЭЭГ и доминированию правого. Большая вариабельность СПМ для показателей ЭЭГ обнаружилась и в других отведениях . В T3, T4, T5, T6 отмечен наименьший КВ ( $<30\%$ ) для СПМ  $\theta$ -диапазона частот как у ПР, так и ЛР. Когнитивная нагрузка приводила к уменьшению СПМ  $\theta$ -активности у ПР и ЛР в этих отведениях, но у ПР продолжало доминировать СПМ  $\theta$  левого полушария, а у ЛР произошла смена доминирования. В T3, T4 СПМ  $\theta$  у ЛР была больше в правом полушарии, после нагрузки — в левом. В T5, T6 исходно у ЛР СПМ  $\theta$  доминировала в левом полушарии, а после нагрузки стало доминировать правое полушарие. Изменения СПМ  $\theta$  диапазона частот ЭЭГ в височных отведениях носили достоверный характер ( $p<0,05$ ). Предположительно, высокочастотная активность (особенно в лобных отделах) определяет индивидуальные процессы формирования ФС мозга при когнитивной нагрузке, а  $\theta$ -активность (височные отделы) — общие.

### **ELECTRICAL ACTIVITY OF THE BRAIN IN PEOPLE WITH VARIOUS PROFILE OF MOTOR ASYMMETRY DURING ACTIVATION OF COGNITIVE PROCESSES.**

**Mikhailova Nina L.<sup>1</sup>, Kamalitinova Alina A.<sup>1</sup>, Klyuchnikov Nikita S.<sup>2</sup>, Mordvinov Nikita S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> FSBEI HE Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia; <sup>2</sup> EO Group Company, Limassol, Cyprus; [tifany-1999@yandex.ru](mailto:tifany-1999@yandex.ru)

The results of studies of the individual characteristics of these people can improve and expand the knowledge on the functional state (FS) of the brain during adaptation to environmental conditions and to various types of activities. A comparative analysis of the spectral power (SPP) of the electrical activity of the brain (EEG) was performed in volunteer students (20 persons) with the dominance of the motor region either in the right (LH - left-handed) or in the left (RH - right-handed) hemisphere. The profile of motor asymmetry was determined by standard methods. EEG was recorded unipolarly according to the "10-20" scheme during calm wakefulness (with eyes closed) and during cognitive load (counting aloud). To process the data, the indirect Student  $t$ -test, coefficient of variation (CV) and asymmetry coefficient (Cas) (MathLab) were calculated. It was revealed that in the initial EEG, the SPP of frequencies (except  $\alpha$ ) was higher in the LH ( $p<0.05$ ). Prior to loading, an increase in the SPP was found for the  $\alpha$ ,  $\delta$ , and  $\theta$  of the EEG frequency range in the fronto-occipital direction in both RH and LH. Initially, in the frontal leads (F1, F2, F3, F4), the right hemisphere dominated in the LH, and the left in the RH. In the abovementioned leads, a large variability of all EEG parameters was observed for both RH and LH, but in LH it was more pronounced ( $CV>30\%$ ), especially for high-frequency EEG indices. The cognitive load in LH decreased the SPP for  $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $\theta$  in both hemispheres, but to a greater extent - in the left. Initially, SPP (except for  $\gamma$ ) dominated in the right hemisphere in F7, F8 in RH. Counting aloud changed the FS of the brain so that the SPP  $\theta$ ,  $\alpha$ ,  $\beta_2$ , and  $\gamma$  increased in the left hemisphere, and a dominance reversed. In LH, cognitive load led to a decrease in SPP in the left hemisphere for all types of EEG activity and to a dominance of the right hemisphere. Large variability of the SPP for EEG indices was found in other leads. In T3, T4, T5, T6, the smallest CV ( $<30\%$ ) was noted for the SPP of the  $\theta$ -frequency range in both RH and LH. Cognitive load led to a decrease in the SPP of  $\theta$  activity in the RH and LH in these leads, but the left hemisphere SPP continued to dominate in RH, and there was a change in dominance in LH. In T3, T4, the SPP  $\theta$  in the LH was greater in the right hemisphere initially and in the left hemisphere after the load. Initially, SPP  $\theta$  dominated in the left hemisphere in T5, T6 in LH, and after loading the right hemisphere became dominant in them. Changes in the SPP  $\theta$  of the EEG frequency range in the temporal leads were significant ( $p<0.05$ ). Presumably, high-frequency activity (especially in the frontal parts) determines the

individual processes, and  $\theta$ -activity (temporal parts) - the general processes of the brain FS formation under cognitive load.

### **ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТЫ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ РЕТРОСПЛЕНИАЛЬНОЙ КОРЫ КРЫС ПРИ ПОТЕРЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПИЩЕДОБЫВАТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ**

**Михайлова Н.П.<sup>1,2</sup>, Сафразьян Ю.Р.<sup>2</sup>, Горкин А.Г.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> ФГБОУ Государственный Университет Гуманитарных Наук; <sup>2</sup> ФГБНУ НИИ Нормальной Физиологии им. П.К.Анохина; <sup>3</sup> ФГБУН Институт Психологии РАН, Москва, Россия; [natali.ivli@gmail.com](mailto:natali.ivli@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1162.sudak.ns2020-16/331>

С позиции системно-эволюционного подхода предполагается, что ситуации, связанные с невозможностью реализации субъективно значимого поведения, приведут к изменениям в структуре индивидуального опыта (СИО) в результате разрешения возникшего рассогласования. Результативность поведения рассматривается нами как достижение индивидом полезного приспособительного результата. Мы предполагаем, что в ситуации потери результативности ранее успешного поведения (ПРП) происходят изменения в СИО, что будет отражено в нейронной активности. Взрослые крысы Long-Evans весом 250-400 г ( $n=4$ ) были обучены циклическому инструментальному пищедобывательному поведению (ЦИПП) на одной из сторон экспериментальной клетки, в разных углах которой находилось по две кормушки и две педали. В процессе регистрации нейронной активности хронически вживленными тетрами эффективность 1 педали выключалась после 20 успешных нажатий и животное должно было обучиться аналогичному поведению на другой стороне клетки – таким образом, была создана ситуация ПРП. После совершения животным 20 успешных реализаций ЦИПП на 2 стороне, эффективность 2 педали выключалась и возвращалась эффективность 1 педали. Полученные в ходе регистрации потоки импульсной активности были очищены от артефактных сигналов, затем по проекции амплитуды сигнала на разные электроды разделены на потоки активности отдельных клеток и сопоставлены с поведением. Было зарегистрировано 22 нейрона, из которых только один в ситуации ПРП не изменил частоту активности ни в одном из выделенных нами актов. Поактовое статистическое сравнение с помощью критерия Манна-Уитни успешных и неуспешных реализаций актов ЦИПП показало, что в акте «подход к кормушке» (ПК) достоверно изменилась частота активность 8 нейронов, в акте «опускание морды в кормушку» (К) - 7, «прохождение середины стенки» (СС) - 9, «подход в угол педали» (ПП) - 4, «нахождение в углу педали» (УП) - 8, «нажатие на педаль» (П) - 6 ( $p>0,05$ ). Необходимо отметить, что в большинстве случаев (18 нейронов) при таком сравнении наблюдаются однонаправленные изменения – повышение ( $N=9$ ) или снижение ( $N=9$ ) частоты активности нейрона.

Также обнаружено, что при возвращении к успешной реализации ЦИПП на 1 стороне экспериментальной клетки у 20 нейронов ( $n=22$ ) изменилась частота активности по крайней мере в одном из актов по сравнению с частотой до получения индивидом опыта потери. Статистическое сравнение с помощью критерия Манна-Уитни показало, что при возвращении к успешным реализациям актов ЦИПП в акте ПК достоверно изменилась частота активности 10 нейронов, К - 7, СС - 10, ПП - 4, УП - 11, П - 7 ( $p>0,05$ ). Таким образом, после ПРП частота активности большей части зарегистрированных нейронов изменилась по крайней мере в одном из выделяемых актов ЦИПП, что позволяет говорить о том, что в данной ситуации происходят существенные изменения в СИО.

*Работа выполнена при поддержке госзадания №0159-2020-0001.*

### **CHANGES IN THE FREQUENCY OF ACTIVITY NEURONS RSC OF RATS IN LOSS OF EFFICIENCY FOOD-PROCURING BEHAVIOR**

**Mikhaylova Natalia P.<sup>1,2</sup>, Safrazyan Yuliya R.<sup>1</sup>, Gorkin Alexander G.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> State Academic University for the Humanities, <sup>2</sup> FSSI Anokhin Research Institute of Normal Physiology, <sup>3</sup> FSSI Institute of Psychology RAS, Moscow, Russia, [natali.ivli@gmail.com](mailto:natali.ivli@gmail.com)

From the point of system-evolutionary approach it is assumed that the situation of inability to implement subjectively significant behavior leads to changes in the structure of individual experience (SIE) due to resolving the mismatch. We consider the effectiveness of behavior as an achieving a useful adaptive result. It is assumed that in a situation of loss of effectiveness of previously successful behavior (LEB), changes in the SIO occur, that are reflected in neural activity. Adult Long-Evans rats weighing 250-400 g ( $n = 4$ ) were trained in cyclic instrumental food-acquisition behavior (CIFB) on one side of the experimental cage, in different corners of which there were two feeders and two pedals. The effectiveness of 1 pedal was turned off after 20 successful presses and the animal was trained to do a similar behavior on the other side of the cage – thus, situations of LEB were created during neural activity registration by chronically implanted tetrodes. After the animals made 20 successful implementations of CIFB on the 2nd side, the efficiency of the 2 pedals was turned off and the efficiency of 1 pedal was returned. Streams of impulse activity obtained during the registration were cleared of artifact signals, then, according to the projection of amplitude on different electrodes were divided into streams of individual cells activity and compared with the behavior. There was a statistical comparison of registered 22 cells using the Mann-Whitney test of successful and unsuccessful implementations of CIFB acts, which showed that in the act "approach to the feeder" (AF), the frequency of activity of 8 neurons significantly changed, in the act "feeder" (F) – 7, "middle of the wall" (m) - 9, "approaching the corner of pedal" (AP) - 4, "the corner of pedal" (CP) - 8, "pressing the pedal" (P) - 6 ( $p>0.05$ ). Note that with this comparison, in most cases (18 cells), unidirectional changes in the frequency of activity are observed: it increases ( $n = 9$ ) or decreases ( $n = 9$ ). When returning to successful implementations of CIFB in the AF act the frequency of activity 10 neurons significantly changed, F-7, m-10, AP-4, CP-11, P-7 ( $p>0.05$ ). Thus, after the LEB situation, the frequency of activity of most the registered neurons changed in at least one of acts of the CIFB, which suggests there were significant changes in the SIE.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ НЕЛИНЕЙНОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ ПРИ НЕВРАЛГИИ ТРОЙНИЧНОГО НЕРВА

Михальчик И.О., Омельченко В.П.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ростовский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, Россия; [irisa-irisa@bk.ru](mailto:irisa-irisa@bk.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1163.sudak.ns2020-16/332>

Электроэнцефалография представляет исследователям достаточно широкий спектр возможностей для изучения функционального состояния головного мозга человека в норме и при различных патологиях. Несмотря на это в клинической практике этот метод применяется не столь часто. Однако, ценность данной методики в клинической практике можно повысить, применяя современные численные методики анализа. Одним из таких перспективных математических методов обработки биосигналов является нелинейнодинамический анализ. Данная методика позволяет оценить, например, такие базовые характеристики физиологического процесса как сложность, упорядоченность и хаотичность.

В нашем исследовании методы нелинейнодинамического анализа применялись к исследованию электроэнцефалограмм (ЭЭГ) больных невралгией тройничного нерва (НТН). При помощи аппарата Энцефалан 131-03 были записаны фоновые ЭЭГ 30 больных НТН и 30 здоровых испытуемых. В программе VRA 4.9 были вычислены такие нелинейнодинамические характеристики ЭЭГ-сигнала как размерность вложения, корреляционная размерность и временной лаг. Кроме того, были построены рекуррентные диаграммы исследуемых сигналов. Исследование статистических различий нелинейных характеристик ЭЭГ проводилось при помощи программы Statistica 10.

В результате выяснилось, что изменения нелинейнодинамических параметров ЭЭГ при НТН имеют двоякое направление. В первом случае (что продемонстрировали ЭЭГ 21 пациента с НТН, 70%) наблюдалось значимое ( $p \leq 0.05$ ; U-критерий Манна-Уитни) уменьшение временной задержки (лага) и повышение минимальной размерности внедрения. Корреляционная размерность ЭЭГ у таких испытуемых также во многих отведениях повышалась, что может свидетельствовать об усложнении картины ЭЭГ и ее рассинхронизации. При этом на рекуррентных диаграммах ЭЭГ таких пациентов наблюдалась менее упорядоченная картина, чем у здоровых. У остальных 9 испытуемых (30%) наблюдались противоположные тенденции изменения нелинейных характеристик ЭЭГ в большинстве отведений.

Математическая обработка ЭЭГ методами нелинейной динамики позволяет получить новую информацию о действующих функциональных системах головного мозга при данной патологии. Применение математического аппарата теории динамического хаоса к исследованию ЭЭГ при различных патологиях способно дать дополнительную информацию о сущности патологического процесса и его особенностях.

## USING THE TECHNIQUE OF NONLINEAR DYNAMIC ANALYSIS OF ELECTROENCEPHALOGRAMS IN TRIGEMINAL NEURALGIA

Mihalchich Irina O., Omelchenko Vitaly P.

Federal state budgetary educational institution of higher education "Rostov state medical University" of the Ministry of health of the Russian Federation, Rostov-on-don, Russia; [irisa-irisa@bk.ru](mailto:irisa-irisa@bk.ru)

Electroencephalography provides researchers with a wide range of opportunities to study the functional state of the human brain in normal and various pathologies. Nevertheless, in clinical practice this method is rarely used. However, the value of this technique in clinical practice by applying modern numerical methods of analysis be increased can. One of these promising mathematical methods for processing biosignals is nonlinear dynamic analysis. This method allows us to evaluate, for example, such basic characteristics of the physiological process as complexity, order, and randomness.

We applied the methods of non-linear dynamics analysis to the study of electroencephalograms (EEG) of patients with trigeminal neuralgia (TN). Native EEGs of 30 TN patients and 30 healthy subjects were recorded using the Encephalan 131-03 apparatus. Using the VRA 4.9 program, the nonlinear dynamic characteristics of the EEG signal (embedding dimension, correlation dimension, and time lag) were calculated. In addition, recurrence diagrams of the studied signals were constructed. The study of statistical differences in the nonlinear characteristics of the EEG was carried out using the program Statistica 10.

As a result, it turned out that changes in the non-linear dynamics of the EEG during TN have a twofold direction. In the first case (as demonstrated by EEG of 21 patients with TN, 70%), there was a significant ( $p \leq 0.05$ ; Mann-Whitney U-test) reduction in time delay (lag) and an increase in the minimum dimension of implantation. The correlation dimension of EEG in such subjects also increased in many leads, which may indicate a complication of the picture of EEG and its desynchronization. Moreover, on the recurrence EEG diagrams of such patients, a less ordered picture was observed than in healthy ones. The remaining 9 subjects (30%) showed opposite trends in the non-linear characteristics of the EEG in most leads.

Mathematical processing of EEG by nonlinear dynamics methods allows to obtain new information about the existing functional systems of the brain in this pathology. The application of the mathematical apparatus of the theory of dynamic chaos to the study of EEG for various pathologies can provide additional information about the nature of the pathological process and its features.



## СОЗДАНИЕ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ УЛЬТРАТОНКИХ ВОЛОКОН ДЛЯ НЕЙРОХИРУРГИИ НА ОСНОВЕ БИОРАЗЛАГАЕМОГО ПОЛИ(3-ГИДРОКСИБУТИРАТА)

Монахова Т.В.<sup>1</sup>, Ольхов А.А.<sup>1,2</sup>, Староверова О.Н.<sup>2</sup>, Зернова Ю.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Биохимической физики РАН им. Н.М. Эммануэля, Россия, Москва, ул Косыгина, д.4; [tvmonakhova@yandex.ru](mailto:tvmonakhova@yandex.ru)

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Химической физики РАН им. Н.Н. Семенова; Россия, Москва, ул Косыгина, д.4

<https://doi.org/10.29003/m1164.sudak.ns2020-16/333>

Использование нетканых волоконистых матриц из биоразлагаемых полимеров для медицины и тканевой инженерии — перспективное направление в биоинженерии. Методом электроформования из растворов были изготовлены матрицы на основе биополимера поли-3-гидроксибутирата (ПГБ), состоящие из нановолокон различного диаметра. Рассмотрены практические вопросы электроформования нановолокон для нейрохирургии и создания кондуитов: 1) выбор растворителя: давление пара растворителя (хлороформа) должно обеспечить отверждение волокон без избыточного порообразования; 2) оптимальные значения вязкости чтобы соответствовать образованию бездефектной полимерной струи; 3) электрическое напряжение чтобы поддерживать совершенство конуса Тейлора; 4) оптимальная дистанция между форсункой-капилляром и приемным электродом, чтобы время десорбции растворителя из волокна было достаточным для полного отверждения единичного филамента ПГБ. Было показано, что наиболее благоприятной основой для пролиферации клеток являются матрицы из нитей умеренного и малого диаметра. Даны физико-химические характеристики получаемых волокон. Предлагаемые поли-3-оксибутирата могут быть рекомендованы для тканевой инженерии, для восстановительной хирургии, например, при травме ахиллеса сухожилия и при репарации периферийных нейро повреждений.

## CREATING A NEW GENERATION OF ULTRATHIN FIBERS FOR NEUROSURGERY BASED ON BIODEGRADABLE POLY (3-HYDROXYBUTYRATE)

Monakhova Tatiana V.<sup>1</sup>, Olkhov Anatoly A.<sup>1,2</sup>, Staroverova Olga N.<sup>2</sup>, Zernova Yulia N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal state budgetary institution of science Institute of Biochemical physics of the Russian Academy of Sciences. N. M. Emanuel, 4 Kosygin street, Moscow, Russia; [tvmonakhova@yandex.ru](mailto:tvmonakhova@yandex.ru)

<sup>2</sup> Federal state budgetary institution of science Institute of Chemical physics of the Russian Academy of Sciences. N. N. Semenova; 4 Kosygina street, Moscow, Russia

The use of non-woven fiber matrices made of biodegradable polymers for medicine and tissue engineering is a promising direction in bioengineering

Using the electroforming method, biopolymer-based matrices were made from solutions poly-3hydroxybutyrate (PHB) consisting of nanofibers of different diameters

We consider the practical issues of electropermanent nanofibers for neurosurgery and the creation of conduits.

1) choice of solvent: the vapor pressure of the solvent (chloroform) should ensure the curing of the fibers without excessive pore formation;

2) optimal viscosity values to match the formation of a defect-free polymer jet;

3) electrical voltage to maintain the perfection of the Taylor cone;

4) the optimal distance between the capillary nozzle and the receiving electrode, so that the time of desorption of the solvent from the fiber is sufficient for complete curing of a single PGB filament.

It was shown that the most favorable basis for cell proliferation are matrices of moderate and small diameter filaments. Physical and chemical characteristics of the obtained fibers are given. The proposed poly-3-oxibutyrate can be recommended for tissue engineering, for reconstructive surgery, for example, for Achilles tendon injury and for the repair of peripheral neuro injuries.

## ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ДАЛЬНЕЙШЕГО ВАРИАНТА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ДЕВЯТИКЛАССНИКАМИ

Москвитина О.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Психологический институт  
Российской академии образования", Москва, Россия [mskvn-lg@yandex.ru](mailto:mskvn-lg@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1165.sudak.ns2020-16/333-334>

Настоящее исследование посвящено выявлению психологических особенностей выбора девятиклассниками варианта продолжения своего образования в контексте их профессионального самоопределения.

В исследовании приняли участие 80 учеников 9-х классов подмосковной общеобразовательной школы. Исследование проводилось во второй половине 2018-19 учебного года.

Исследование осуществлялось с помощью батареи методик: «Методика изучения статусов профессиональной идентичности» (А.А. Азбель, А.Г. Грецов), методика изучения самооценки Дембо-Рубинштейн (в модификации А.М. Прихожан), методика «Золотой возраст» Б. Заззо (в модификации А.М. Прихожан), авторский опросник «Определение оснований и мотивов выбора дальнейшего образовательного маршрута».

Полученные результаты показали, что только треть выпускников девятого класса в готовы к осознанному выбору варианта продолжения своего образования. Остальные школьники живут настоящим и на определение своего будущего, в частности в плане профессионального самоопределения, они налагаются так называемый мораторий. В целом, девятиклассники отличаются высоким уровнем



притязаний и самооценки, что с трудом соотносится с объективными социальными реалиями и нуждается в дополнительном исследовании. Качественный анализ самооценки показал, что для девятиклассников значимыми являются качества, которые связаны с дальнейшим развитием и, возможно, получением образования: способности, ум, уверенность в себе. Эти качества могут характеризовать большую ориентированность школьников на себя, увеличение обособленности личности и снижение значимости социального взаимодействия, которое считается актуальным для подростков этого возраста. Часть девятиклассников отдают предпочтение и своему реальному возрасту, то есть живут в состоянии «здесь и теперь», часть – ориентированы на ближайшее будущее, которое связывают с возможностью самостоятельной жизни, небольшая часть предпочитают возраст младшего своего реального, что свидетельствует об тревоге и напряжении по поводу своего будущего. Более 1/2 выборки выбрали образования в школе, 1/4 – в учреждениях среднего профессионального образования, ещё 1/4 – не определились с выбором места продолжения своего образования.

Данное исследование может быть уточнено путём выяснения социально-психологических особенностей групп школьников, выбравших тот или иной образовательный маршрут.

#### **PSYCHOLOGICAL FEATURES OF CHOOSING A FURTHER EDUCATION OPTION BY NINE-GRADERS** **Moskvitina Olga**

Federal State Budget Scientific Institution "Psychological Institute of the Russian Academy of Education", Moscow, Russia [mskvn-lq@yandex.ru](mailto:mskvn-lq@yandex.ru)

This study is focused on identifying the psychological features of ninth-graders' choice of an option to continue their education in the scope of their professional identity.

The study involved 80 ninth-grade students of a Moscow-area comprehensive school. The study was conducted in the second half of the 2018/19 school year.

The study involved a battery of methods: "Methodology for the Study of Professional Identity Statuses" (A.A. Azbel, A.G. Gretsov), the method for self-esteem measurement by Dembo—Rubinstein (as modified by A.M. Prikhodzhan), the method "Golden Age" by B. Zazzo (as modified by A.M. Prikhodzhan), author's questionnaire "Determining the Grounds and Motives for Choosing a Further Educational Route."

The findings showed that only a third of the ninth-graders are ready to make a conscious choice of the option to continue their education. The rest of the students live for the moment and impose a so-called moratorium on determining their future, in particular, in terms of professional identity. In general, the ninth-graders have a high level of aspiration and self-esteem, which is difficult to relate to objective social reality and needs additional research. The qualitative analysis of self-esteem showed that ninth-graders place importance on the qualities that are associated with further development and, possibly, education, like aptitude, intelligence and confidence. These qualities can be characteristic of the students' greater self-focus, increased personal isolation and decreased importance of social interaction, which is considered essential for adolescents of this age. Some ninth-graders prefer their real age, that is, they live "here and now", some are oriented toward the near future, which they associate with the possibility of independent life, while a small portion prefer the younger age to their real, which indicates feeling anxious and stressed about their future. More than 1/2 of the sample chose education at school, 1/4 at vocational colleges, while another 1/4 have not decided on the institution to continue their education.

This study can be elaborated by elucidating the socio-psychological features of groups of students who have chosen a particular educational route.

#### **К ВОПРОСУ О ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ ШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Москвитина О.А.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Психологический институт Российской академии образования", Москва, Россия [mskvn-lq@yandex.ru](mailto:mskvn-lq@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1166.sudak.ns2020-16/334-335>

Информация в современном обществе характеризуется большей доступностью, объёмом, поверхностностью, увеличением скорости её распространения и получения и пр., а получение знаний непосредственно связано с восприятием, переработкой и преобразованием информации. Современное школьное образование претерпевает очередную модернизацию путём её системной цифровизации. Цифровизация предполагает внедрение виртуальных технологий в процесс обучения.

Наряду с преимуществами, которые сулят технологические новшества, ряд исследователей выражают свои опасения, так А.А.Вербицкий отмечает: 1) отсутствие педагогической или психологической теории цифрового обучения, показавшей и доказавшей его эффективность; 2) отсутствие тождества между понятиями «информация» и «знание», где первое – носитель значений, а второе – подструктура личности, обладающая личностными смыслами, а следовательно, получать информацию и знания – совершенно разные процессы; 3) процесс образования реализуется через живое общение между учителем и учеником, компьютер к этому не способен по определению; 4) существует опасность деградации речи и мышления; 5) отсутствие «социальной ситуации развития» (по Л.С. Выготскому) во многих ситуациях цифрового образования, так необходимой для воспитания; 6) доведение до абсурда принципа индивидуализации, которая превращается в отчуждение и «капсулизацию». Н.Б. Стрелова указывает на возможную потерю базовых когнитивных компетенций (письмо, расчет, чтение, логика), снижение качества обучения, слежку, «публичную» модель педагога и высокие требования к его психологическим качествам, рост числа конфликтов, проблемы контроля качества, снижение потребности в «интеллектуальном» специалисте и «тяготение» к его технологическому образу, уход от фундаментальности, дальнейшая стандартизация и уберизация образования, этические проблемы, рост социального отчуждения. Положение усугубляется тем, что для т.н. «цифрового поколения» присущ визуальный язык, более лёгкий для восприятия, они

«поглощают» быстро и стремительно большое количество разрозненной информации; отсутствие критического мышления дополняется тем, что они неусидчивы, их мышление мозаично, а размышления – поверхностны, лишены смыслов и погружения в тему. Это может привести к ситуации, которую М.В. Новак и А.М. Андреева назвали «дилетантским потреблением», когда субъект, не ориентируясь в качестве источников информации, склонен доверять всему, что попадает в поле зрения. Поэтому цифровизация образования нуждается в психологическом сопровождении, как на теоретическом, так и на прикладном уровнях.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-29-14177 мк «Динамика нейрокогнитивного, эмоционального и личностного развития подростков в условиях системной цифровизации школьного образования».*

## REVISITING THE PSYCHOLOGICAL COMPONENT OF DIGITALIZATION OF SCHOOL EDUCATION

Moskvitina Olga

Federal State Budget Scientific Institution "Psychological Institute of the Russian Academy of Education", Moscow, Russia [mskvn-lq@yandex.ru](mailto:mskvn-lq@yandex.ru)

Information in modern society is characterised by greater accessibility, volume, superficiality, an increase in the speed of its distribution and receipt, etc., and acquiring knowledge is directly related to the perception, processing and transformation of information. Modern school education is undergoing yet another modernisation through its systemic digitalization. Digitalization involves the introduction of virtual technology in the learning process.

Along with the advantages that technological innovations promise, a number of researchers express their concerns, for example, A.A. Verbitsky notes: 1) the lack of a pedagogical or psychological theory of digital learning, which has shown and proved its effectiveness; 2) the lack of identity between the concepts of "information" and "knowledge", where the first is a carrier of meanings, and the second is a personality substructure with personal meanings, which means that receiving information and knowledge are completely different processes; 3) the education process is implemented through live communication between the teacher and the student, the computer is not capable of this, by definition; 4) there is a danger of degradation of speech and thinking; 5) the absence of a "social development situation" (according to L.S. Vygotsky) in many situations of digital education, which is vital for education; 6) bringing to the absurdity the principle of individualisation, which turns into alienation and "encapsulation". N.B. Strekalova points to a possible loss of basic cognitive competencies (writing, calculation, reading, logic), a decrease in the quality of education, surveillance, a "public" model of a teacher and high requirements for the teacher's psychological qualities, an increase in the number of conflicts, quality control problems and a decrease in the need for a "smart" specialist and "fixation" on their technological image, shifting away from fundamentality, further standardisation and uberisation of education, ethical problems and growing social exclusion. The situation is compounded by the fact that the so-called "digital generation" has an inherent visual language that is easier to understand, they "absorb" a large amount of disparate information quickly and rapidly; the absence of critical thinking is complemented by the fact that they are restless, their thinking is mosaic, and their speculations superficial, devoid of meanings and immersion in the topic. This may lead to a situation that M.V. Novak and A.M. Andreeva called "amateurish consumption", when a person, not having a clue about the quality of information sources, is inclined to trust everything that comes into view. Therefore, the digitalization of education needs psychological support, both at the theoretical and application levels.

*This work was financially supported by the RFBR grant No. 19-29-14177 mk "Dynamics of the Neurocognitive, Emotional and Personal Development of Adolescents in the Context of Systemic Digitalization of School Education".*

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРОЦЕССУАЛЬНЫХ И АФФЕКТИВНЫХ РАССТРОЙСТВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА КОГНИТИВНЫХ ЗРИТЕЛЬНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ

Муравьева С.В.

Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия; [muravsvetlana@mail.ru](mailto:muravsvetlana@mail.ru)

В последние годы благодаря быстрому развитию компьютерных технологий, появилась возможность изучать более тонкие нейрофизиологические механизмы, лежащие в основе когнитивных нарушений у пациентов с процессуальными и аффективными расстройствами. Для этих пациентов характерными особенностями являются нарушения обработки зрительной информации, играющей ключевую роль для адаптации человека в окружающей среде. В основе нарушений лежит в первую очередь дисфункция системы «объектного зрения»: контуры объектов, буквы и цвета воспринимаются размытыми, характерно быстрое цветовое утомление. Позже присоединяются нарушения «пространственного зрения»: жалобы на пространственные нарушения и нарушение восприятия черно-белых изображений. Для оценки когнитивных нарушений у пациентов с психоневрологической патологией давно применяется метод когнитивных зрительных вызванных потенциалов. На основе этого метода был разработан и опробован в клинике более тонкий метод исследования - при восприятии изображений предметов, обработанные вейвлетным методом, для избирательной оценки системы «объектного» (парво-системы) или «пространственного» (магно-системы) зрения.

Цель работы - исследование нарушений обработки зрительной информации у пациентов с процессуальными и депрессивными расстройствами продолжительностью болезни от 1 года до 10 лет. В исследовании принимали участие 50 пациентов с процессуальными расстройствами и 40 пациентов с аффективными расстройствами в возрасте от 21 до 40 лет. Контрольную группу составили 30 здоровых испытуемых в возрасте от 18 до 35 лет. У всех наблюдателей острота зрения была не менее 0,9 или скорректирована до 0,9, рефракция соответствовала норме. В результате анализа электрофизиологических данных, было показано, что у пациентов обеих групп наблюдается нарушение обработки информации

преимущественно парво-системой, отвечающей за «объектное зрение». Были получены данные, что у пациентов с аффективными расстройствами затронуты только ранние этапы обработки зрительной информации (первичное восприятие, первичная дифференциация), а у пациентов с процессуальными расстройствами как ранние, так и на поздние этапы (принятие решения, глубокая обработка информации, перевод в кратковременную рабочую память).

Таким образом, применения данного метода может лечь в основу разработки методов диагностики когнитивных нарушений у пациентов с психоневрологической патологией.

#### **DEVELOPMENT OF A METHOD FOR DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF PROCEDURAL AND AFFECTIVE DISORDERS USING THE METHOD OF COGNITIVE VISUAL EVOKED POTENTIALS**

**Murav'eva (Muraveva) S.V.**

Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia, [muravsvetlana@mail.ru](mailto:muravsvetlana@mail.ru)

In recent years, the rapid development of computer technology, it is possible to study the more subtle neurophysiological mechanisms underlying the cognitive impairment in patients with procedural and affective disorders. For these patients, characteristic features are disturbances in the processing of visual information, which plays a key role for human adaptation in the environment. In the basis of the violations lies primarily a dysfunction of the system of "object vision": the contours of objects, letters and colors are perceived blurry, characterized by rapid color fatigue. The basis of the violations lies primarily in the dysfunction of the system of "object vision". Later join by violations of "spatial vision": complaints of spatial violations and impaired perception of black and white images. To assess cognitive impairment in patients with neuropsychiatric pathology, the method of cognitive visual evoked potentials has long been used. On the basis of this method, a more subtle research method was developed and tested in the clinic - with the perception of images of objects processed by the wavelet method, for the selective assessment of the system of "object" (parvo system) or "spatial" (magno-system) vision.

The purpose of the work is to study visual processing disorders in patients with procedural and depressive disorders with a disease duration of 1 year to 10 years. The study involved 50 patients with procedural disorders and 40 patients with affective disorders aged 21 to 40 years. The control group consisted of 30 healthy subjects aged 18 to 35 years. In all observers, visual acuity was at least 0.9 or corrected to 0.9, refraction was normal. As a result of the amplitude of the components of cognitive visual evoked potentials, it was shown that in patients of both groups there is a violation of information processing mainly by the parvo system responsible for "object vision". Data were obtained that in patients with affective disorders only the early stages of processing visual information are affected (primary perception, primary differentiation), and in patients with procedural disorders both early and late stages (decision making, deep processing of information, transfer to short-term working memory).

Accordingly, application of this method can be the basis for diagnostic methods of cognitive disorders in patients with neuropsychiatric pathology.

#### **ХЛОРАМИНОВЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ БИОГЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ – НОВЫЙ КЛАСС БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**

**Мурина М.А.<sup>1</sup>, Буравлева К.В.<sup>1</sup>, Рошупкин Д.И.<sup>2,1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр физико-химической медицины Федерального медико-биологического агентства», Москва, Россия; <sup>2</sup>ГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава, Москва, Россия; [marina\\_murina@mail.ru](mailto:marina_murina@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1167.sudak.ns2020-16/336-337>

По данным литературы известно, что многие лекарственные соединения, включая некоторые ингибиторы моноаминоксидазы-Б (селегилин, паргилин, разагилин, клоргиллин), ингибиторы протонной помпы (омепразол), ряд антиагрегантов (аспирин, клопидогрел, прасугрел), являются ингибиторами ковалентного (необратимого) типа действия. Мы обнаружили, что хлораминовые производные аминокислот, таурина и некоторые его структурные аналоги являются ковалентными ингибиторами функций тромбоцитов. Целью данной работы было создание на основе хлораминов биогенных соединений нового антиагреганта, для которого молекулярными мишенями будут рецепторы агонистов, определяющих активацию тромбоцитов.

При разработке новых лекарственных соединений широко используются компьютерные вычислительные технологии. На основе квантово-механических расчетов (функционал плотности B3LYP, базис 6-31G) нами была разработана технология компьютерного анализа свойств хлораминов биогенных соединений. Выявлены физико-химические характеристики (парциальные атомные заряды Малликена и Лёвдина), которые относятся к функциональной группе и необходимы для оценки стабильности и реакционной способности новых хлораминовых соединений, в том числе их хемоселективности по отношению к сульфидрильным и сульфидным группам атомов.

В данной работе на основе квантово-механических расчетов синтезированы новые хлораминовые производные пуриновых и пиримидиновых оснований. В экспериментах с серосодержащими пептидами и аминокислотами было показано, что модифицирующая способность этих соединений характеризуется выраженной химической селективностью по отношению к тиолам. Было обнаружено, что новые соединения проявляют специфическую фармакологическую активность в качестве антиагрегантов. Они эффективно ингибируют АДФ-индуцированную агрегацию тромбоцитов. Антиагрегантное свойство новых биогенных хлораминов, вероятно, связано с их способностью не только связываться с пуриновыми рецепторами, но и химически модифицировать серосодержащие группы рецепторов плазматической мембраны тромбоцитов.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, грант № 20-04-00532.*



## CHLORAMINE DERIVATIVES OF BIOGENIC COMPOUNDS - A NEW CLASS OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

Murina Marina A.<sup>1</sup>, Buravleva Kristina V.<sup>1</sup>, Roshchupkin Dmitry I.<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup> Federal Research and Clinical Centre of Physical-Chemical Medicine of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia; <sup>2</sup> The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov (RNRMU), Moscow, Russia; [marina\\_murina@mail.ru](mailto:marina_murina@mail.ru)

According to the literature, it is known that many drug compounds, including some monoamine oxidase-B inhibitors (selegiline, pargiline, rasagiline, clorgyline), proton pump inhibitors (omeprazole), a number of antiplatelet agents (aspirin, clopidogrel, prasugrel), are inhibitors of the covalent (irreversible) type of action. We have found that chloramine derivatives of amino acids, taurine and some of its structural analogues are covalent inhibitors of platelet functions. The aim of this work was, on base of chloramines of biogenic compounds, the creation of a new antiplatelet agent, for which receptors of agonists that determine platelet activation will be the molecular target.

In the design of new medicinal compounds, computer calculation technologies are widely used. Based on quantum mechanical calculations (density functional B3LYP, basis 6-31G), we developed a technology for computer analysis of the properties of chloramines of biogenic compounds. It was revealed physicochemical characteristics (partial atomic charges of Mulliken and Lowdin), which are related to the functional group and are necessary for assessing the stability and reactivity of new chloraminic compounds, including their chemoselectivity with respect to sulfhydryl and sulfide groups of atoms.

In this work, based on quantum-mechanical calculations, new chloramine derivatives of purine and pyrimidine bases are synthesized. In experiments with sulfur-containing peptides and amino acids, it was shown that the modifying ability of these compounds is characterized by pronounced chemical selectivity for thiols. It was found that new compounds exhibit specific pharmacological activity as antiplatelet agents. They effectively inhibit ADP-induced platelet aggregation. The antiplatelet property of new biogenic chloramines is probably due to their ability not only to bind to purine receptors, but also to chemically modify the sulfur-containing groups of platelet plasma membrane receptors.

*This work was partially supported by Russian Foundation for Basic Research, a grant no. 20-04-00532.*

## РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ПОГРАНИЧНО-ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ СРЕДИ ПОДРОСТКОВ КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Мусина А.А.

НАО «Медицинский университет Астана», г. Нур-Султан, Казахстан; [aiman\\_m-a@mail.ru](mailto:aiman_m-a@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1168.sudak.ns2020-16/337-338>

Современный темп жизни, информационные перегрузки и разного рода конфликты порождают состояние стресса, создавая почву для роста нервно – психических расстройств. Среди них значительное место занимают депрессивные расстройства пограничного уровня.

Расстройства личности представляют собой стойкие изменения зрелой личности, характерные для взрослых пациентов. Но, в многочисленных работах, посвященных детской психиатрии и расстройствам личности, авторы отмечают, что расстройства зрелой личности имеют начало развития в подростковом возрасте. Согласно классификации МКБ 10 к эмоциональным расстройствам и расстройствам поведения, начинающиеся обычно в детском и подростковом возрасте (F90-F98) относят расстройства, характеризующиеся повторяющимися, устойчивыми образцами необщительного, агрессивного или вызывающего поведения.

В Казахстане в целом отмечается увеличение числа специализированных школ и классов, где дети сталкиваются с чрезмерным повышением учебных нагрузок, и где культивируется порой нездоровая конкуренция и жизненная важность достижения успеха. Подобная ситуация приводит к росту числа детей с выраженной эмоциональной дезадаптации и повышенным суицидальным рискам. В суицидальном поведении подростков, страдающих пограничными нервно-психическими заболеваниями, более четко, чем у взрослых, выступает зависимость между готовностью к развитию патологических реакций с суицидальными тенденциями и влиянием условий внешней среды.

**Целью работы было** оценка выявляемости и распространенности пограничных расстройств среди детей и подростков Карагандинской области с разработкой профилактических мероприятий по их профилактике.

Анализировались статданные заболеваемости подростков за 2015-2017 годы Карагандинского областного психоневрологического диспансера.

Отчетные данные группировались по классам МКБ 10 (F90-F98), которые были разделены на поведенческие и эмоциональные расстройства. При анализе весь контингент детского населения был разделен на 2 группы: дети до 14 лет и подростки. Также анализировались данные по состоянию детей и подростков на учете, лечении и реабилитации в амбулаторных и стационарных условиях.

Нами также анализировалась статистика завершенных суицидов по Карагандинской области с расчетом на 100 тыс. населения.

Анализ показал, что распространенность поведенческих расстройств имеет возрастное различие. Так, из числа детского населения, находящегося под наблюдением с диагнозом поведенческие и эмоциональные расстройства, начинающиеся в детском и подростковом возрасте, в 2017 году было зарегистрировано 90,3% детей и 9,7% подростков, в 2016 году – 77% детей и 23% подростков, в 2015 году 85% детей и 15% подростков соответственно. Большинство случаев поведенческих расстройств приходится на детей в возрасте до 14 лет, причем динамика из года в год остается практически неизменной. Как при амбулаторном лечении, так и при стационарном лечении, распространенность регистрируется у подростков гораздо меньше, чем детей до 14 лет.



Анализ завершённых случаев суицида за 2015 год показал, что за изучаемый период было зарегистрировано 322 случая, из них в возрасте 0-14 было зарегистрировано 0,93% случаев суицида, в подростковом возрасте от 15-17 лет до 2,17% случаев. В 2016 году зарегистрировано было 309 случаев суицида и наблюдалось уменьшение суицидов в подростковом возрасте 15-17 лет, составив 1,29% случая. Динамика случаев суицида в возрасте 0-14 лет осталась неизменной по сравнению с предыдущим годом, составив 0,97% случая на 100 тыс. населения.

В целом, пограничные расстройства преобладали у детей в возрасте до 14 лет, а завершённые случаи суицида в подростковой группе, в возрасте от 15-17 лет.

В целом, работа по профилактике погранично-поведенческих расстройств требует проведения среди детского населения качественной комплексной психологической диагностики, своевременной психокоррекции, консультирования, психологической поддержки и эффективного межведомственного взаимодействия.

## **THE PREVALENCE OF BORDER-BEHAVIORAL DISORDERS AMONG TEENAGERS OF THE KARAGANDA REGION**

**Mussina Aiman A.**

NJSC «Astana medical university», Nur-Sultan city, Kazakhstan

## **МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ СИНДРОМ – ПАТОГЕНЕЗ, ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ**

**Мухамеджанов Э.К.**

Международный институт геронтологии, Алматы, [labpharma@maul.ru](mailto:labpharma@maul.ru)

Метаболический синдром (МС) является основной причиной высокой заболеваемости и смертности современного человека, однако патогенез МС остается недостаточно выясненным, что препятствует разработке адекватных методов профилактики и лечения МС. В настоящее время инсулин резистентность (ИР) является ведущей причиной развития МС.

Скелетные мышцы обуславливают 80% стимулируемого инсулином поглощения глюкозы. Однако при снижении мышечной массы (саркопении) снижается возможность влияния инсулина на поглощение глюкозы, что ведет к ее увеличению в крови (гликемии) и стимуляции секреции инсулина поджелудочной железой (инсулинемия) или проявляются все маркеры развития сахарного диабета (первого компонента МС).

Под влиянием инсулина происходит сбрасывание углеродного скелета глюкозы в липиды, что ведет к развитию дислипидемии (второго компонента МС).

Усиление жиросинтеза ведет к их накоплению и развитию ожирения (третьего компонента МС). Жировая ткань в настоящее время рассматривается как эндокринный орган, который секретирует воспалительные цитокины (ИЛ-6, ФНО), которые при поступлении в печень способствуют секреции С-реактивного белка, что ведет к повышению артериального давления и росту заболеваний сердечно-сосудистой системы (четвертого компонента МС).

Если исходить из такой модели развития МС, то для разработки методов его профилактики и лечения необходимо использовать все технологии по снижению проявлений саркопении. Действительно, проявления МС снижаются при увеличении обеспеченности процесса синтеза белка на 30% и выше, при активации белково-синтезирующего аппарата под влиянием физической нагрузки, анаболических аминокислот (преимущественно лейцином), витаминов В<sub>1</sub> и D, микроэлементов Са и Mg.

Можно рассмотреть также вторую модель развития МС. В связи изменением стиля жизни человека – преобладание операторских и интеллектуальных видов деятельности уменьшилось потребление жиров (для физической активности) и увеличилось потребление глюкозы (мозг в качестве источника энергии использует исключительно глюкозу). Это привело к развитию энергетического дисбаланса – накопление жиров и дефицит глюкозы. Для обеспечения увеличенной потребности в глюкозе повышается аппетит, что ведет к развитию ожирения. Для повышения потребности мозга в глюкозе увеличивается ее поступление за счет повышения артериального давления, что ведет к развитию гипертонии. Для снижения негативного влияния липидемии организм вынужден усиливать секрецию инсулина, который может вызывать развитие иппогликемии и нарушение обменных процессов, поэтому организм вынужден препятствовать этому посредством развития инсулин резистентности, что ведет к развитию диабета и преобладанию синтеза липидов или развитию дислипидемии.

Следовательно, в вопросах профилактики и лечения МС необходимо использовать технологии по предотвращению развития дисбаланса между жирами и углеводами, что удается посредством использования специализированного продукта питания, на который получен английский патент.

Таки образом, нами предложено две модели патогенеза МС, которые позволяют разработать адекватные пути его профилактики и лечения, что несомненно является важным аспектом оздоровления человека и является важным путем решения главной задачи каждого государства: Здоровые люди – здоровое государство.

## **ИЗУЧЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ У БОЛЬНЫХ С ЭНДОГЕННОЙ ДЕПРЕССИЕЙ В ЦЕЛЯХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ С ШИЗОФРЕНИЕЙ**

**Мухитова Ю.В., Исаева Е.Р., Трегубенко И.А., Шошина И.И., Ханько А.В.**

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова,  
г. Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1169.sudak.ns2020-16/338-339>

**Актуальность и цель исследования.** Когнитивные функции тесным образом связаны с процессами зрительного восприятия, обеспечивающими построение внутренней картины внешнего мира.

Целью проекта было - выявление структуры и механизмов когнитивных нарушений (мышления и зрительного восприятия) при эндогенной депрессии в сравнении с нарушениями когнитивного функционирования при шизофрении. *Исследование проведено в рамках выполнения грантового проекта РФФИ № 18-013-01245.*

**Методы исследования и характеристика исследуемой группы.** Было исследовано 68 больных, страдающих шизофренией, и 30 больных, страдающих эндогенной депрессией. Психофизиологический и психофизический подход реализовали с использованием метода визоконтрастометрии и метода оценки помехоустойчивости зрительной системы, основанной на регистрации вероятности правильного ответа в задаче различения местоположения разрыва колец Ландольта. Психологический подход основан на использовании методов экспериментально-психологической оценки нарушений мыслительной сферы с помощью методик: «Исключение 4-го лишнего», «Сравнение понятий»; тест Струпа "Словесно-цветовая интерференция", методика последовательности соединений «TMT» (Trail Making Test), «Недорисованные изображения», «Фигуры Поппельрейтера». Использованы следующие методы статистического анализа данных: сравнительный анализ с использованием критерия Манна-Уитни, корреляционный анализ.

#### **Результаты.**

1. Специфика нарушений когнитивных функций у больных с эндогенной депрессией в условиях получения психофармакологической терапии была связана с изменением динамического компонента познавательной деятельности и проявлялась в снижении распределения и переключаемости внимания, увеличении периода вработываемости. Мнестическая функция у больных с эндогенной депрессией в целом сохранна, процессы запоминания, сохранения и воспроизведения находятся в пределах нормативных значений, однако наблюдается снижение скорости включения в деятельность и скорости переработки информации. Относительно мышления установлено снижение уровня обобщения, единичные случаи искажения процесса обобщения и снижения целенаправленности мышления (мотивационно-личностного компонента мышления).

Сравнительный анализ состояния гностической функции (восприятия) у больных с эндогенной депрессией и больных шизофренией выявил большую сохранность зрительного восприятия у больных эндогенной депрессией, в отличие от больных шизофренией. Снижение динамического компонента аттентивной функции у больных шизофренией достоверно более выражено, чем у больных эндогенной депрессией. Больные с эндогенной депрессией демонстрируют нормативные показатели кратковременной и долговременной памяти, тогда как больные шизофренией обнаруживают снижение объема кратковременной памяти в легкой степени и снижение долговременной памяти в умеренной степени, достоверно более выраженное снижение эффективности запоминания, неустойчивость мнестических процессов и случаи ложных припоминаний (конфабуляций) в процессе воспроизведения. Подобные различия можно объяснить нарушением мотивационного (регуляторного) компонента познавательной деятельности при шизофрении, что является центральным звеном в структуре шизофренического патопсихологического симптомокомплекса.

В мышлении показано снижение уровня обобщения, единичные случаи искажения процесса обобщения и снижения целенаправленности мышления (мотивационно-личностного компонента мышления).

2. Установлено, что специфика нарушений когнитивных функций у больных шизофренией и пациентов с эндогенной депрессией связана с активностью и характером взаимодействия двух основных нейронных систем (магно- и парвоцеллюлярной системы), обеспечивающих механизмы глобального и локального анализа информации, а также с помехоустойчивостью, свидетельствующей об уровне внутреннего шума системы зрительного восприятия.

Показатели равновесия процессов распределения и концентрации внимания, переключаемости внимания выявляет необходимость согласованности в работе магно- и парвоцеллюлярной систем.

В мыслительной деятельности уровень согласованности в работе парвоцеллюлярной и магноцеллюлярной нейронных систем также обеспечивает эффективность процессов абстрагирования и категоризации. Показано, что чем активнее магноцеллюлярная система, тем менее целенаправленной становится познавательная, в том числе мыслительная деятельность, снижается регуляторный компонент психической деятельности. Чем выше помехоустойчивость, тем более организованным и целенаправленным будет процесс мышления. Также обнаружено, что чем выше уровень активности парвоцеллюлярной системы, тем меньше актуализации латентных признаков допускает пациент. Активность парвоцеллюлярной системы отрицательно коррелирует с количеством нарушений мышления, что свидетельствует о вкладе парвоцеллюлярной нейронной системы в целенаправленный, упорядоченный, детализированный и последовательный анализ и отбор признаков при решении задач. В целом, уровень согласованности в работе двух систем и помехоустойчивость обеспечивают селективность и отбор значимых и существенных признаков в процессе мыслительной деятельности.

Степень рассогласования в работе магноцеллюлярной и парвоцеллюлярной нейронных систем при шизофрении более выражена, чем при эндогенной депрессии, что связано преимущественно с изменением функционального состояния магноцеллюлярной системы. При шизофрении наблюдается выраженное повышение уровня внутреннего шума системы зрительного восприятия.

#### **ASSESSMENT OF COGNITIVE FUNCTIONS IN PATIENTS WITH ENDOGENOUS DEPRESSION FOR THE DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF SCHIZOPHRENIA**

Mukhitova Julianna V., Isaeva Elena R., Tregubenko Ilya A., Shoshina Irina I., Khanko Aleksandr V.  
Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint-Petersburg, Russia

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАРУШЕНИЙ ВНИМАНИЯ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ

Мямлин В.В., Новотоцкий-Власов В.Ю., Болотина О.В., Киренская А.В.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского»  
Минздрава России, Москва, vad.myamlin@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m1170.sudak.ns2020-16/340>

Нарушения внимания относятся к стабильным проявлениям когнитивного дефицита при шизофрении. Тест на устойчивость внимания (Continuous Performance Task – CPT) является одним из наиболее валидных нейрокогнитивных эндофенотипов шизофрении. Разработаны разные модификации CPT, отличающиеся модальностью стимулов (зрительная/слуховая) и уровнем сложности. Снижение качества выполнения CPT наблюдается уже на ранних стадиях шизофрении и у родственников больных. Однако, нейрофизиологические механизмы, обеспечивающие устойчивость внимания, изучены недостаточно. Слуховые вызванные потенциалы (ВП), позволяют количественно оценивать активность сетей мозга в связи с выполнением когнитивных задач. Амплитуда и латентность компонентов N100 и P300 ассоциируются с базовыми когнитивными операциями сенсорной регистрации, дискриминации и детекции целевых стимулов. С тем, чтобы расширить представления о центральных механизмах процессов внимания в норме и при шизофрении проведено исследование, которое включало анализ показателей выполнения модификации теста CPT – IMT (Immediate memory task performance) (Dougherty et. al., 1999), параметров ВП N100 и P300, и корреляционных взаимосвязей между ними.

Группу больных шизофренией составили 34 чел., группу нормы – 50 чел. В тесте IMT стимулы (5-значные числа) предъявлялись на мониторе с интервалом 500 мс в течение 10 мин. При совпадении текущего числа с предыдущим исследуемый должен был нажимать на клавишу. Оценивали процент правильных ответов (ПО), время реакции (ВР), процент ложных тревог (ЛТР) и пропусков (Пр), а также интегральный показатель сенсорной чувствительности (А'). ЭЭГ регистрировали в стандартной 2-стимульной парадигме oddball с вероятностью предъявления целевого стимула (2000 Гц, 50 мс) – 20%, нецелевого (1000 Гц, 50 мс) – 80%, всего 360 стимулов. ВП получали при усреднении от целевых стимулов.

Качество выполнения теста IMT у больных было существенно хуже по сравнению с нормой: снижен процент ПО ( $p < 0.001$ ), увеличен процент ЛТР ( $p < 0.01$ ), снижена величина А' ( $p < 0.001$ ). Амплитуда N100 и P300 у больных была ниже по сравнению с нормой ( $p < 0.001$ ), латентность P300 увеличена ( $p < 0.001$ ). Анализ корреляций (по Спирмену) в группе нормы показал, что большинство значимых ( $p < 0.01$ ) корреляций относилось к компоненту N100 – увеличение амплитуды коррелировало с повышением процента ПО и увеличением А', а снижение латентности – с увеличением ЛТР; увеличение латентности P300 коррелировало с увеличением ЛТР. В группе больных все корреляции относились только к компоненту P300: снижение амплитуды и удлинение латентности ассоциировались со снижением процента ПО и А'. Выявленные отличия свидетельствуют о нарушениях у больных шизофренией активности нейронных сетей, вовлеченных в ранние этапы внимания.

## THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STUDY OF ATTENTIONAL DISORDERS IN SCHIZOPHRENIA

Myamlin Vadim V., Novototsky-Vlasov Vladimir Y., Bolotina Olga V., Kirenskaya Anna V.

Serbsky National Medical Research Centre of Psychiatry and Narcology, Moscow, [vad.myamlin@yandex.ru](mailto:vad.myamlin@yandex.ru)

Impaired attention is among the stable manifestations of cognitive deficit in schizophrenia. Continuous Performance Task (CPT) is a valid neurocognitive endophenotype of schizophrenia. There are various CPT modifications differing in the modality of the stimuli (visual / auditory) and in the level of difficulty. Abnormal performance of CPT task has been observed in patients with recent onset schizophrenia and in relatives of patients. However, neurophysiological mechanisms of sustained attention are poor understood yet. Auditory event-related potentials (ERP) allow to evaluate quantitatively activity of brain networks in relation to a wide spectrum of cognitive operations. The amplitude and latency of N100 and P300 peaks are associated with basic cognitive operations such as sensory registration, discrimination and detection of target stimuli. In order to expand our understanding of the neural mechanisms of attention in normal population and in schizophrenia the study that included the analysis of Immediate Memory Task (IMT) performance (as version of CPT, Dougherty et al., 1999), parameters of N100 and P300 peaks of ERP, and correlations between them was carried out.

We studied 34 patients with diagnosis of schizophrenia, and 50 control subjects. Stimuli (five-digit numbers) in IMT task were presented on a computer screen with an interval of 500 ms during 10 min. Subjects were instructed to press the mouse button if they perceived a repetition of a five-digit number. Percent of correct responses (CR), reaction time (RT), false alarms (FA), missing responses (MR), and the integrative signal detection measure – A' (sensory sensitivity) were evaluated. EEG was recorded in two-stimulus active oddball paradigm. A probability of the target stimulus presentation (2000 Hz, 50 ms) was 20%, non-target (1000 Hz, 50 ms) one – 80%. Overall 360 stimuli were presented. ERPs were analyzed for target stimulus condition.

IMT task performance was significantly worse in patients compared to controls: decreased percent of CR ( $p < 0.001$ ), elevated percent of FA ( $p < 0.01$ ), and reduced A' value ( $p < 0.001$ ) were observed. Amplitude of N100 and P300 peaks were lower ( $p < 0.001$ ), and P300 latency was longer ( $p < 0.001$ ) in patients in comparison with control subjects. Analysis of Spearman's correlations in the control group revealed that most of the significant ( $p < 0.01$ ) correlations were related to N100 peak – N100 amplitude correlated positively with percent of CR and A' value, negative correlations were observed between N100 latency and percent of FA. Positive correlations with FA were found for P300 latency. In the patient group, all correlations were related to P300 peak only: a decrease in amplitude and an increase in latency were associated with a diminished percent of PO and reduced A' value. The revealed differences in the profiles of correlations indicate impaired activity of neural networks involved in the early stages of attention in patients with schizophrenia.

## **ОЦЕНКА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА И УРОВНЯ СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ У ИНВАЛИДОВ ТРУДОСПОСОБНОГО ВОЗРАСТА ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В "ЦЕНТР ТРУДОВОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ И АБИЛИТАЦИИ"**

**Наговицына Е.А., Васильева Н.Н.**

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ижевская государственная медицинская академия" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ижевск, Россия; [elena34nv@yandex.ru](mailto:elena34nv@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1171.sudak.ns2020-16/341>

В настоящее время пристальное внимание уделяется изучению различных аспектов профессиональной реабилитации и трудовой занятости инвалидов.

Данное исследование проводилось для оценки вариабельности ритма сердца и уровня социально-психологической адаптации у инвалидов трудоспособного возраста при поступлении в "Центр Трудовой Реабилитации и Абиляции".

В исследовании приняло участие 79 человек с инвалидностью 2 и 3 группы, трудоспособного возраста (18-59 лет), проходящих профессиональную реабилитацию и абилитацию на базах «Центра Трудовой Реабилитации и Абиляции» в городах Удмуртской Республики.

Для оценки вариабельности ритма сердца использовался аппаратно-программный комплекс «ВНС-Микро» («НейроСофт», г. Иваново). В определении преобладающего типа регуляции ритма сердца использовали такие показатели как R-R, SI, TP и VLF. На основании количественных значений данных показателей выделяли четыре группы функционального состояния регуляторных систем организма (Н.И. Шлык, 2003г.). Состояние социально-психологической адаптации оценивали на основе опросника Роджерса-Даймонда.

В результате 41% респондентов вошли в I группу, что говорит об умеренном превалировании симпатической и центральной регуляции. К II группе, с выраженным преобладанием симпатической регуляции, были отнесены 18% исследуемых лиц. III группа, то есть умеренное преобладание парасимпатической активности, включала в себя 37% человек. IV группа, отражающая выраженное преобладание парасимпатической нервной системы, составила 4% респондентов. Оценка социально-психологической адаптации выявила, что все интегральные показатели данного опросника в большинстве случаев находились в пределах средних значений.

Результаты настоящего исследования необходимы в комплексной оценке адаптационных возможностей людей с инвалидностью для обоснования режимов трудовой деятельности, а также с целью определения звеньев адаптационных механизмов, на которые возможно повлиять для улучшения показателей профессиональной реабилитации.

## **ASSESSMENT OF HEART RATE VARIABILITY AND THE LEVEL OF SOCIAL AND PSYCHOLOGICAL ADAPTATION OF DISABLED PEOPLE OF WORKING AGE WHEN ENTERING «THE CENTER OF LABOR REHABILITATION AND HABILITATION»**

**Nagovicyna Elena A., Vasilyeva Natalya N.**

Izhevsk state medical Academy, Izhevsk, Russia; [elena34nv@yandex.ru](mailto:elena34nv@yandex.ru)

Currently, close attention is paid to the study of various aspects of professional rehabilitation and employment of disabled people.

This study was conducted to assess the variability of heart rate and the level of social and psychological adaptation of disabled people of working age when entering the "Center of Labor Rehabilitation and Habilitation".

The hardware and software complex "VNS-micro" ("Neurosoft", Ivanovo) was used to assess the heart rate variability. In determining the predominant type of heart rate regulation, indicators such as R-R, SI, TP, and VLF were used. Based on the quantitative values of these indicators, four groups of functional state of the body's regulatory systems were identified (N. I. Shlyk, 2003). The Rogers-diamond questionnaire was used to assess the state of social and psychological adaptation.

As a result, 41% of respondents were included in the first group, which indicates a moderate prevalence of sympathetic and central regulation. The second group with an evident predominance of sympathetic regulation included 18% of the subjects. The third group with a moderate predominance of parasympathetic activity comprised 37% of people. The fourth group reflecting the marked prevalence of the parasympathetic nervous system comprised 4% of respondents. The assessment of socio-psychological adaptation revealed that all the integral indicators of this questionnaire were in most cases within the average values.

The results of this study are necessary in a comprehensive assessment of the adaptive capacity of people with disabilities to justify the modes of work, as well as to determine the links of adaptation mechanisms that can be influenced to improve the indicators of professional rehabilitation.

## **ИНТЕРФЕЙС МОЗГ-КОМПЬЮТЕР ДЛЯ ЦЕЛЕЙ НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ В ИГРОВОЙ ФОРМЕ.**

**Нагорнова Ж.В., Гунделах Ф.В., Сонькин К.М., Станкевич Л.А., Шемякина Н.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия; [nagornova\\_zh@mail.ru](mailto:nagornova_zh@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1172.sudak.ns2020-16/341-342>

Практическое применение интерфейсов мозг-компьютер для двигательной реабилитации после инсульта часто осложняется длительностью процедуры, что ведет к утомлению пользователя и снижает



мотивацию к тренингу. Индивидуальная настройка классифицируемых параметров ЭЭГ может занимать длительное время, поэтому создание «универсального» классификатора – может быть эффективным решением для начала тренинговых сессий. В разработанную коллективом авторов систему двигательной реабилитации был включен «универсальный» классификатор – обучение которого проводилось на данных, записанных во время игровых тренировочных сессий нескольких разных «наивных» испытуемых. В результате был выбран «универсальный» классификатор, который у всех испытуемых распознавал воображаемые движения правой и левой рукой без дополнительной индивидуальной настройки. Это позволяет обеспечить «немедленное» включение в игру без утомительного сбора первоначальных данных для классификации. В дальнейшем – после первой одной-двух тренировок происходит обучение классификатора на индивидуальных данных пользователя. В исследованиях приняли участие 15 испытуемых с двигательными нарушениями центрального генеза. Они участвовали в серии тренировок (более 10-20 с каждым из них) с использованием игровой среды «Фруктовый сад». ЭЭГ регистрировали монополярно по стандартной схеме 10-20 от 19 отведений с использованием объединенного ушного референта. Для оценки физиологических эффектов анализировали связанную с эндогенными (воображение движений кистей рук) событиями синхронизацию/десинхронизацию в индивидуально определенных для испытуемых частотных диапазонах. Эффект тренировок воображения движений левой и правой рукой оценивался с использованием линейного регрессионного анализа: усредненные в каждой тренировочной сессии пробы (отдельно для каждого типа воображаемых движений) разделялись на временные интервалы по 300 мс от начала пробы – всего 4 временных интервала (0-300 мс, 300-600 мс, 600-900 мс, 900-1200 мс). Мощность ЭЭГ рассчитывалась с использованием материнского вейвлета Морле (5 циклов) с 2 до 30 Гц с шагом 1 Гц и усреднялась в частотных диапазонах: 2-4 Гц, 4-6 Гц, 6-8 Гц, 8-10 Гц, 10-12 Гц, 12-14 Гц, 14-16 Гц, 16-18 Гц, 18-24 Гц, 24-30 Гц. Для каждой частотно-временной пары рассчитывалась регрессия изменений в ходе всего курса тренировок индивидуально для каждого испытуемого. Полученные результаты продемонстрировали большую динамику (в большем количестве частотно-временных интервалов и зон мозга) при воображении движений пораженной рукой. Наблюдались перестройки биоэлектрической активности в ходе курса тренировок, отражающие повышение возбудимости сенсомоторной коры. Таким образом, можно сделать заключение о прогрессивной динамике нейрофизиологических показателей в ходе курса тренировки с игровой обратной связью.

#### **BRAIN-COMPUTER INTERFACE FOR NEUROREHABILITATION PURPOSES IN GAME FORM**

**Nagornova Zhanna V., Gundelakh Filipp V., Sonkin Konstantin M., Stankevich Lev A.,  
Shemyakina Natalia V.**

Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; Saint-Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg, Russia; [nagornova\\_zh@mail.ru](mailto:nagornova_zh@mail.ru)

The practical application of brain-computer interfaces for motor rehabilitation after stroke is often complicated by the length of the procedure, that leads to fatigue of the user and reduces motivation for training. Individual adjustment of classified EEG parameters can take a long time, so the creation of an "universal" classifier - can be an effective solution for starting training sessions. In the system of motor rehabilitation developed by the team of authors, a "universal" classifier was included - training of which was carried out on data recorded during game training sessions of several different "naive" subjects. This allows the "immediate" start of the game without tedious collection of data set for classification. After the first one-two trainings the classifier is trained on individual user data. 15 subjects with motor impairment participated in a series of trainings (more than 10-20) using the game environment "Fruit Garden". EEGs/ERPs were recorded by smartBCI electroencephalographs (LLC Mitsar, SPb) monopolar from a 21 sites according to 10-20 system in a 1.6-30 Hz frequency bandwidth (SR=250) with ears reference electrodes and frontal grounding electrode. The events related synchronization/desynchronization (ERS/ERD) in trial with imagery movements for each subject were analyzed. The effect of left and right hand imagination training was evaluated using linear regression analysis: samples averaged in each training session (separately for each type of imaginary movement) were divided into time intervals of 300 ms from the beginning (0-300 ms, 300-600 ms, 600-900 ms, 900-1200 ms). ERS/ERD was analyzed using Morlet wavelet (5 cycles) from 2 to 30 Hz with a step of 1 Hz and was averaged in the frequency ranges: 2-4 Hz, 4-6 Hz, 6-8 Hz, 8-10 Hz, 10-12 Hz, 12-14 Hz, 14-16 Hz, 16-18 Hz, 18-24 Hz, 24-30 Hz. For each frequency-time pair regression of changes during the whole training course was calculated individually for each subject. The results in most part of subjects showed great dynamics (in more frequency-time intervals and brain zones) in imagination of movements of the damage hand. Changes of the bioelectric activity reflect activation of the sensomotor cortex in course of training. Thus, it is possible to conclude on the progressive dynamics of neurophysiological indicators during training with game feedback.

#### **РАЗРАБОТКА ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОЦЕНКИ КОГНИТИВНЫХ РАССТРОЙСТВ У ДЕТЕЙ**

**Наймушина А. Г., Зюзин Д. А., Устюгова Л. В., Меркулов Е. Д.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский  
индустриальный университет», Тюмень, Россия, [Lidiaustygova@gmail.com](mailto:Lidiaustygova@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1173.sudak.ns2020-16/342-343>

В работе рассматривается возможность использования современных программно-аппаратных средств для диагностики и последующего мониторинга расстройств когнитивного спектра у детей, проходящих программу нейрореабилитации. Нами было проведено исследование динамики показателей активности и самочувствия детей с аутизмом, и выявлена необходимость фиксации объективных показателей для определения состояния возникновения ремиссии, приводящей к снижению влияния на жизнедеятельность расстройства аутистического спектра.

Цель исследования: создание диагностического комплекса для отслеживания и регистрации объективных и субъективных показателей эффективности программы реабилитации NEURO-Trampoline. NEURO-Trampoline - запатентованная программа нейрореабилитации детей и подростков с когнитивным спектром расстройств, с занятиями на нестабильной поверхности. В ходе реализации программы, была замечена тенденция улучшения состояния детей с аутизмом, что было зафиксировано показаниями родителей. Для подтверждения работоспособности программы де-факто было проведено анкетирование, вопросы для которого составлены на основе отзывов родителей детей.

Обработка результатов анкеты на выявления субъективных показателей состояния ребенка, показывает устойчивую динамику улучшения различных физических и психических показателей, в 7 из 10 случаев. Наилучший результат имеют повышение самостоятельности детей, улучшение их координации движений и более стабильный эмоциональный фон, следствием которого является установление "нормальных" для своего возраста показателей питания и сна.

Получение объективной информации о состоянии здоровья ребенка происходит посредством анализа его реакции на общение со специалистом, для чего используется диагностический комплекс. Цель аппаратно-программного комплекса: регистрировать у ребенка в режиме реального времени изменения в мимике лица, сердечного ритма и эмоциональной окраски (тембр, высота) голоса. Комплекс состоит из 3 основных модулей:

Eye - представлен стационарной камерой, Ear - микрофон петличного типа, Bpm - портативный пульсометр, информация с которых передается в ЭВМ. Цель модуля Eye установить соответствуют ли проявляемые эмоции ребёнка с когнитивными нарушениями развития адекватной реакции на раздражители; модуля Ear установить степень эмоциональной окраски речи и соответствует ли она ситуации; модуля Bpm по пульсу определить степень возбужденности индивида и коррелировать с ситуацией. Для обработки информации используются алгоритмы машинного обучения. На данный момент данный комплекс тестируется для ввода в эксплуатацию.

#### **DEVELOPMENT OF DIAGNOSTIC COMPLEX FOR ASSESSING CHILDREN'S COGNITIVE IMPAIRMENT**

**Naymushina Alla G., Ziuzin Denis A., Ustiugova Lidia V., Merkulov Egor D.**

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education « Industrial University of Tyumen», Tyumen, Russia, [Lidiaustygova@gmail.com](mailto:Lidiaustygova@gmail.com)

The paper considers the possibility of using modern software and hardware for the diagnosis and subsequent monitoring of cognitive spectrum disorders in children undergoing a neurorehabilitation program. We conducted a study of the dynamics of indicators of the activity and well-being of children with autism, and revealed the need to fix objective indicators to determine the state of remission, leading to a decrease in the impact on the vital functions of autism spectrum disorders.

Objective: to create a diagnostic complex for tracking and recording objective and subjective indicators of the effectiveness of the NEURO-Trampoline rehabilitation program. NEURO-Trampoline is a patented neurorehabilitation program for children and adolescents with a cognitive spectrum of disorders, with exercises on an unstable surface. During the implementation of the program, there was a tendency to improve the condition of children with autism, which was recorded by the testimony of parents. To confirm the efficiency of the de facto program, a survey was conducted, the questions for which are based on feedback from parents of children.

Processing the results of the questionnaire to identify subjective indicators of the child's condition shows steady dynamics of improvement of various physical and mental indicators in 7 out of 10 cases. The best result is an increase in the independence of children, an improvement in their coordination of movements and a more stable emotional background, the result of which is the establishment of indicators of nutrition and sleep that are "normal" for their age.

Obtaining objective information about the child's health status occurs through an analysis of his reaction to communication with a specialist, for which a diagnostic complex is used. The purpose of the hardware-software complex: to register in a child in real time the changes in facial expressions, heart rate and emotional coloring (timbre, pitch) of the voice. The complex consists of 3 main modules:

Eye - represented by a stationary camera, Ear - a lapel type microphone, Bpm - a portable heart rate monitor, the information from which is transmitted to a computer. The purpose of the Eye module is to establish whether the displayed emotions of a child with cognitive impairment develop an adequate response to stimuli; Ear module to determine the degree of emotional coloring of speech and whether it corresponds to the situation module Bpm pulse to determine the degree of excitement of the individual and correlate with the situation. To process information, machine learning algorithms are used. At the moment, this complex is being tested for commissioning.

#### **ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ КАК ДЕТЕРМИНАНТА УСТОЙЧИВОСТИ К СТРЕССУ**

**Наличаева С.А., Борисенко З.В., Ткаченко А.А., Лукина Е.М., Терентьев Б.И.**

Филиал Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в городе Севастополе, Севастополь, Россия; [espritsn@yandex.ru](mailto:espritsn@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1174.sudak.ns2020-16/343-344>

Жизнеспособность является важным фактором адаптации в условиях неопределенности в современном мире. Адаптация охватывает не только физиологический, но и социально-психологический уровень, как процесс перестройки разнообразных функций и систем организма для поддержания гомеостаза, она отражает психологические механизмы, помогающие справляться с проблемами, сохранять психическое равновесие. Здоровье и психологическое состояние человека зависит от форм совладания, помогающих справиться со стрессом, являющихся компонентом жизнеспособности. В данном исследовании жизнеспособность рассматривается, согласно подходу А.В. Махнач, как индивидуальная способность к управлению своими ресурсами, включающая в себя самоэффективность, настойчивость, locus контроля,

совладание и адаптацию, духовность, семейные и социальные взаимоотношения. Проведено тестирование с использованием теста «Жизнеспособность взрослого человека» А.В. Махнач; теста «Стратегии преодоления стрессовых ситуаций» (С. Хобфолл, 1994; Н.Е. Водопьянова, Е.С. Старченкова, 2001); Шкалы психологического стресса PSM – 25 (Lemyr, Tessier, Fillion, 1991) на выборке 210 человек (от 19 до 28 лет). Гипотезы: жизнеспособность связана с просоциальной стратегией совладания у молодежи; чем выше уровень жизнеспособности, тем ниже показатель стресса у молодежи. В профиле жизнеспособности молодежи города Севастополя преобладают показатели семейных и социальных взаимосвязей, настойчивости, желание и способность к борьбе за баланс, вопреки неблагоприятным воздействиям, упорство и семейная система поддержки на пути совладания со стрессом, поиск социальной поддержки в кругу семьи и друзей. Молодежь не склонна обращаться к «высшей силе» в трудных жизненных обстоятельствах, что соотносится с их интернальностью. Среди моделей совладающего поведения у молодежи преобладают ассертивные действия, вступление в социальный контакт, импульсивные действия, значительно реже – манипулятивные действия. Чем выше уровень жизнеспособности, тем выше показатель ассертивных действий ( $r=0,65$ , при  $p<0,01$ ). У 25 % молодежи выявлен высокий уровень стресса, у 28% – средний уровень стресса, а низкий уровень стресса выявлен у 47% испытуемых. Показатель стресса отрицательно связан с настойчивостью ( $r = - 0,75$ , при  $p<0,01$ ), совладанием и адаптацией ( $r = - 0,85$ , при  $p<0,01$ ), семейными и социальными взаимоотношениями ( $r = - 0,72$ , при  $p<0,01$ ).

Таким образом, у молодежи с высоким уровнем жизнеспособности преобладают просоциальные и активные стратегии совладания. Чем выше уровень жизнеспособности, тем ниже показатель стресса у молодежи. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства города Севастополя. Проект «Ментальность как компонент жизнеспособности жителей Севастополя», № 20-413-920002 p\_a

**RESILIENCE AS A DETERMINANT OF RESISTANCE TO STRESS**  
**Nalichaeva Sofiya A., Borisenko Zinaida V., Tkachenko Anastasiya A.,**  
**Lukina Ekaterina M., Terentev Bogdan I.**

Branch of Lomonosov Moscow State University in Sevastopol, Sevastopol, Russia; [espritsn@yandex.ru](mailto:espritsn@yandex.ru)

Resilience is an important factor in adaptation in the face of uncertainty in the modern world. Adaptation covers not only the physiological, but also the socio-psychological level, as the process of restructuring various functions and systems of the body to maintain homeostasis, it reflects the psychological mechanisms that help to cope with problems, maintain mental balance. The health and psychological state of a person depends on coping forms that help to cope with stress, which are a component of resilience. In this study, resilience is considered according to A.V. Makhnach, as an individual ability to manage their resources, including self-efficacy, perseverance, locus of control, coping and adaptation, resilience, family and social relationships. Testing was conducted using the test "Adult resilience" (A.V. Makhnach); SACS (S. Hobfall, 1994; N.E. Vodopyanova, E.S. Starchenkova, 2001); Psychological stress scale PSM - 25 (Lemyr, Tessier, Fillion, 1991) in a sample of 210 people (from 19 to 28 years old).

Hypotheses: Resilience is associated with a prosocial coping strategy among young people; then higher the level of resilience, then lower the rate of stress among young people. In the profile of youth resilience of the Sevastopol, indicators of family and social relationships, perseverance, desire and ability to fight for balance, despite adverse effects, persistence and a family support system for coping with stress, search for social support among family and friends predominate. Young people are not inclined to turn to a "higher power" in difficult life circumstances, which correlates with their internality. Among the models of coping behavior among young people, assertive actions, entering into social contact, impulsive actions prevail, and much less often - manipulative actions. Then higher the level of resilience, then higher the rate of assertive actions ( $r = 0.65$ , with  $p < 0.01$ ). 25% of young people showed a high level of stress, 28% - an average level of stress, and a low level of stress was detected in 47% of the subjects. The stress indicator is negatively associated with perseverance ( $r = - 0.75$ , with  $p < 0.01$ ), coping and adaptation ( $r = - 0.85$ , with  $p < 0.01$ ), family and social relationships ( $r = - 0,72$ , at  $p < 0.01$ ). Thus, young people with a high level of vitality are dominated by prosocial and active coping strategies. Then higher the level of Resilience, then lower the rate of stress among young people.

The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research and the Government of Sevastopol. The project "Mentality as a component of the resilience of residents of Sevastopol", No. 20-413-920002 r\_a

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В ИЗУЧЕНИИ НЕЙРОПРОТЕКТОРНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОИЗВОДНЫХ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

**Неганова М.Е., Ключков С.Г., Александрова Ю.Р., Яндулова Е.Ю., Семаков А.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологически активных веществ  
Российской академии наук, Россия, Черноголовка, Московская обл., Россия; [neganova83@mail.ru](mailto:neganova83@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1175.sudak.ns2020-16/344-345>

Создание эффективных терапевтических средств для лечения нейродегенеративных заболеваний (НДЗ) является одной из наиболее сложных и актуальных проблем современной медицинской химии. За последние пятнадцать лет ни один из кандидатов на лекарственные средства не прошёл клинические испытания III фазы, что свидетельствует об ограниченных возможностях существующей в настоящее время терапии нейропатологий и необходимости поиска новых мультитаргетных мишень-ориентированных ноотропных веществ с целью получения лекарственных препаратов нового поколения, воздействующих одновременно на несколько звеньев патологического процесса. В качестве таких биомишеней могут рассматриваться следующие клеточные и молекулярные механизмы НДЗ: процессы, связанные с окислительным стрессом и функционированием митохондрий, изменения в конформации белков с их



последующим депонированием и агрегацией в тканях головного мозга и активность постсинаптических глутаматергических NMDA-рецепторов, вовлечённых в процесс эксайтотоксичности.

В данной работе в результате поэтапного химического синтеза были получены конъюгаты секуринина и сесквитерпеновых лактонов с фармакофорными аминами, исследование биологической активности которых позволило отобрать группу соединений-хитов, обладающих мультифармакологическим типом нейропротекторной активности.

Так, среди полученных веществ был выделен ряд конъюгатов, обладающих высокой антиоксидантной способностью, выражающейся в эффективном ингибировании процесса перекисного окисления липидов гомогената мозга крыс; митопротекторной активностью за счёт подавления  $\text{Ca}^{2+}$ -индуцированного «набухания» митохондрий печени крыс и стимулирования работы комплексов дыхательной цепи, не приводя к изменениям трансмембранного потенциала органелл; способностью снижать процесс агрегации  $\beta$ -амилоидного пептида. Кроме того, данные соединения проявляют цитопротекторную активность на различных моделях клеточной нейротоксичности и не оказывают токсического эффекта в экспериментах *in vivo*.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о перспективности поиска нейропротекторных агентов в ряду природных соединений и позволяют рассматривать их в качестве основы для создания потенциальных мультитаргетных препаратов, воздействующих на основные звенья патогенеза нейродегенеративных заболеваний.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-73-10195.*

#### COMPLEX APPROACH IN STUDYING THE NEUROPROTECTOR POTENTIAL OF NATURAL COMPOUNDS DERIVATIVES

Neganova Margarita E., Klochkov Sergey G., Alexandrova Yulia R.,  
Yandulova Ekaterina Yu., Semakov Alexey V.

Institute of Physiologically Active Compounds of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation,  
Chernogolovka, Moscow Region, Russia; neganova83@mail.ru

Creation of effective therapeutic agents for the treatment of neurodegenerative diseases (NDD) is one of the most difficult and pressing problems of modern medical chemistry. Over the past fifteen years, none of the drug candidates has undergone phase III clinical trials, which indicates the limited capabilities of the current treatment of neuropathologies and the need to search for new multi-targeted, target-oriented nootropic substances in order to obtain new-generation drugs that simultaneously affect several links of the pathological process. The following cellular and molecular mechanisms of NDD can be considered as such biotargets: processes associated with oxidative stress and mitochondrial functioning, changes in protein conformation with their subsequent deposition and aggregation in brain tissues, and activity of postsynaptic glutamatergic NMDA receptors involved in excitotoxicity.

In this work, as a result of a phased chemical synthesis, conjugates of securinine and sesquiterpene lactones with pharmacophoric amines were obtained, the study of the biological activity of which allowed us to select a group of hit compounds with a multipharmacological type of neuroprotective activity.

Among the obtained substances, a number of conjugates with a high antioxidant ability were identified, expressed in the effective inhibition of the process of lipid peroxidation of rat brain homogenate; mitoprotective activity due to suppression of  $\text{Ca}^{2+}$ -induced "swelling" of rat liver mitochondria and stimulation of the respiratory chain complexes without causing changes in the transmembrane potential of organelles; ability to reduce the process of aggregation of  $\beta$ -amyloid peptide. In addition, these compounds exhibit cytoprotective activity in various models of cellular neurotoxicity and do not have a toxic effect *in vivo* experiments.

Thus, the data obtained indicate the promise of the search for neuroprotective agents in a number of natural compounds and allow us to consider them as the basis for the creation of potential multi-drug preparations that affect the main pathogenesis of neurodegenerative diseases.

*This work was supported by the Russian Science Foundation grant No. 19-73-10195.*

#### ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ МЫШЕЧНОЙ И НЕЙРОННОЙ РИТМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СУБТАЛАМИЧЕСКОГО ЯДРА У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА

Незвинский А.А.<sup>1</sup>, Семенова Ю.Н.<sup>1</sup>, Белова Е.М.<sup>1</sup>, Попов В.А.<sup>2</sup>,  
Томский А.А.<sup>2</sup>, Седов А.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУН ФИЦ химической физики им. Н.Н.Семенова РАН, Москва, Россия.

<sup>2</sup> Исследовательский центр нейрохирургии им. Н.Н.Бурденко, Москва, Россия. [nezart@yandex.ru](mailto:nezart@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1176.sudak.ns2020-16/345-346>

Болезнь Паркинсона характеризуется двигательными расстройствами – брадикинезия, ригидность, тремор. Распространенная мировая практика снижения симптомов пациентов – операция вживления стимулирующих электродов в ядра базальных ганглий. Микроэлектродное исследование проводится для наиболее точного определения нужного расположения микроэлектрода, а также позволяет получать записи активности отдельных нейронов, в том числе и активности во время выполнения пациентами простейших двигательных тестов.

Эксперименты с участием модельных животных демонстрируют присутствие кратковременной частотной синхронизации в субталамическом ядре. В случае пациентов с болезнью Паркинсона, часто наблюдаются периоды длительной ритмической активности.

Методы спектрального анализа позволяют исследовать характер ритмической активности. По результатам 7 стереотаксических операций нам удалось обнаружить и проанализировать 50 ритмических нейронов. В группу альфа-активности было выделено 28 нейронов, имеющих пик на частоте 7-13 Гц, 22 нейрона – в группу бета-активности с пиком на частоте 13-30 Гц. Выраженность спонтанной ритмической



активности коррелирует с выраженностью расстройств движений пациента, а также имеет характерную латеральную локализацию внутри ядра. На данный момент мы можем подтвердить предположение о том, что двигательные тесты снижают патологическую нейронную синхронизацию. При сопоставлении нейрограмм с записями сигналов ЭМГ обнаруживается частотная корреляция между мышечной и нейронной вызванной активности в медиальной части субталамического ядра, предположительно свойственная здоровым людям.

Проводимые нами исследования нацелены на раскрытие механизмов нарушения двигательной системы человека и способствовать улучшению технологии стимуляции подкорковых структур мозга.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 18-015-00140.*

#### **INTERCONNECTION RESEARCH OF MUSCLE AND NEURONAL STN RHYTHMIC ACTIVITIES IN PARKINSON'S DISEASE PATIENTS**

**Nezvinsky Artem A.<sup>1</sup>, Semenova Ulia N.<sup>1</sup>, Belova Elena M.<sup>1</sup>, Popov Valentin A.<sup>2</sup>,  
Tomskiy Alexey A.<sup>2</sup>, Sedov Alexey S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Semenov Institute of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

<sup>2</sup> Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery, Moscow, Russia

Parkinson's disease is characterized by motor disorders such as bradykinesia, rigidity and tremor. One common practice of reducing symptoms is the deep brain stimulation, which includes implanting stimulating electrodes in the nuclei of the basal ganglia system. The microelectrode study is carried out during the operation for more accurate microelectrodes location, and also allows to obtain single unit neuronal recordings, including the activity during patients performing simple motor tasks.

Experiments on model animals demonstrate the presence of short-term frequency synchronization in the subthalamic nucleus. In case of patients with Parkinson's disease, periods of prolonged rhythmic activity are often observed.

Spectral analysis methods allow us to study the nature of this rhythmic activity. Based on the results of 7 stereotactic operations, we were able to detect and analyze 50 rhythmic neurons: 28 neurons with a spectral peak at 7-13 Hz were allocated to the alpha-band and 22 neurons with a spectral peak at 13-30 Hz were allocated to a beta-band activity. The severity of spontaneous rhythmic activity correlates with the severity of the patient's movement disorders, and also has a characteristic lateral localization within the nucleus. At the moment, we can confirm the suggestion that motor tests reduce pathological neural synchronization. When comparing neurograms with recordings of EMG signals, a frequency correlation is found between muscle and neural evoked activity in the medial part of the subthalamic nucleus, presumably inherent in healthy humans.

Our studies are aimed to reveal the mechanisms of violation of the human motor system and contribute to improving the technology of deep brain stimulation.

*Russian Foundation for Basic Research, project no. 18-015-00140*

#### **ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ МИОГЕННЫХ И НЕЙРОГЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ СИГНАЛОВ ЭЭГ НА ОСНОВЕ ЛОГИЧЕСКОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

**Некрасова Ю. Ю.<sup>1,2</sup>, Базанова О. М.<sup>3</sup>, Гунин М. В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Московский авиационный институт (национальный технический университет), Москва, Россия

<sup>2</sup> Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, Московская область, Россия

<sup>3</sup> Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины, Новосибирск, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1177.sudak.ns2020-16/346-347>

Миогенная активность мышц скальпа представляет собой серьезную проблему при любом исследовании электроэнцефалографических сигналов в частотной области. Из-за широкого спектрального распределения, высокой амплитуды, изменчивости среди популяции и исключительной чувствительности к психическим процессам миогенный сигнал может либо приниматься за сигнал интереса, либо полностью его маскировать. Объемная проводимость кожи приводит к наличию артефактов в каждой точке головы благодаря независимой активности нижележащих мышц.

Артефакты, проявляющиеся кратковременными синхронными изменениями амплитуд ЭМГ и ЭЭГ сигналов, можно легко отфильтровать путем отбрасывания загрязненных эпох, в то время как артефакты, проявляющиеся на протяжении всего времени записи, например, в результате высокого тонуса мышц пациента, выделить и удалить значительно сложнее. На сегодняшний день разработано множество методов очистки сигнала от постоянных ЭМГ артефактов, такие как общие линейные модели, вейвлет-анализ, адаптивные фильтры, фильтры Винера и Калмана, различные методы слепого разделения сигналов.

В данной работе предпринята попытка подробного анализа вышеперечисленных методов, сопоставления результатов их работы на единой базе данных сигналов, загрязненных ЭМГ компонентами, а также создания экспертной системы выделения миогенных сигналов на основе логического искусственного интеллекта (ЛИИ). В отличие от систем искусственного интеллекта на основе нейронных сетей и методов машинного обучения, система с нечеткой логикой позволяет не просто решить задачу выделения значимых признаков и автоматической классификации видов сигналов, но и предоставить исследователю материал, послуживший основой того или иного решения искусственного интеллекта, что бывает существенно важно при проведении исследований.

Такая система может быть полезной не только для очистки сигнала от персистивных миографических артефактов, но и решить ряд нейрофизиологических задач, в которых миогенная компонента может оказывать сильное отрицательное влияние на результат исследования, например, в области изучения корреляции сигналов дистальных мышц конечностей и нейрогенных сигналов бета-диапазона. Также

система может быть полезна при изучении и анализе применения нейрокомпьютерных интерфейсов, так как позволит более точно выделять нейрогенные компоненты, используемые для управления внешними устройствами.

## KNOWLEDGE-BASED SYSTEM FOR CLASSIFICATION BETWEEN MYOGENIC AND NEUROGENIC COMPONENTS OF THE EEG SIGNALS ON THE BASIS OF LOGICAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Nekrasova, Yulia Y.<sup>1,2</sup>, Bazanova Olga M.<sup>3</sup>, Gunin Maxim V.<sup>1</sup>

1 Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

2 Federal Research and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation, Moscow oblast, Russia

3 Research Institute of Physiology and Fundamental Medicine, Novosibirsk, Russia

Myogenic activity during electroencephalography (EEG) is known to impose a difficult problem on any EEG investigation in the frequency-domain. Due to the broad spectral distribution, high amplitude, variability across individuals and exquisite sensitivity to psychological processes (such as cognitive and emotional states), myogenic signal can either be considered as a signal of interest, or totally mask it. Furthermore, volume conduction of the scalp leads to the presence of artefacts in every point of the head, owing to the independent activity of underlying muscles.

Artifacts, manifested by short-term simultaneous changes in the amplitudes of the EMG and EEG signals can be easily filtered by discarding contaminated epochs, while the artifacts present throughout the recording time, for example, resulting from high muscle tone of the patient, are much more complicated to discern and reject. Nowadays, a variety of methods for correcting artefacts from the constant EMG are developed, such as general linear models, wavelet analysis, adaptive filtering, Wiener and Kalman filtering, different methods of blind signal separation.

In this paper a detailed analysis of the aforementioned methods are presented, comparison of their performance on a single database of signals contaminated by EMG components are made, and an expert system for the classification of myogenic signals based on the logic artificial intelligence (LAI) is described. In contrast to probabilistic artificial intelligence systems based on neural networks and machine learning methods, the fuzzy logic system allows not only to solve the problem of the classification, but also to provide the researcher with the material that served as the basis of a decision. This knowledge can be essential in different neurophysiological research.

Such system could be useful not only for filtering the signal from persisting EMG artifacts, but also to solve a number of neurophysiological tasks where myogenic component can have a strong negative impact on the result of the study. For example, in the study of correlation of signals of the distal muscles of the limbs and neurogenic signals in beta range (corticomuscular coherence).

Also, the system can be useful in the study and analysis of the use of neurocomputer interfaces, as it will more accurately isolate the neurogenic components used to control external devices.

## ШИЗОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИЧНОСТИ И ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Николаева Н.О.<sup>1</sup>, Кобзова М.П.<sup>2</sup>, Горбачевская Н.Л.<sup>1,2</sup>

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный психолого-педагогический университет<sup>1</sup>, Москва, Россия; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр психического здоровья<sup>2</sup>, Москва, Россия; [sp\\_natalia@mail.ru](mailto:sp_natalia@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1178.sudak.ns2020-16/347-348>

Исследовалась взаимосвязь выраженности шизотипических личностных особенностей и уровня эмоционального интеллекта в нормативной выборке испытуемых. Шизотипические особенности личности исследовались с помощью опросника SPQ-74 на выборке N=55, возраст респондентов был от 21 года до 49 лет. Диапазон изменчивости суммы баллов теста SPQ варьировал от 1 до 46 баллов (M=13±10). Эмоциональный интеллект (ЭИ) исследовался в той же выборке опросником ЭМИн. Распределение ЭИ в выборке включало весь диапазон значений: от «очень низкого» до «очень высокого» (от 43 до 111 баллов, M=87±13). У 12 испытуемых этой выборки были исследованы количественные параметры ЭЭГ с помощью системы ЭЭГ-картирования Neuro-KM. Исследовалась корреляция значений спектральной плотности в 16 зонах коры головного мозга в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами с суммарным баллом опросника SPQ. Выборка была разделена на две подгруппы по выраженности шизотипических черт. В первую группу вошли респонденты (N=18) с низкой выраженностью – до 8 баллов, а во вторую группу (N=12) – с высокой выраженностью шизотипических черт (выше 19 баллов). В результате сравнения групп с помощью Mann-Whitney U Test были выявлены значимые различия по показателям внутриличностного эмоционального интеллекта. Испытуемые с более выраженными шизотипическими особенностями личности достоверно хуже (P=0,02) понимали собственные и чужие эмоции, хуже их распознавали, осознавали и вербализировали; уровень их внутриличностного интеллекта был достоверно ниже (P=0,04). Исследование связи показателей ЭЭГ с данными опросника SPQ показало, что у лиц с более выраженными шизотипическими особенностями достоверно (P < 0,01) выше значения амплитуды спектральной плотности в бета-2 полосе частот (21–27 Гц) в теменно-центральных зонах коры головного мозга, что может свидетельствовать о повышенной активации ГАМК-эргической системы. Т.о., выраженность шизотипических личностных особенностей у нормотипичных испытуемых, отражающихся в параметрах их фоновой ЭЭГ, отрицательно коррелирует с их эмоциональным интеллектом.

### SCHIZOTYPAL PERSONALITY TRAITS AND EMOTIONAL INTELLIGENCE

Nikolaeva Nataliia O.<sup>1</sup>, Kobzova Maria P.<sup>2</sup>, Gorbachevskaya Natalia L.<sup>1,2</sup>

Federal State Educational Institution of Higher Education Moscow State Psychological and Education University<sup>1</sup>,  
Moscow, Russia; Federal State Budget Scientific Institution Mental Health Research Center<sup>2</sup>, Moscow, Russia;  
[sp\\_natalia@mail.ru](mailto:sp_natalia@mail.ru)

We investigated the relationship between the schizotypal personality traits and the level of emotional intelligence in the group of healthy respondents. The schizotypal personality traits were studied by the questionnaire SPQ-74 (group was N=55, the age of the respondents was from 21 years to 49 years). The range of variability of the sum of the points of the SPQ test ranged from 1 to 46 points ( $M = 13 \pm 10$ ). Emotional intelligence (EI) was investigated in the same group by the EmIn questionnaire. The distribution of EI included the entire range of values: from «very low» to «very high» (from 43 to 111 points,  $M = 87 \pm 13$ ). In 12 subjects of this group, the quantitative EEG parameters were studied using the Neuro-KM EEG mapping system. We studied the correlation of spectral density values in 16 zones of the cerebral cortex in a state of calm wakefulness with closed eyes and the total score of the SPQ questionnaire. All respondents were divided into two subgroups according to the severity of schizotypal traits. The first group included respondents (N=18) with low total results – up to 8 points, and the second group (N=12) – with high total results of schizotypic traits (above 19 points). As a result of the comparison of groups using the Mann-Whitney U Test, significant differences between subgroups were revealed in terms of indicators of intrapersonal emotional intelligence. Subjects with more pronounced schizotypal personality traits significantly worse ( $P = 0.02$ ) understood their own emotions and emotions of other people, recognized, identified and named them worse. Persons with less pronounced schizotypal personality traits had significantly higher intrapersonal emotional intelligence ( $P=0.04$ ). They understood the causes of their own emotions and were able to control expression and emotional states. A study of the relationship of EEG indicators with the data of the SPQ questionnaire showed that in individuals with more pronounced schizotypal features, they are significantly ( $P<0.01$ ) higher than the spectral density amplitude in the beta-2 frequency band (21–27 Hz) in the parietal-central zones of the cortex brain, which may indicate increased activation of the GABAergic system. In summary, the schizotypal personality traits in the group of healthy subjects, reflected in the parameters of their background EEG, negatively correlated with their emotional intelligence.

### ПРОБЛЕМА СТАРЕНИЯ: ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И НЕЙРОИММУНОГОРМОНАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ У МЫШЕЙ F1 (C57BL/6 × DBA/2)

Никольская К.А.<sup>1</sup>, Кондашевская М.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Биологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова,

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт морфологии человека», Москва, Россия; e-mail: [nikolskaya.kira@yandex.ru](mailto:nikolskaya.kira@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1179.sudak.ns2020-16/348-349>

Старение — сложный многоуровневый процесс, основными признаками которого является как когнитивные нарушения и памяти, так и инволюция регуляторных систем — иммунной, эндокринной и нервной. Используя сложную поведенческую модель, были изучены когнитивные возможности мышей F1 (C57BL/6×DBA/2) и состояние нейроиммунногормональных систем в зависимости от возраста мышей — 3-7-14 мес. Исследования показали, что вопреки многочисленным фактам, полученным на человеке и животных, о прогрессирующих нарушениях памяти, пространственной ориентации, ухудшении обучения, все эти процессы у мышей оказались сохраненными и не зависели от возраста. Однако последовательное сокращение фазы возбуждения в процессе старения становилось причиной неустойчивости доминанты из-за неуравновешенности нервных процессов и продолжительности мотивационной активности, которую можно рассматривать как показатель процесса внимания. Анализ психо-эмоциональных проявлений выявил, что признаки напряжения в виде смещенных и невротических реакций по мере старения организма были достоверно усиливались как на этапе новизны, так и на этапе стереотипии. Со стороны гормонов, участвующих в поддержании энергетического баланса: грелина, лептина, нейропептида Y, кортикостерона, тестостерона в процессе старения мышей реакция выражалась в резком снижении их содержания в сыворотке крови. Реакция цитокинов ИЛ-2, ИЛ-6, ИЛ-10 и ИНФ-γ спленоцитов, активированных конканавалином А, в процессе старения оказалась инвертированной. Стереотипная поведенческая активность у 3 мес мышей при наличии агрессивных и невротических проявлений, вызывала резкий всплеск секреции всех изученных цитокинов, в то время как в условиях обогащенной среды на фоне высокой двигательной активности и психо-эмоциональных проявлений приводила к подавлению их концентрации. Реакция иммунной системы на когнитивное напряжение в процессе старения, в отличие от молодых мышей, выражалась в достоверном снижении концентрации ИЛ-2, ИЛ-6, ИЛ-10 и ИНФ-γ.

Таким образом, несмотря на сохранность когнитивных способностей у мышей F1 (C57BL/6×DBA/2), неустойчивость сформированного поведения в возрасте усиливалась за счет последовательного сокращения фазы возбуждения и коррелировала с понижением эффективности гормональной и иммунной систем организма.

### AGING PROBLEM: PSYCHOPHYSIOLOGICAL AND NEUROIMMUNO-HORMONAL EFFECTS IN MICE F1 (C57BL/6 × DBA/2)

Nikolskaya Kira A.<sup>1</sup>, Kondashevskaya Marina V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Biological faculty of Moscow State University. M.V. Lomonosova, <sup>2</sup>Federal State Budget Scientific Institution  
"Research Institute of Human Morphology", Moscow, Russia; e-mail: [nikolskaya.kira@yandex.ru](mailto:nikolskaya.kira@yandex.ru)

Aging is a complex multi-level process, the main features of which are both cognitive impairment and memory, and the involution of regulatory systems - the immune, endocrine and nervous. Using a complex



behavioral model, the cognitive abilities of F1 mice (C57BL / 6 × DBA / 2) and the state of neuroimmune-hormonal systems depending on the age of the mice were studied - 3-7-14 months. Studies have shown that contrary to the numerous facts obtained on humans and animals about progressive memory impairment, spatial orientation, impaired learning, all these processes in mice were intact and did not depend on age. However, a sequential reduction in the excitation phase during aging became the reason for the instability of the dominant due to the imbalance of nervous processes and the duration of motivational activity, which can be considered as an indicator of the attention process. The analysis of psycho-emotional manifestations revealed that the signs of tension in the form of displaced and neurotic reactions as the body was aging were significantly enhanced both at the stage of novelty and at the stage of stereotype. On the part of hormones involved in maintaining the energy balance: ghrelin, leptin, neuropeptide Y, corticosterone, testosterone during the aging process of mice, the reaction was manifested in a sharp decrease in their serum content. The reaction of the cytokines IL-2, IL-6, IL-10 and INF-γ splenocytes activated by concanavalin A during aging was inverted. Stereotypical behavioral activity in 3 months of mice with the presence of aggressive and neurotic manifestations caused a sharp surge in the secretion of all studied cytokines, while in an enriched environment against a background of high motor activity and psycho-emotional manifestations, it led to a suppression of their concentration. The reaction of the immune system to cognitive stress during aging, in contrast to young mice, was expressed in a significant decrease in the concentration of IL-2, IL-6, IL-10 and INF-γ.

Thus, despite the preservation of cognitive abilities in F1 mice (C57BL / 6 × DBA / 2), the instability of the formed behavior in age was enhanced by a sequential reduction in the excitation phase and correlated with a decrease in the efficiency of the hormonal and immune systems of the body.

### **СТРЕССОВЫЙ ОТВЕТ В УСЛОВИЯХ СТРЕПТОЗОТОЦИН-ИНДУЦИРОВАННОГО ДИАБЕТА 1 ТИПА У МЫШЕЙ**

**Новоселова Е.Г., Лу닌 С.М., Глушкова О.М., Хренов М.О., Новоселова Т.В., Парфенюк С.Б.**

Институт биофизики клетки Российской академии наук - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр Пущинский научный центр биологических исследований Российской академии наук, Пущино, Московской обл., Россия,  
[elenanov\\_06@mail.ru](mailto:elenanov_06@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1180.sudak.ns2020-16/349-350>

При сахарном диабете 1 типа основной мишенью являются инсулин-продуцирующие бета-клетки поджелудочной железы, которые атакуются аутореактивными клонами Т лимфоцитов. Недостаток инсулина ведет к гипергликемии и, несмотря на ежедневные пожизненные инъекции инсулина, понижающие уровень глюкозы в крови, это заболевание вызывает многие осложнения. В работе была использована животная модель - стрептозотоксин-индуцированный диабет 1 типа у Balb/C мышей. Стрептозотоксин – это соединение глюкозамин-нитрозо мочевины, которое является антибиотиком и противоопухолевым препаратом. Основная идея исследования была основана на известных сведениях о том, что окислительный стресс играет важную роль в патогенезе диабета 1 типа. Мы предположили, что пероксиредоксин 6 (PRDX6), с хорошо известными биологическими функциями, включая его антиокислительную активность, может быть использован в качестве анти-диабетного агента. Действительно, мы показали, что PRDX6 значительно снижает уровень глюкозы в крови диабетных мышей и частично восстанавливает цитокиновый профиль в крови у мышей с диабетом. Кроме того, применение PRDX6 снижало уровень апоптоза в лимфоцитах и способствовало уменьшению деструкции островков Лангерганса в поджелудочной железе мышей с сахарным диабетом 1 типа. При исследовании эффектов PRDX6 на функцию бета клеток RIN-m5F, культивируемых в присутствии цитокинов TNF-α and IL-1β, было показано, что этот фермент-антиоксидант защищает бета клетки от цитотоксического действия про-воспалительных цитокинов, уменьшает апоптоз бета клеток и снижает продукцию активных форм кислорода. Исследование сигнальной трансдукции бета-клеток RIN-m5F показало, что защитный механизм пероксиредоксина 6 реализуется через снижение активности сигнальных каскадов NF-κappa B и, особенно каскада JNK, в клетках RIN-m5F, культивируемых в присутствии цитокинов. Таким образом, были получены сведения, указывающие на перспективность использования PRDX6 для снижения или для предотвращения апоптоза бета-клеток поджелудочной железы при сахарном диабете 1 типа.

*Работа поддержана РФФИ, грант № 18-04-00091.*

### **STRESS RESPONSE IN STREPTOZOTOCIN-INDUCED 1 TYPE DIABETES IN MICE**

**Novoselova Elena G., Lunin Sergey M., Glushkova Olga V., Khrenov Maxim O.,**

**Novoselova Tatyana V., Parfenyuk Svetlana B.**

Institute of Cell Biophysics of the Russian Academy of Sciences, Pushchino Moscow Region, Russia,  
[elenanov\\_06@mail.ru](mailto:elenanov_06@mail.ru)

In type 1 diabetes, the main targets are insulin-producing beta cells of the pancreas, which are attacked by autoreactive clones of T lymphocytes. Insulin deficiency leads to hyperglycemia and, despite daily lifelong insulin injections lowering blood glucose levels, this disease causes many complications. The animal model used was streptozotocin-induced type 1 diabetes in Balb / C mice. Streptozotocin is a glucosamine-nitrosourea compound that demonstrates antibiotic and antitumor activities. The main idea of the study was based on known evidence that oxidative stress plays an important role in the pathogenesis of type 1 diabetes. We hypothesized that peroxiredoxin 6 (PRDX6), with well-known biological functions, including its antioxidant activity, could be used as an anti-diabetes agent. Indeed, we have shown that PRDX6 significantly reduces the blood glucose level in diabetes mice and partially restores the blood cytokine profile in diabetes mice. In addition, the use of PRDX6 reduced the level of apoptosis in lymphocytes and helped to reduce the destruction of the islets of Langerhans in the pancreas of mice with type 1 diabetes. When studying the effects of PRDX6 on the function of RIN-m5F beta cells cultured in the



presence of TNF- $\alpha$  and IL-1 $\beta$  cytokines, it was shown that this antioxidant enzyme protects beta cells from the cytotoxic effect of pro-inflammatory cytokines, reduces beta cell apoptosis and decreases reactive oxygen species production. A study of signal transduction of RIN-m5F beta cells showed that the protective mechanism of peroxiredoxin 6 is realized through a decrease in the activity of NF-kappa B signaling cascades and, especially, the JNK cascade, in RIN-m5F cells cultured in the presence of cytokines. Thus, obtained information indicated the promise of using PRDX6 to reduce or prevent apoptosis of pancreatic beta cells in type 1 diabetes.

*The study was supported by Russian Fond for Fundamental Researches, grant 18-04-00091.*

#### **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИЗОФОРМ СУБЪЕДИНИЦЫ $\alpha 1$ ПОТЕНЦИАЛ-ЗАВИСИМЫХ $\text{Ca}^{2+}$ -КАНАЛОВ В ЗОНАХ ХОЛИНЕРГИЧЕСКИХ СИНАПСОВ СОМАТИЧЕСКОЙ МЫШЦАТЫ ДОЖДЕВОГО ЧЕРВЯ *LUMBRICUS TERRESTRIS***

**Нуруллин Л.Ф.<sup>1, 2</sup>, Волков Е.М.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Казанский государственный медицинский университет, Казань, Россия; <sup>2</sup>Казанский институт биохимии и биофизики Федерального исследовательского центра "Казанский научный центр Российской Академии наук", Казань, Россия; leniz2001@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m1181.sudak.ns2020-16/350>

Методами флуоресцентной и конфокальной микроскопии в соматической мышце дождевого червя *Lumbricus terrestris* идентифицированы  $\alpha 1C$ ,  $\alpha 1D$ ,  $\alpha 1F$ ,  $\alpha 1S$  субъединицы  $\text{Ca}_v1.1$ -1.4 типов,  $\alpha 1A$  субъединица  $\text{Ca}_v2.1$  типа,  $\alpha 1E$  субъединица  $\text{Ca}_v2.3$  типа и  $\alpha 1I$ ,  $\alpha 1G$ ,  $\alpha 1H$  субъединицы  $\text{Ca}_v3.1$ -3.3 типов, а также определен белок экзо-эндоцитозного цикла синаптических везикул - синаптофизин. Пресинаптическая мембрана холинергических синапсов содержит потенциал-зависимые  $\text{Ca}^{2+}$ -каналы  $\text{Ca}_v1.1$ ,  $\text{Ca}_v1.2$  типов, в состав которых входят субъединицы - ( $\alpha 1C$ ,  $\alpha 1S$ ),  $\text{Ca}_v2.1$  типа ( $\alpha 1A$ ),  $\text{Ca}_v2.3$  типа ( $\alpha 1E$ ) и  $\text{Ca}_v3.2$ ,  $\text{Ca}_v3.3$  типов ( $\alpha 1H$ ,  $\alpha 1I$ ), тогда как  $\text{Ca}^{2+}$ -каналы  $\text{Ca}_v1.3$  и  $\text{Ca}_v1.4$  типов, имеющие субъединицы - ( $\alpha 1D$ ,  $\alpha 1F$ ) и каналы  $\text{Ca}_v3.1$  типа ( $\alpha 1G$ ) преимущественно входят в состав мышечных мембран.

#### **IDENTIFICATION OF ISOFORMS SUBUNIT $\alpha 1$ VOLTAGE-GATED $\text{Ca}^{2+}$ CHANNELS IN CHOLINERGIC SYNAPSES ZONES OF SOMATIC MUSCLES EARTHWORM *LUMBRICUS TERRESTRIS***

**Nurullin Leniz F.<sup>1, 2</sup>, Volkov Evgenii M.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Kazan State Medical University, Kazan, 420012 Russia

<sup>2</sup>Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics of Federal Research Center "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Kazan, 420111 Russia

A genome of the earthworm *Lumbricus terrestris* contains genes expressing peptide molecules of isoforms subunit  $\alpha 1$  voltage-gated  $\text{Ca}^{2+}$  channels. It is identified  $\alpha 1C$ ,  $\alpha 1D$ ,  $\alpha 1F$ ,  $\alpha 1S$  subunits of  $\text{Ca}_v1.1$ -1.4 types,  $\alpha 1A$  subunit of  $\text{Ca}_v2.1$  type,  $\alpha 1E$  subunit of  $\text{Ca}_v2.3$  types and  $\alpha 1G$ ,  $\alpha 1H$ ,  $\alpha 1I$  subunits of  $\text{Ca}_v3.1$ -3.3 types, and a presynaptic protein synaptophysin. According data obtained by fluorescence microscopy, a presynaptic membrane of cholinergic synapses contains voltage-gated  $\text{Ca}^{2+}$  channels  $\text{Ca}_v1.1$ ,  $\text{Ca}_v1.2$  types which include subunits - ( $\alpha 1C$ ,  $\alpha 1S$ ),  $\text{Ca}_v2.1$  type ( $\alpha 1A$ ),  $\text{Ca}_v2.3$  type ( $\alpha 1E$ ) and  $\text{Ca}_v3.2$ ,  $\text{Ca}_v3.3$  types ( $\alpha 1H$ ,  $\alpha 1I$ ), while  $\text{Ca}^{2+}$  channels of  $\text{Ca}_v1.3$ ,  $\text{Ca}_v1.4$  types having subunits - ( $\alpha 1D$ ,  $\alpha 1F$ ) and  $\text{Ca}_v3.1$  type ( $\alpha 1G$ ) are predominantly part of muscle membranes.

#### **РОЛЬ ЛИМБИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ В ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ У УШАТЫХ ЕЖЕЙ (*HEMIECHINUS AURITUS*)**

**Обидова М.Д.<sup>1</sup>, Устоев М.Б.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Худжандский государственный университет им. Б.Г. Гафурова;

<sup>2</sup>Таджикский национальный университет E-mail: ustoev1954@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m1182.sudak.ns2020-16/350-351>

Поведение и пространственный анализ являются те физиологические процессы, через которого происходит участие некоторые структуры мозга, особенно лимбическое образования. Согласно исследованиями ученых основным распределительным центром пространственной ориентации у животных является гиппокампальное образование. По данным Американского ученого Дж. Окифа и Норвежских ученых супруги Моузеры (2014) за цикл работ по этому направлению были удостоены Нобелевской премии. В этой части лимбической образовании существуют специфические клетки, которые участвуют в пространственной ориентации животных. Данное исследование которые проводится в течение нескольких лет на разных животных также были установлены нарушение поведение животных при ориентации условных и безусловных сигналов. Эксперименты проводились в хронических условиях на 10 ушастых ежах в специальной камере - манеже с усложненным задачами. Положительным раздражителем служила звук частотой 1000 Гц с использованием звук генератора ЗА-53. Разрушение основных полей дорсального гиппокампа СА1 и СА3 проводилась при помощи биполярных стальных электродов постоянным током в течение 30-40 с. Для адаптации животных поддерживали в экспериментальной камере ежедневно в течение 10- дней. Учитывая образа жизни животных эксперименты проводились в ночное время с 20-23 часов. Результате экспериментов, показали, что у контрольных животных можно легко образовать положительные условные рефлексы и дифференцировочное торможение. У этих животных не нарушается реакция на правильное нахождение место безусловны раздражителей. На оборот у животных с разрушением полей СА1 и СА3 дорсального гиппокампа приведет к полному нарушению ориентировочного рефлекса. Животные делают многократное маневренное движение. После нескольких попыток находить кормушку, при этом реакция возвращения в стартовый отсек полностью исчезает. Таким образом следует заключить, что гиппокамп как сердца лимбической системы играет важную роль в пространственной ориентации этих животных.

## ROLE OF LYMBIC EDUCATION IN SPATIAL ORIENTATION IN EARTED HERBS (HEMIECHINUS AURITUS)

Obidova Maksadov D.<sup>1</sup>, Ustoev Mirzo B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khujaud State University them. B.G. Gafurova; <sup>2</sup>Tajik National University E-mail: ustoev1954@mail.ru

Behavior and spatial analysis are those physiological processes through which certain brain structures participate, especially limbic formation. According to scientists, the main distribution center for spatial orientation in animals is the hippocampal formation. According to the American scientist J. Okif and Norwegian scientists, the spouses Mousers (2014) were awarded the Nobel Prize for a series of works in this field. In this part of the limbic formation, there are specific cells that are involved in the spatial orientation of animals. This study, which has been conducted for several years on different animals, also revealed a violation of the behavior of animals when orienting conditional and unconditional signals. The experiments were carried out in chronic conditions on 10 long-eared hedgehogs in a special chamber - an arena with complicated tasks. A sound with a frequency of 1000 Hz using the sound of a ZA-53 generator served as a positive stimulus. The destruction of the main fields of the dorsal hippocampus CA1 and CA3 was carried out using bipolar steel electrodes with direct current for 30-40 s. For adaptation, animals were maintained in an experimental chamber daily for 10 days. Given the lifestyle of animals, experiments were carried out at night from 20-23 hours. The result of the experiments showed that in control animals positive conditioned reflexes and differentiative inhibition can be easily formed. In these animals, the reaction to the correct finding of a place of unconditioned stimuli is not disturbed. In turn, in animals with destruction of the CA1 and CA3 fields of the dorsal hippocampus, it will lead to a complete violation of the orientational reflex. Animals make repeated manege movement. After several attempts to find a feeder, the reaction of returning to the starting compartment completely disappears. Thus, it should be concluded that the hippocampus as the heart of the limbic system plays an important role in the spatial orientation of these animals.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ РАЗЛИЧНОЙ АРХИТЕКТУРЫ В РАСПОЗНАВАНИИ ВООБРАЖАЕМЫХ ДВИЖЕНИЙ ПО СИГНАЛАМ ЭЭГ

Овчаренко В.В., Руденко М.А., Руденко А.В.

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»

г. Симферополь, Российская Федерация, [rk\\_vladimir@mail.ru](mailto:rk_vladimir@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1183.sudak.ns2020-16/351-352>

В настоящее время множество исследований посвящено вопросам реабилитации людей с утраченными или ограниченными физическими возможностями. В том числе решаются задачи по реабилитации детей с синдромом ДЦП посредством использования аппарата «Экзокисть», построенного на основе нейрокомпьютерного интерфейса. Однако, задача использования подобных интерфейсов требует глубокого исследования взаимосвязей между ЭЭГ-сигналами головного мозга и двигательной активностью, а также представлением движений – воображаемым движениям. Для этого необходим качественный классификатор, реализованный на основе искусственной нейронной сети, который позволяет идентифицировать валидные и релевантные паттерны.

Исследование выполнено при поддержке Федеральной целевой программы Министерства науки и высшего образования РФ "Разработка экзоскелета кисти с внешним программным управлением и биологической обратной связью для реабилитации детей с детским церебральным параличом" (RFMEFI60519X0186).

В ходе разработки прототипа искусственной нейронной сети (ИНС) нами были рассмотрены современные и перспективные методы обнаружения релевантных воображаемых движений в сигнале ЭЭГ головного мозга посредством использования одномерной сверточной и LSTM (долгой краткосрочной памятью) нейронной сетью. Использование ИНС одного класса не дает возможности создать адаптивный нейроинтерфейс. Сравнительный анализ эффективности обучения нейронных сетей различной архитектуры позволяет разработать классификатор как программно-аппаратный комплекс, который даст возможность в результатах ЭЭГ выявить и идентифицировать релевантные паттерны с высокой степенью достоверности.

Для работы был использован открытый датасет ЭЭГ файлов (<https://physionet.org/content/eegmmidb/1.0.0/>) с записанными реальными и воображаемыми движениями (сгибание и разгибание кисти, стопы), а также энцефалограммы при закрытых и открытых глазах. Энцефалограммы сохранены в файлах формата EDF+, записанных с частотой 160 Гц, с 64 каналами и содержащие временные метки событий (стимуляций) длительностью около 4-5 секунд. Нами использовалась предварительная фильтрация и децимация ЭЭГ сигнала для уменьшения размера входных данных нейронной сети. Для этой цели была применена библиотека [brainflow](https://github.com/Andrey1994/brainflow) (<https://github.com/Andrey1994/brainflow>). После обработки при помощи написанного нами на языке java конвертера данные энцефалограмм - отрезки ЭЭГ длительностью 4 сек. - сохранялись в формате CSV, специфичном для используемом при импорте для обучения нейронной сети. Если длина участка энцефалограммы в файле после события стимуляции была меньше 4 сек, этот отрезок не учитывался, кроме этого, программа экспорта учитывала среднее количество классов событий и автоматически выравнивала его, что позволило создать адаптированные для обучения нейронных сетей датасеты.

Для создания классификатора мы использовали появившиеся сравнительно недавно одномерные сверточные нейронные сети (1D CNN). CNN хорошо работает для выявления простых паттернов в данных, которые затем будут использоваться для формирования более сложных паттернов в более высоких слоях. 1D CNN очень эффективна, когда ожидается получение интересующих объектов из более коротких (фиксированной длины) сегментов общего набора данных и когда расположение объекта внутри сегмента не имеет высокой релевантности.

Для построения сети мы использовали библиотеку Keras, реализованную на языке Python и backend Theano. При использовании конфигурации нейронной сети, включающей 2 сверточных слоя с шириной ядра

10, количества фильтров 100 и активацией 'relu', слоя MaxPooling1D, следующим слоем свертки с количеством фильтров 160, активацией 'relu', слоем GlobalAveragePooling1D и последним выходным полносвязным слоем, нам удалось на этих данных достичь точности классификации 88%.

Второй тип нейронной сети, который мы использовали – LSTM, применяемый что бы обнаружить и классифицировать очень тонкие пространственно-временные изменения во входном пространстве признаков, которые соответствуют предполагаемым движениям. LSTM широко используется для изучения и классификации данных временных рядов, включая различные биосигналы, к которым относятся результаты ЭЭГ и миографии.

Поскольку конечное ПО для нейроинтерфейса будет разрабатываться на языке java, для построения LSTM сети мы применили библиотеку deeplearning4j, которая хорошо поддерживает этот тип сети. Входной слой LSTM содержал количество нейронов равный количеству каналов ЭЭГ, выходной – в 10 раз больше, активация слоя – SOFTSIGN, updater – AdaGrad, выходной слой – RnnOutputLayer, Loss функция MSXENT, активатор – SOFTMAX. Применение LSTM слоев в нейронной сети позволило нам на этих данных добиться точности классификации 93%. При этом скорость работы сверточной нейронной сети оказалась существенно выше.

В дальнейшем для разработки нейрокомпьютерного интерфейса планируется создание своей базы ЭЭГ и углубленный анализ эффективности применения различных типов ИНС для разработки эффективного классификатора сигналов ЭЭГ.

#### COMPARISON ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS OF DIFFERENT TOPOLOGIES IN RECOGNIZING IMAGINARY MOVEMENTS BASED ON EEG SIGNALS

Ovcharenko Vladimir V., Rudenko Marina A., Rudenko Andrei V.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

#### ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДИАГНОСТИКИ РАЗВИТИЯ КРЕАТИВНОСТИ ЛИЧНОСТИ С ПОМОЩЬЮ БИНОКУЛЯРНОГО АЙТРЕККЕРА

Овчинникова Л.И.<sup>1</sup>, Антипов В.Н.<sup>2</sup>, Якушев Р.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> МБОУ «Гимназия №6», Казань, Россия; <sup>2</sup> Казанский Федеральный Университет, Казань, Россия

Ludmila2357@list.ru

<https://doi.org/10.29003/m1184.sudak.ns2020-16/352-353>

Сознавая многоаспектность креативности (процесс, личность, среда, продукт), мы акцентируем внимание на том, что креативность – это процесс. А потому полагаем, что концепцией представленных исследований является теория деятельности А.Н.Леонтьева. Механизм, запускающий такую деятельность, проявляет себя в ситуации неопределенности активно. Именно тогда востребована креативность. Нет необходимости создавать модель подобного механизма, важно осознать тождественность этой работы в условиях активности ведущей репрезентативной системы личности.

Известно, что чаще всего ведущей репрезентативной системой является канал приема зрительной информации – видеоряд. Очевидно, что создавая ситуацию неопределенности, мы в проводимом эксперименте ориентировались именно на эту данность. Когда в качестве объекта внимания предъявлялись произведения изобразительного искусства, воссоздавалась работа активизации восприятия вышеуказанного процесса. Так, например, мы применяли фрагмент картины Дж.Поллока «Лавандовый туман». Инструкция имела ограниченный характер необходимых действий, тем самым мотивируя участников к проявлению креативных побуждений, решающих проблему получения необходимой информации. В работе применялся портативный бинокулярный айттрекер «THEEYETRIBE (Development Kit)». В результате регистрации движения глаз (1 минута) во время работы айттрекера, мы получали статистические данные деятельности личности в рамках экспериментального процесса в виде гистограмм. Гистограммы, полученные в мероприятиях эксперимента, имеют разнообразные модификации. Модель восприятия, создаваемая во время диагностической процедуры состоит из двух этапов. На первом этапе условно названным «Двухмерный» (2D) анализируются физические характеристики, базирующиеся на поступающих сигналах.

На втором этапе «3D» объект полностью идентифицируется как полностью трехмерный, включая все наши представления об объекте.

**Результат. Интерпретация.** Анализ проведенных экспериментальных мероприятий - создание кластеров разных видов гистограмм, определяющих уровень креативности. Наиболее встречающиеся гистограммы:

1). **Обычный тип (симметричный тип, нормальное или одномодальное распределение).** Гистограмма с таким распределением указывает на стабильность процесса.

2). **Гистограмма, вытянутая вправо (правосторонняя асимметрия).** Такую форму с плавно вытянутым вправо основанием гистограмма принимает в случае смещения центров настройки.

3). **Гистограмма, вытянутая влево (левосторонняя асимметрия).** Такую форму с плавно вытянутым влево основанием гистограмма принимает в случае, когда невозможно получить значения выше определенного.

4). **Двувербовая гистограмма (бимодальное распределение).** Такая гистограмма содержит два возвышения (которые чаще всего имеют разную высоту) с провалом между ними и отражает случаи объединения двух распределений с разными средними значениями.

5). **Многомодальное распределение.** Распределение, имеющее несколько мод (т.е. два или более "пика"). Многомодальность распределения выборки часто является показателем того, что распределение не является нормальным, выборка не является однородной и наблюдения порождены двумя или более "наложенными" распределениями. Многомодальность распределения дает важную информацию о природе исследуемой переменной.



**6). Плато (равномерное распределение).** Частоты в разных интервалах образуют плато, поскольку все интервалы имеют более или менее одинаковые ожидаемые частоты. Такая гистограмма получается в случаях, когда объединяются несколько распределений, в которых средние значения имеют небольшую разницу между собой.

**7). Гистограмма с ненормально высоким краем (в форме обрыва слева или справа).** Такая гистограмма отражает случаи, когда необходимо уделить внимание случаю грубого искажения данных при измерениях.

Разновидность гистограммы №1 соответствует высокому уровню креативности «Сверхвключенность», №2,3 – уровню «норма», № 4-7 – уровню «стереотипность».

Гистограммы разности восприятия 2D и 3D таким образом становятся показателями уровня осуществляемого процесса креативной деятельности.

Обсуждение возможности воспринимать произведения живописи с трехмерными атрибутами связано с тренингом зрительной системы сравнивать плоскостное и трехмерное восприятие. Предполагаем, именно опыт наблюдения глубины плоскостного изображения формирует у испытуемых новые способности трехмерного восприятия.

Наиболее эффективный прием таких способностей - это размещение на общей площади помещений (музеи, вернисажи и т.д.) демонстрации произведений живописи с эффектом стереоскопической проекции. Это обеспечивает возможность косвенного влияния на развитие способности к трехмерному восприятию.

Анализируя полученные результаты, формируем кластеры данного информационного поля (гистограммы), предполагая статус проявления креативной деятельности испытуемыми: высокий (А), средний (Б) и низкий уровень (В). Соответственно: А - «Сверхвключенность», Б – «Норма», В - «Стереотипность».

**Применимость методики:** пополнение банка данных одаренных детей, способных студентов, формирование команд особо активного реагирования, профотбор кандидатов силовых структур и др.

**Преимущества:** регистрация динамики развития креативности; многократное применение.

В настоящей работе предпринимается попытка выявить новые возможности инициации творческих способностей человека на основе активации зрительного восприятия. Предполагаемая система обучения развития способности воспринимать плоскостные изображения с трехмерными атрибутами, в результате которой приобретает навык ускоренного формирования конструкций (эффект гештальт), позволяет решать задачи нестандартными способами, обретает ярко выраженную востребованность сегодня.

#### PSYCHOLOGICAL DIAGNOSTICS OF DEVELOPMENT OF PERSONAL CREATIVITY BY USING BINOCULAR EYE TRACKER

Ovchinnikova Ludmila I., Antipov Vladimir N., Yakushev Rinat S.

#### ДИСТАНТНОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ ГИППОКАМПА ПОСЛЕ ФОКАЛЬНОГО ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА В НЕОКОРТЕКСЕ ЗАВИСИТ ОТ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ МОДЕЛИ ОККЛЮЗИИ СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ

Онуфриев М.В., Моисеева Ю.В., Волобуева М.Н., Квичанский А.А., Третьякова Л.В., Гуляева Н.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; mikeonuf1@rambler.ru

<https://doi.org/10.29003/m1185.sudak.ns2020-16/353-354>

Инсульт является тяжелой неврологической патологией, которая характеризуется высокой смертностью, развитием постинсультного неврологического дефицита и когнитивных нарушений. Причиной большинства ишемических инсультов является окклюзия средней мозговой артерии. Известно, что повреждение после инсульта не ограничивается только областью инфаркта в неокортексе, но также распространяется на ишемические регионы мозга, в том числе и гиппокамп, вызывая их вторичное повреждение. Активация гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы (ГГНС) является одним из первых физиологических ответов на церебральную ишемию, происходит в первые часы после ишемии и приводит к длительному повышению концентрации глюкокортикоидов в крови. Усиление кортикостероидного сигналинга в гиппокампе, где высокий уровень экспрессии минерало- и глюкокортикоидных рецепторов, может приводить к нарушению его функций и к формированию предрасположенности к постинсультной депрессии. Гиппокамп является неоднородной структурой и в септо-темпоральном направлении выделяют дорсальную, промежуточную и вентральную части, которые выполняют различные функции. Цель настоящего исследования заключалась в сравнении двух моделей ишемического инсульта, индуцированного окклюзией среднемозговой артерии с перманентной окклюзией ипсилатеральной общей сонной артерии (ОСМА1) и без нее (ОСМА2), с точки зрения активации ГГНС, развития нейровоспаления и состояния системы нейротрофинов в дорсальной (ДГ) и вентральной (ВГ) частях гиппокампа. Активация ГГНС на ранних сроках после ОСМА1 и ОСМА2 влечет за собой повышение уровня кортикостерона в крови и его аккумуляцию в ВГ и ДГ обеих полушарий после ОСМА1 и в ДГ ипсилатерального полушария после ОСМА2. Индуцированное ОСМА1 развитие нейровоспаления по уровню провоспалительного цитокина ИЛ-1 $\beta$  совпадает с повышенным уровнем кортикостерона и также затрагивает преимущественно ВГ обеих полушарий. Тем не менее, после ОСМА2 никаких изменений в уровне ИЛ-1 $\beta$  в исследованных частях гиппокампа не наблюдалось. Уровень BDNF и NGF повысился в ДГ и ВГ ишемического полушария после ОСМА2. Таким образом, различные по интенсивности модели ишемического инсульта в неокортексе в различной степени активируют ГГНС и неодинаково влияют на уровень нейровоспаления и систему нейротрофинов в гиппокампе.

*Исследование поддержано грантом РФФИ № 19-015-00519а.*



**DISTANCE DAMAGE OF THE HIPPOCAMPUS AFTER FOCAL ISCHEMIC STROKE IN NEOCORTEX  
DEPENDS ON THE USED MODEL OF THE MIDDLE CEREBRAL ARTERY OCCLUSION**

**Onufriev Mikhail V., Moiseeva Yulia V., Volobueva Maria N., Kvichansky Aleksey A., Tretyakova Lia V.,  
Gulyaeva Natalia V.**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology RAS, Moscow, Russia; mikeonuf1@rambler.ru

Stroke is a severe neurological pathology, which is characterized by high mortality, the development of post-stroke neurological deficit and cognitive impairment. The cause of most ischemic strokes is occlusion of the middle cerebral artery. It is known that damage after a stroke is not limited only to the infarct area in the neocortex, but also spreads to non-ischemic regions of the brain, including the hippocampus, causing their secondary damage. Activation of the hypothalamic-pituitary-adrenal system (HPAS) is one of the first physiological responses to cerebral ischemia, occurs in the first hours after ischemia and leads to a long-term increase in blood glucocorticoid concentration. Enhancement of corticosteroid signaling in the hippocampus, where the expression level of mineralo- and glucocorticoid receptors is high, can lead to disruption of its functions and to the formation of a predisposition to post-insult depression. The hippocampus is a heterogeneous structure and in the septo-temporal direction, the dorsal, intermediate and ventral parts are distinguished, which perform different functions. The purpose of this study was to compare two models of ischemic stroke induced by occlusion of the middle cerebral artery with permanent occlusion of the ipsilateral common carotid artery (MCAO1) and without it (MCAO2), in terms of HPAS activation, the development of neuroinflammation and the state of the neurotrophin system in the dorsal (DH) and ventral (VH) hippocampus. The activation of HPAS in the early stages after MCAO1 and MCAO2 entails an increase in the level of corticosterone in the blood and its accumulation in the HH and DG of both hemispheres after MCAO1 and in the ipsilateral hemisphere DH after MCAO2. The development of neuroinflammation induced by MCAO1 by the level of the pro-inflammatory cytokine IL-1 $\beta$  coincides with an increased level of corticosterone and also affects predominantly VH of both hemispheres. Nevertheless, after MCAO2, no changes in the level of IL-1 $\beta$  were observed in the studied parts of the hippocampus. The levels of BDNF and NGF increased in the DH and VH of the ischemic hemisphere after MCAO2. Thus, different intensity models of ischemic stroke in the neocortex activate the HPAS to varying degrees and have different effects on neuroinflammation levels and the neurotrophin system in the hippocampus. *The study is supported by RFBR grant № 19-015-00519a.*

**ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОМОГАЮЩЕГО И МОРАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ В  
РАННЕМ ДЕТСТВЕ**

**Орехова Л.С., Михайлова А.А., Дягилева Ю.О., Павленко В.Б.**

ФГАОУ ВО Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, Россия,  
lili\_psy@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m1186.sudak.ns2020-16/354-355>

Элементы морального и инструментального помогающего поведения появляются уже в раннем возрасте и оказывают влияние на дальнейший процесс социализации. Особый интерес представляют исследования психофизиологических механизмов становления помогающего и морального поведения в раннем детстве. В связи с этим, целью нашего исследования явилось определение психофизиологических коррелят морального и инструментального помогающего поведения у детей в раннем возрасте.

В исследовании приняли участие 54 ребенка (20 мальчиков, 34 девочки) в возрасте от 16 до 42 месяцев. Уровень инструментального помогающего поведения (УИПП) у ребенка оценивалось с использованием теста «Ложка» по методике предложенной F. Warneken и M. Tomasello. Индекс моральных оценок (ИМО) определяли с применением методики B. Kenward и M. Dahl. Уровень общего умственного и речевого развития определяли с применением теста Бейли III. Электроэнцефалограмму (ЭЭГ) регистрировали 19-канальным электроэнцефалографом фирмы «Мицар». Запись проводили при наблюдении ребенком за действиями протагониста, а также персонажей, совершавшими добрый и злой поступок. Анализировали значения мощности тета-, альфа(мю)- и бета-ритмов ЭЭГ.

Определено, что моральное поведение значимо связано с развитием рецептивной речи. Чем выше уровень развития понимания речи, тем выше ИМО ( $r = 0,238$ ,  $p = 0,03$ ). Также выявлено, что чем выше мощность тета-ритма в отведении Т6 ( $r = 0,289$ ,  $p = 0,04$ ) и альфа(мю)-ритма в отведении Т3 ( $r = 0,305$ ,  $p = 0,03$ ) при наблюдении за протагонистом, тем выше баллы по ИМО. Таким образом, выраженность ИМО у детей в раннем возрасте зависит от уровня понимания речи и отражается в показателях тета- и альфа(мю)-ритмов ЭЭГ. Также определены взаимосвязи между УИПП и показателями ЭЭГ в процессе наблюдения за действиями протагониста. Чем выше мощность тета-ритма в отведениях F8 ( $r = 0,390$ ,  $p = 0,007$ ) и P4 ( $r = 0,364$ ,  $p = 0,010$ ), альфа(мю)-ритма в отведении C4 ( $r = 0,303$ ,  $p = 0,03$ ) и бета-ритма в отведении P4 ( $r = 0,334$ ,  $p = 0,02$ ), тем выше уровень УИПП. Также, было определено, что чем выше мощность тета-ритма в отведениях F3 ( $r = 0,308$ ,  $p = 0,03$ ), T5 ( $r = 0,327$ ,  $p = 0,02$ ) и P4 ( $r = 0,350$ ,  $p = 0,02$ ) в процессе наблюдения за действиями негативного персонажа, тем выше уровень УИПП. Поскольку тета-ритм связывают с активацией эмоциональных структур мозга можно предположить, что чем выше у детей УИПП, тем более эмоционально они воспринимали действия негативного персонажа.

*Исследование выполнено при поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-730.2020.6.*

**PSYCHOPHYSIOLOGICAL PECULIARITIES OF PROSOCIAL AND MORAL BEHAVIORS IN EARLY  
CHILDHOOD**

**Orekhova Liliia S., Mikhailova Anna A., Diagileva Yulia O., Pavlenko Vladimir B.**

V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

Elements of moral and instrumental helping behavior appear in early childhood and influence the further process of socialization. Of particular interest is the research of psychophysiological mechanisms underlying the

formation of helping and moral behaviors in early childhood. In this regard, the aim of our study was to examine psychophysiological correlates of moral and instrumental helping behavior in young children.

The study involved 54 children (20 boys, 34 girls) aged 16–42 months. Level of instrumental helping behavior (LIHB) development was measured in children by means of the Spoon Test by F. Warneken and M. Tomasello. Moral evaluation index (MEI) was assessed with the help of the test by B. Kenward and M. Dahl. The Bayley-III Scales were used to estimate children's cognitive and language development. The EEG was registered with the 19-channel Mitsar electroencephalograph. The EEG was recorded when children observed behaviors by a protagonist and characters acting in either good or bad ways. The theta, alpha ( $\mu$ ) and beta rhythm powers were then analyzed.

It was found that moral behavior is associated with the level of receptive communication. The level of speech understanding positively correlates with MEI in children ( $r = 0.238$ ,  $p = 0.03$ ). MEI positively correlates with theta power at T6 electrode ( $r = 0.289$ ,  $p = 0.04$ ) and alpha ( $\mu$ ) power at T3 electrode ( $r = 0.305$ ,  $p = 0.03$ ) while observation the protagonist's actions. So, it can be concluded that moral development level depends on speech understanding can be reflected in the EEG theta and alpha ( $\mu$ ) parameters. It was also discovered that LIHB in children is associated with the EEG parameters when they observed the protagonist's actions. The LIHB positively correlates with theta power at F8 ( $r = 0.390$ ,  $p = 0.007$ ) and P4 ( $r = 0.364$ ,  $p = 0.01$ ), alpha ( $\mu$ ) power at C4 ( $r = 0.303$ ,  $p = 0.03$ ) and beta power at P4 ( $r = 0.334$ ,  $p = 0.02$ ) electrodes. The LIHB is also positively associated with theta power at F3 ( $r = 0.308$ ,  $p = 0.03$ ), T5 ( $r = 0.327$ ,  $p = 0.02$ ) and P4 ( $r = 0.350$ ,  $p = 0.02$ ) electrodes when children observed behaviors by the "bad" character. Since theta rhythm is associated with the activation of affective structures in brain, it can be assumed that children with higher LIHB tended to express more emotions when observing behaviors by the "bad" character.

*The study was supported by a grant from the President of the Russian Federation for state support of young Russian scientists - candidates of sciences No. MK-730.2020.6.*

#### **ПРИМЕНЕНИЕ МРТ-СОВМЕСТИМОЙ ПОЛИГРАФИИ В ПРОЦЕССЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ**

**Орлов В.А., Малахов Д.Г., Карташов С.И., Холодный Ю.И.,**

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия; [kholodny@yandex.ru](mailto:kholodny@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1187.sudak.ns2020-16/355-356>

Применение функциональной магнитно-резонансной томографии (далее – фМРТ) при изучении динамики нейрокognитивных процессов приобрело широкое распространение в ряде отраслей науки и предъявляет высокие требования к фМРТ- данным, качественное получение которых во многом зависит от ряда поведенческих и физиологических факторов.

При проведении исследований криминалистической направленности (диагностика с помощью фМРТ скрываемой человеком информации) была выдвинута гипотеза о возможности повышения точности фМРТ-данных путем контроля поведения и реагирования на различные воздействия исследуемого лица: контроль предлагалось осуществлять с помощью одновременной с МРТ регистрации вегетативных реакций (далее – ВР) человека.

Для проверки выдвинутой гипотезы о возможности повышения качества сбора фМРТ-данных в Национальном исследовательском центре «Курчатовский институт» был создан макет компьютерного МРТ-совместимого полиграфа (далее – МРТСП). Этот полиграф позволил в реальном масштабе времени наблюдать быстротекущие ВР человека, возникавшие в ответ на действие внешних либо внутренних факторов, в том числе – на предъявляемые ему стимулы. В качестве информативных для целей контроля качества фМРТ были использованы параметры ВР, традиционно используемые в криминалистике при диагностике у человека скрываемой информации, а именно: амплитудные и/или частотные характеристики дыхания, сердечно-сосудистой системы, а также кожно-гальванической реакции человека.

Исследование гипотезы осуществлялось в экспериментах на мужчинах 21-35 лет в процессе фМРТ с применением МРТСП и заимствованных из криминалистики теста со скрываемым именем (далее – ТСИ), теста молчаливых ответов (далее – ТМО) и теста на «знания виновного» (далее – ТЗВ), соответственно, на 73, 12 и 49 испытуемых. При этом данные фМРТ с ТСИ были получены при TR = 2000 мс, TR = 1000 мс и TR = 1100 мс; данные фМРТ с ТМО – при TR = 1100 мс, а данные фМРТ с ТЗВ были получены при TR = 1000 мс и TR = 1100 мс. Использование МРТСП позволило выбраковывать различного рода артефакты, зарегистрированные в процессе фМРТ и влиявшие на её качество.

В докладе будет представлен разбор результатов проведенного исследования, которое показало, что в результате выбраковки артефактов и при уменьшении на 20% выборки фМРТ-данных количество выделившихся вокселей возрастало на 1,2%, 17% и 52% для TR = 1000 мс, 1100 мс и 2000 мс соответственно. Предложенный подход открывает новые возможности функциональной нейровизуализации в интересах изучения динамики нейрокognитивных процессов.

#### **APPLICATION OF MRI-COMPATIBLE POLYGRAPH IN THE PROCESS OF FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING**

**Orlov Vyatcheslav A., Malakhov Denis G., Kartashov Sergey I., Kholodny Yuri I.**

National Research Centre «Kurchatov Institute», Moscow, Russia; [kholodny@yandex.ru](mailto:kholodny@yandex.ru)

The use of functional magnetic resonance imaging (fMRI) in studying the dynamics of neurocognitive processes has become widespread in a number of branches of science. It places high demands on fMRI data, the quality of which depends largely on a number of behavioral and physiological factors.

When conducting forensic research (diagnosis of concealed information using fMRI) we hypothesized about the possibility of improving the accuracy of fMRI data by monitoring behavior and response to various effects of

subjects: control was proposed to carry out by using simultaneous registration of fMRI and vegetative reactions (VR) of a person.

To test the hypothesis that it is possible to improve the quality of fMRI, a prototype of a computer MRI-compatible polygraph (MRICP) was created at the National Research Center "Kurchatov Institute". This polygraph made it possible to observe in real time the fast-flowing VR of a person that arose in response to the action of external or internal factors, including the stimuli presented to him. For the purposes of fMRI quality control, we used VR parameters that are traditionally used in criminology for the diagnosis of hidden information in humans, namely, the amplitude and/or frequency characteristics of the respiratory system, the cardiovascular system, and the human skin-galvanic response.

The hypothesis was studied in experiments on healthy volunteers, 21-35 y. o. in the fMRI procedure using MRICP and a set of tests borrowed from criminology: with a hidden name (HN), the test of silent responses (SR) and the test for "knowledge of guilt" (KG), respectively, on 73, 12 and 49 subjects. At the same time, fMRI data with HN were obtained at TR = 2000 ms, TR = 1000 ms, and TR = 1100 ms; fMRI data with SR were obtained at TR = 1100 ms, and fMRI data with KG were obtained at TR = 1000 ms and TR = 1100 ms. The use of MRICP allowed us to reject various types of artifacts that were registered during the MRI process and affected its quality.

The report will present the analysis of the results of the study, which showed that as a result of artifact rejection and reducing the fMRI sample by 20%, the number of voxels allocated increased by 1.2%, 17%, and 52% for TR = 1000 ms, 1100 ms, and 2000 ms respectively. The proposed approach opens up new possibilities of functional neurovisualization in the interests of studying the dynamics of neurocognitive processes.

### **ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАК ПРЕДИКТОРЫ АМИЛОИДОГЕННОСТИ ПОЛИПЕПТИДА**

**Орлов М.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биофизики клетки РАН, Пущино,  
Московская обл., Россия; orlovmikhaianat@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m1188.sudak.ns2020-16/356>

Болезнь Альцгеймера является самой распространенной нейродегенерацией с возрастающей социальной значимостью. Эпидемиологические прогнозы предполагают увеличение числа заболевших и веса данной патологии в смертности населения. Несмотря на усилия исследователей и врачей, методы вмешательства носят симптоматический характер и малоэффективны [1]. Затруднения, в частности, обусловлены участием сразу двух патологических факторов - бета-амилоида и тау-белка. Патогенез нейродегенерации Альцгеймеровского типа подразумевает взаимодействия обоих факторов, при которых токсические свойства одного сообщаются другому по прионоподобному механизму. При этом бета-амилоиду отводят роль инициатора каскада патологических изменений [2]. Прогресс в данной области во многом зависит от методов моделирования, дающего доступ к структурным и механистическим основам амилоидогенности - как самого бета-амилоида, так и других ассоциированных с нейродегенерациями пептидных факторов. Большую роль также играют белки, служащие модельными системами амилоидообразования. В данной работе с целью выявить структурные и физические основы склонности полипептидной последовательности образовывать амилоиды нами рассмотрены данные о экспериментальных показателях этого свойства с аминокислотной последовательностью конкретных белков, а также полученными вычислительными методами физическими и структурными параметрами. Это позволило оценить значение отдельных таких свойств и их взаимные отношения.

Литература:

- 1) Орлов М. А. // Успехи геронтологии. 2019. Т. 32, № 4. — С. 639–651.
- 2) Татарникова О. Г. и др. // Успехи биологической химии, т. 55, 2015, с. 351–390

### **POLYPEPTIDE'S PHYSICAL PROPERTIES FOR AMYLOID PREDICTION**

**Orlov Mikhail A.**

Institute of Cell Biophysics of Russian Academy of Sciences, ICB RAS, Poushchino, Moscow region, Russia;  
orlovmikhaianat@gmail.com

Alzheimer's disease is the most common neurodegenerative disorder having escalating global importance. Epidemiological forecast predicts substantial growth of both number of affected individuals and the pathology impact onto mortality all over the globe. Despite unprecedented efforts of researchers and medical professionals, the only treatment available is fairly symptomatic and hardly effective [1]. The hampered results are likely due to simultaneous involvement of two molecular pathogenesis factors: amyloid beta and tau-protein. The Alzheimer's neurodegeneration pathway involves a sophisticated interplay of these. The interactions are in that one toxic agent is capable of transferring its pathologic state to the other with amyloid beta by prion-like mechanism. Amyloid beta appears to have an initiator role as it triggers the downstream pathogenesis part [2]. The advances of the research rely largely on modelling techniques enabling insights into structural and mechanistic bases for amyloid formation of both amyloid beta and other neurodegeneration-related peptides. Studying model protein systems that are not directly connected to the pathology can shed an additional light as well. Here we attempted to establish impacts of distinct structural and physical characteristics by considering experimental as well as computational data on them in relation to a particular amino acid sequence. This enabled us to assess their correlation in amyloidogenic peptides and to rank them by impact.

References:

- 1) Orlov M.A. // Adv. geront. 2019. 32(4): 639–651.
- 2) Tatarnikova O.G. et al. // Biochemistry (Moscow). 2015. 80(13): 1800–1819.

## ОТ САМОРЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИЙ К САМОРЕГУЛЯЦИИ АКТИВНОСТИ ЛИЧНОСТИ

Осницкий А. К.<sup>1</sup>, Корнеева С. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Психологический институт РАО», Москва, Россия; osnizak@mail.ru

<sup>2</sup> Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1189.sudak.ns2020-16/357>

Мы проверили предположение, что индивидуальные различия в процессах организации поведения связаны с особенностями профилей латеральности, которые связаны с функциональной асимметрией функционирования мозга. Комплекс общепсихологических и дифференциально-психологических методов выявил многоуровневые связи функциональной асимметрии мозговой деятельности с поведенческими и личностными особенностями саморегуляции.

Совокупность методов, применяемых для студентов вузов с левосторонней или правосторонней асимметрией, выявила взаимосвязь между врожденными и приобретенными личностными особенностями человека, проявляющимися в его поведении и взаимоотношениях с окружающими. Особенности функционирования мозга (обусловленные гендерной и функциональной асимметрией) обнаруживаются не только в развитии его естественно обусловленных качеств (конституциональных и темпераментных), но и в формировании его поведенческих и личностных характеристик. Подтвердилось предположение о латерализации нейрофизиологических оснований индивидуальных различий, обнаруживаемых в интеллектуальной и эмоциональной деятельности, а также в особенностях их регуляции как на непосредственном сенсорном уровне, так и в сознательно контролируемом поведении.

Выявлен ряд достоверных различий в самооценке навыков саморегуляции у испытуемых с различными показателями функциональной асимметрии. Анализ наличия или отсутствия структурно-компонентных навыков саморегуляции, функциональных, динамических и личностно-стилевых особенностей саморегуляции у студентов выявил взаимосвязь между этими показателями и латерализацией профилей. У студентов-правшей (индекс "скрещенные руки", по А. Р. Лурии) выявлены: высокая степень целеполагания и удержания цели; учет, анализ и моделирование ситуации; дифференцированный выбор средств и методов действия; оценка промежуточных и конечных результатов действий и связанных с ними корректировок. При самооценке процессов саморегуляции правши чаще, чем левши, отмечают такие личностно-стилевые характеристики, как уверенность, инициативность, ответственность, осознанность, практичность и стабильность в регулировании деятельности.

Выявлен ряд существенных различий в выраженности коммуникативных свойств и особенностей межличностного взаимодействия: леворукие субъекты более импульсивны, озабочены и замкнуты, в то время как праворукие субъекты более уверенны, активны, динамичны и эффективны в общении.

## FROM SELF-REGULATION OF FUNCTIONS TO SELF-REGULATION OF PERSONAL ACTIVITY

Osnitsky Alexey K.<sup>1</sup>, Korneeva Svetlana A.<sup>2</sup>

1. FEDERAL state budgetary scientific institution "Psychological Institute RAO", Moscow, Russia; osnizak@mail.ru

2. Belgorod state national research University, Belgorod, Russia.

We tested the assumption that individual differences in behavior organization processes are related to features of laterality profiles that are related to functional asymmetry of brain functioning. The complex of General psychological and differential psychological methods revealed multilevel connections of functional asymmetry of brain activity with behavioral and personal features of self-regulation.

A set of methods used for University students with left-sided or right-sided asymmetry revealed the relationship between innate and acquired personal characteristics of a person, manifested in his behavior and relationships with others. Features of brain functioning (due to gender and functional asymmetry) are found not only in the development of its naturally conditioned qualities (constitutional and temperamental), but also in the formation of its behavioral and personal characteristics. The assumption about the lateralization of the neurophysiological bases of individual differences found in intellectual and emotional activity, as well as in the features of their regulation both at the direct sensory level and in consciously controlled behavior, was confirmed.

A number of significant differences in self-assessment of self-regulation skills in subjects with different indicators of functional asymmetry were revealed. Analysis of the presence or absence of structural and component skills of self-regulation, functional, dynamic and personal-style features of self-regulation in students revealed the relationship between these indicators and lateralization of profiles. Right-handed students (index "crossed arms", according to A. R. Luria) revealed: a high degree of goal setting and goal retention; accounting, analysis and modeling of the situation; differentiated choice of means and methods of action; evaluation of intermediate and final results of actions and related adjustments. When self-evaluating self-regulation processes, right-handers are more likely than left-handers to note such personal-style characteristics as confidence, initiative, responsibility, awareness, practicality, and stability in regulating activities.

A number of significant differences in the expression of communicative properties and features of interpersonal interaction were revealed: left-handed subjects are more impulsive, concerned and withdrawn, while right-handed subjects are more confident, active, dynamic and effective in communication.



## СВЯЗЬ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА С УРОВНЕМ АКТИВНОСТИ СЕНСОМОТОРНОЙ КОРЫ

Павлов К.И.<sup>1\*</sup>, Мухин В.Н.<sup>2</sup>, Архимук А.Н.<sup>1</sup>, Петренко М.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования Военный учебно-научный центр Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Россия, [youngexp@yandex.ru](mailto:youngexp@yandex.ru) \*

<sup>2</sup> ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1190.sudak.ns2020-16/358>

Актуальность исследования обусловлена недостатком работ по физиологическим механизмам взаимосвязи вариабельности сердечного ритма и биоэлектрической активности сенсомоторной коры головного мозга в процессе когнитивной деятельности. Цель исследования: определить связь периодических модуляций сердечного ритма с уровнем активности сенсомоторной коры в процессе когнитивной деятельности.

Объем выборки составил 42 курсанта первого курса Военного института (военно-морского) Военного учебно-научного центра Военно-морского флота «Военно-морская академия». Средний возраст обследуемых – 18±0,7 лет. Использовались методы электроэнцефалографии и электрокардиографии. Взаимосвязь вариабельности сердечного ритма с уровнем активности сенсомоторной коры головного мозга регистрировалась одновременно с предъявлением психофизиологических методик – «Красно-черные таблицы Шульте–Платонова», «Часы с поворотом», «Реакция на движущийся объект» (РДО), «Устный счет» при закрытых глазах. Эти методики были направлены на оценку восприятия, селективного внимания, рабочей памяти, пространственной ориентации и мышления.

Установлено, что при решении задач на восприятие изменений пространственно-временных событий (РДО) возникают отрицательные корреляции между активностью сенсомоторной коры левого полушария и значениями амплитуд модуляций сердечного ритма в частотной зоне около 0,05 колебаний на кардиоинтервал (0,043-0,056 кол/ки). При выполнении арифметических задач (Устный счет при закрытых глазах) такие корреляции в статистическом анализе обнаруживаются на частотах около 0,13 кол/ки (0,126-0,136 кол/ки), а в ходе функциональной пробы на пространственную ориентацию (Часы с поворотом) – на частотах около 0,44 кол/ки (0,430-0,446 кол/ки).

Связь амплитуды модуляций на частотах 0,3 – 0,45 кол/ки с уровнями активности сенсомоторной коры стабильно отмечается во всех функциональных пробах. Процессы активации сенсомоторной коры, вызванные когнитивной нагрузкой, сопровождаются уменьшением амплитуды периодических колебаний сердечного ритма на частотах от 0,05 до 0,13 кол/ки.

## ASSOCIATION OF HEART RATE VARIABILITY AND SENSOMOTOR CORTEX ACTIVATION

Pavlov Konstantin I.<sup>1\*</sup>, Mukhin Valery N.<sup>2</sup>, Archimuk Aleksy N.<sup>1</sup>, Petrenko Maxim I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal State Higher Military Educational Institutional the Military Educational and Scientific Centre of the Navy «The Naval Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N.G. Kuznetsov», St. Petersburg, Russian Federation, [youngexp@yandex.ru](mailto:youngexp@yandex.ru) \*

<sup>2</sup> FSBSI Institute of Experimental Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

The relevance of this study is caused by a small number of researches of relationships between physiological substantiation of heart rate variability parameters and bioelectric activity of the sensorimotor cerebral cortex in cognitive work. The aim of research is to study of association between periodic modulations of the heart rate and sensorimotor cortex activation in process of cognitive work.

The object was cadets of the first course of the Naval institute (n=42). The average age of cadets was 18±0,7 years. We used the methods of electroencephalography and electrocardiography. The relationships of heart rate variability with the level of sensorimotor cortex activation were evaluated with the simultaneously presentation of various psychophysiological tests – «Schulte's test», «Clock with a turn», «Reaction to a moving object» (RMO), «Mental arithmetic» with closed eyes. These methods evaluated perception, selective attention, working memory, spatial orientation, decision making and thinking.

Negative correlations were detected between the activity of the sensorimotor cortex in the left hemisphere and the amplitudes of the heart rhythm modulations in the frequency zone around 0,05 (0,043-0,056) oscillation/cardio interval, which were recorded in RMO-test for study of spatio-temporal events. Significant correlations were found in frequencies of around 0,13 (0,126-0,136) oscillation/cardio interval in arithmetic tasks («Mental arithmetic» with closed eyes). There are correlations at frequencies of around 0,44 (0,430-0,446) oscillation/cardio interval at the moment of the decision of tasks for spatial orientation (Clock with rotation).

The relationship of the modulation amplitude at frequencies of 0,3-0,45 oscillation/cardio interval with the levels of sensorimotor cortex activity is stably observed in all functional tests and probably reflects the activity of the parasympathetic nervous system. The processes of activation of the sensorimotor cortex, which are caused by cognitive activity, are accompanied by decreasing of the amplitude of periodic modulations of heart rate at frequencies from 0,05 to 0,13 oscillation/cardio interval.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОТЕКАНИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Павлов К.И.<sup>1\*</sup>, Сыртцев А.В.<sup>1</sup>, Мухин В.Н.<sup>2</sup>, Петренко М.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования Военный учебно-научный центр Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Россия, youngexp@yandex.ru \*

<sup>2</sup> ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1191.sudak.ns2020-16/359>

Цель работы: изучить влияние сезонных изменений гелиогеофизических факторов на познавательные процессы курсантов военно-морского вуза. Объем выборки составил 81 курсант первого курса Военного института (военно-морского) ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия». Регистрация электроэнцефалограммы, показателей вариабельности сердечного ритма и пальцевой фотоплетизмографии проводились одновременно с выполнением восьми психофизиологических проб в осенне-зимний (2017г.) и весенний период (2018г.). В осенне-зимний период обследована 1-я группа курсантов (n=31), а в весенний – 2-я группа курсантов (n=50). Психофизиологические пробы были направлены на изучение сенсомоторных реакций, процессов внимания, способностей к пространственной ориентации и к решению арифметических задач. Психофизиологические характеристики сопоставлялись с семью геокосмическими и шестью региональными (г. Санкт-Петербург) метеорологическими индексами. Отдельно для каждого периода (группы курсантов) проводилось определение связей между изучаемыми параметрами с помощью корреляционного анализа с расчетом гамма-статистики ( $\gamma$ ). При сравнении двух групп установлено, что у курсантов, обследованных в осенне-зимний период (n=31), баланс нервных процессов смещен в сторону торможения, снижены показатели произвольного внимания, понижена эффективность решений задач на пространственную ориентацию и на простые арифметические действия. Низкие значения функции произвольного внимания у курсантов этой группы регистрировались во взаимосвязи с фоном повышенной солнечной активности, высоких показателей скорости ветра и общей облачности. Выявлена статистическая связь пониженных значений температуры воздуха со снижением эффективности решения математических задач. Увеличение активности Солнца в радиоволновом диапазоне, повышение энергии космических лучей и усиление атмосферного ветра в анализе связывались со снижением активности сенсомоторной коры левого полушария при решении арифметических задач. У курсантов этой группы отмечалось снижение вариабельности сердечного ритма и тонуса периферических сосудов, которое коррелировало с увеличением числа солнечных пятен и энергии космических лучей. У курсантов, обследованных в весенний период (n=50), в связи с уменьшением солнечной активности, наблюдалось повышение эффективности решения арифметических задач, а единичные всплески геомагнитной возмущенности малой силы, уменьшение относительной влажности и общей облачности коррелировали с высокой эффективностью функций произвольного внимания. Сниженная солнечная активность и повышенная горизонтальная дальность видимости в анализе связывались с повышенной активностью сенсомоторной коры правого полушария головного мозга, высоким сосудистым тонусом и показателями высокой вариабельности сердечного ритма.

## THE INFLUENCE OF HELIOGEOPHYSICAL FACTORS ON COGNITIVE PROCESS

Pavlov Konstantin I.<sup>1\*</sup>, Syrtsev Aleksei V.<sup>1</sup>, Mukhin Valery N.<sup>2</sup>, Petrenko Maxim I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal State Higher Military Educational Institutional the Military Educational and Scientific Centre of the Navy «The Naval Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N.G. Kuznetsov», St. Petersburg, Russian Federation, youngexp@yandex.ru \*

<sup>2</sup> FSBSI Institute of Experimental Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

The aim of research is to study the effect of seasonal changes of heliogeophysical factors on cognitive process of cadets of Naval institute. 81 cadets of the first course of Naval institute were investigated. The registration of electroencephalography, parameters of heart rate variability and finger photoplethysmographical characteristics of cardiovascular system were used simultaneously with psychophysiological tests in autumnal-winter 2017y. (1st group n=31) and springtime 2018y. (n=50) periods. Psychophysiological tests were used for studying of sensomotor reactions, attention, spatial orientation, abilities to the decision of arithmetic tasks. Psychophysiological characteristics were compared with geocosmic and regional meteorological indexes (St.-Petersburg). The relationships between of psychophysiological parameters have been established by means of the correlation analysis with gamma statistics ( $\gamma$ ) in each period of investigation. Cadets of the 1st group had the displacement of the balance of nervous processes towards to inhibition, decreasing of efficiency of attention, spatial orientation and decision of arithmetic tasks. Deterioration of attention of cadets of the 1st group was correlates with high solar activity, high speed of the wind and the total cloudiness. Decreasing of air temperature was accompanied by decreasing of efficiency of the decision of arithmetic tasks. Increasing of solar activity in a radio wave range, increasing of cosmic rays energy and atmosphere's wind force have been interfaced to decreasing of bioelectric activity of sensomotorical cortex in the left hemisphere of the brain at the decision of arithmetic tasks. Reduction of heart rate variability and vascular tone in the 1st group was correlated with increasing of sun spots number and cosmic rays energy. Efficiency of decision of arithmetic tasks increased among cadets of the 2nd group in springtime with reduction of solar activity. The increasing of efficiency of attention in this group correlated with geomagnetic activity of small force, reduction of relative humidity and the total cloudiness. Reduction of solar activity and increasing of horizontal visibility range were accompanied by increasing of activity of sensomotorical cortex in the right cerebral hemisphere, increasing of vascular tone and heart rate variability.

**ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬЮ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ ГЕМОДИНАМИКОЙ У КУРСАНТОВ ВОЕННО-МОРСКОГО ИНСТИТУТА С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Павлов К.И.\*, Петренко М.И., Сыртцев А.В., Архимук А.Н.**

Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования Военный учебно-научный центр Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Россия, [youngexp@yandex.ru](mailto:youngexp@yandex.ru) \*

<https://doi.org/10.29003/m1192.sudak.ns2020-16/360>

Цель работы: изучить взаимосвязи между вариабельностью сердечного ритма (ВСР) и показателями периферической гемодинамики у курсантов с разным уровнем эффективности когнитивной деятельности. Обследовано 44 курсанта первого курса Военно-морского института ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», средний возраст  $18,0 \pm 0,7$  лет. Применялись психофизиологические методики, методы анализа ВСР и пальцевой фотоплетизмографии (ФПГ). С помощью нейронных сетей Кохонена было выделено три группы курсантов. Связи между показателями ВСР и ФПГ определяли в каждой группе с помощью факторного анализа. Во всех группах была принята пятифакторная модель. В группе курсантов ( $n=12$ ) с низким уровнем эффективности кратковременной памяти и продуктивности выполнения простых арифметических действий, низкой способностью к пространственной ориентации, низкой ЧСС, высокой ВСР, а также изменениями сосудистого тонуса (СТ) по гипертоническому типу, определены статистически значимые связи между показателями ВСР и ФПГ ( $KMO_{index}=0,74$ ) в рамках 3-го фактора. В него вошли: ЧСС (-0,950), мода RR-интервалов (0,947), длительность пульсовой волны (ДПВ) (0,939), модуль упругости (МУ) сосудистой стенки (-0,720), VLF (0,564), дикротический индекс (ДКИ) (0,406). В группе курсантов ( $n=16$ ) со средним уровнем эффективности вышеуказанных когнитивных функций, с высокой ЧСС, низкой ВСР и средним уровнем выраженности тонуса периферических сосудов, установлены связи между индексами ВСР и ФПГ в структуре 2-го фактора ( $KMO_{index}=0,75$ ). Его составили следующие показатели: ДПВ (-0,902), мода RR-интервалов (-0,901), ЧСС (0,894), МУ сосудистой стенки (0,712), LF (0,660), амплитуда конечной диастолической фазы (АКДФ) (0,593). В группе курсантов ( $n=16$ ) с высоким уровнем эффективности изучаемых когнитивных функций, средним уровнем выраженности ЧСС, а также со средне выраженными показателями ВСР и СТ, обнаружены связи между изучаемыми параметрами в рамках 4-го фактора ( $KMO_{index}=0,72$ ), в состав которого вошли: ЧСС (0,912), ДПВ (-0,900), МУ сосудистой стенки (0,882), мода RR-интервалов (-0,861). Таким образом, были выделены общие для всех групп курсантов связи между показателями ВСР и ФПГ, свидетельствующие о том, что чем выше ЧСС, тем меньше ДПВ и мода RR-интервалов и выше МУ сосудистой стенки. Также были обнаружены связи специфические для каждой группы. Так, в группе курсантов со средним уровнем эффективности когнитивных функций установлены корреляции между вышеописанным комплексом общих для всех групп связей и индексами LF и АКДФ, а в группе с низким уровнем эффективности когнитивной деятельности обнаруживались корреляции между комплексом общих связей и индексами VLF и ДКИ.

**ASSOCIATION BETWEEN HEART RATE VARIABILITY AND PERIPHERAL HEMODYNAMICS OF NAVAL MILITARY INSTITUTE CADETS WITH VARIOUS LEVELS OF EFFICIENCY OF COGNITIVE ACTIVITY**

**Pavlov Konstantin I.\*, Petrenko Maxim I., Syrtsev Aleksei V., Archimuk Aleksy N.**

Federal State Higher Military Educational Institutional the Military Educational and Scientific Centre of the Navy  
«The Naval Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union  
N.G. Kuznetsov», St. Petersburg, Russian Federation, [youngexp@yandex.ru](mailto:youngexp@yandex.ru) \*

The aim of our research is to study the association between heart rate variability (HRV) and peripheral hemodynamics at cadets with various levels of efficiency of cognitive activity. We studied 44 first-year cadets of the Naval Military Institute of N.G. Kuznetsov Naval Academy. The mean age of cadets is  $18,0 \pm 0,7$  years. We used psychophysiological tests, methods of analysis of HRV and finger photoplethysmography (PPG). All cadets were divided into 3 groups with the help of Kohonen's automated neural networks. Association between parameters of HRV and PPG in each group was investigated with the help of factor analysis. Five-factorial model has been accepted in all groups of cadets. In group of cadets ( $n=12$ ) with low levels of efficiency of short-term memory and performance of simple arithmetic actions, low ability to spatial orientation, low heart rate (HR), high HRV, and hypertensive type of vascular tone (VT) was defined the statistically significant correlations between indexes of HRV and PPG ( $KMO_{index}=0,74$ ) in 3<sup>rd</sup> factor. This factor was made by parameters: HR (-0,950), mode of RR-intervals (0,947), duration of pulse wave (DPW) (0,939), the module of elasticity (ME) of vascular wall (-0,720), VLF (0,564), dicrotic index (DI) (0,406). In group of cadets ( $n=16$ ) with middle levels of efficiency of foregoing cognitive functions, high HR, low HRV, mean level of VT of peripheral vessel was defined the correlations between indexes of HRV and PPG in structure of 2<sup>nd</sup> factor ( $KMO_{index}=0,75$ ). It consists from: DPW (-0,902), mode of RR-intervals (-0,901), HR (0,894), the ME of vascular wall (0,712), LF (0,660), amplitude of final diastolic phase (AFDP) (0,593). In group of cadets ( $n=16$ ) with high levels of efficiency of cognitive functions, mean levels of HR, HRV and VT was detected examining correlations in the 4<sup>th</sup> factor ( $KMO_{index}=0,72$ ). This factor included: HR (0,912), DPW (-0,900), the ME of vascular wall (0,882), mode of RR-intervals (-0,861). In conclusion, the general relations between indicators of HRV and PPG for all groups of cadets were studied. We showed that the higher HR, the less DPW and mode of RR-intervals, the higher ME of vascular wall. Specific relations for each group were found out also. In group of cadets with middle levels of efficiency of cognitive functions was defined the correlations between foregoing general relations for all groups and LF and AFDP indexes. In group of cadets with low levels of efficiency of cognitive activity the correlations between general relations for all groups and VLF index and DI were detected.



## ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ В ТРЕВОЖНО-ДЕПРЕССИВНОМ И ОБОРОНИТЕЛЬНОМ ПОВЕДЕНИИ КРЫС ВИСТАР

Павлова И.В., Брошевицкая Н. Д., Онуфриев М. В., Моисеева Ю. В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия, pavlovmf@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m1193.sudak.ns2020-16/361>

Как известно, существуют половые различия в предрасположенности к развитию многих психических заболеваний у человека. Так, например, женщины в большей степени, чем мужчины, подвержены депрессии, развитию тревожных расстройств, хронического болевого синдрома и аутоиммунных заболеваний. Вопрос о том, какие особенности реагирования женского организма на стрессирующие или эмоционально-негативные воздействия делает его уязвимым для развития патологии, крайне актуален и далек от разрешения. Цель нашей работы состояла в комплексном сопоставлении поведения самцов и самок крыс Вистар при выработке и угашении различных оборонительных рефлексов, а также при тестировании на тревожно-депрессивное поведение. В задачи работы входило сопоставление у самцов и самок уровня тревожности в тесте открытого поля и приподнятого крестообразного лабиринта, депрессивноподобного поведения в тесте вынужденного плавания, уровня кортикостерона и провоспалительного цитокина IL-1beta в сыворотке крови, болевой чувствительности к действию электрокожного раздражения, выработки и угашения классического оборонительного рефлекса на звук, выработки и угашения условного рефлекса пассивного избегания в темно-светлой камере, выработки рефлекса активного избегания в челночной камере.

Согласно полученным результатам, в тестах на тревожность взрослые самки (3 -3.5 мес.) отличались от самцов более низким уровнем тревожности, большей двигательной и исследовательской активностью. В тесте вынужденного плавания у самок наблюдалось меньше признаков депрессивно-подобного поведения. В подростковом возрасте (1-1.5 мес) данные различия проявлялись на уровне тенденций. До и после стрессирующего воздействия содержание кортикостерона в крови самок было выше, чем у самцов, уровень IL-1beta не отличался. У взрослых самок наблюдалась более высокая болевая чувствительность, чем у самцов. Проявление условнорефлекторного страха при рефлексе пассивного избегания было больше у самцов, чем у самок; при классическом оборонительном рефлексе – не отличалось у животных разного пола. Угашение условнорефлекторного страха при этих двух формах рефлексов проходило быстрее у самок, чем у самцов. Выработка рефлекса активного избегания легче проходила у самок, чем у самцов, у самок латентность переходов была меньше, а число межсигнальных реакций больше, чем у самцов. Делается вывод, что самки по сравнению с самцами в большей степени предпочитают активную оборонительную стратегию, и склонны переоценивать опасность, самцы, наоборот, предпочитают пассивно-оборонительное реагирование.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 19-015-00129А и №19-34-90022).*

## SEX DIFFERENCES IN THE ANXIETY-DEPRESSIVE AND DEFENSIVE BEHAVIOR OF WISTAR RATS

Pavlova Irina V., Broshevitskaya Nadezda D., Onufriev Mihail V., Moiseeva Yulia V.

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, RAS, Moscow, Russia, [pavlovmf@mail.ru](mailto:pavlovmf@mail.ru)

As you know, there are gender differences in the predisposition to the development of many mental diseases in humans. For example, women are more likely than men to develop depression, anxiety disorders, chronic pain syndrome, and autoimmune diseases. The question of what features of the female body's response to stressful or emotionally negative effects makes it vulnerable to the development of pathology is extremely relevant and far from resolved. The aim of our work was to comprehensively compare the behavior of male and female Wistar rats in acquisition and extinction of various defensive reflexes, as well as in testing for anxiety-depressive behavior.

The objectives of the work included the comparison of males and females level of anxiety in the open field and elevated plus-maze, depression-like behavior in the forced swimming test, levels of corticosterone and proinflammatory cytokine IL-1beta in serum, pain sensitivity to the action of electric shock, acquisition and extinction of classical defensive reflex to sound, of passive avoidance in the dark-light chamber and the production of an active avoidance in the Shuttle chamber.

According to the results obtained, in anxiety tests, adult females (3-3.5 month) differed from males in lower levels of anxiety, greater motor and exploratory activity. In the forced swimming test, females showed fewer signs of depressive-like behavior. In adolescence (1-1.5 months), these differences were manifested at the level of trends. After the stress effect, the content of corticosterone in the blood of females was higher than that of males. In adult females, higher pain sensitivity was observed. The manifestation of conditioned fear in the passive avoidance was greater in males than in females; with the classic defensive reflex - did not differ in animals of different sexes. The extinction of conditioned fear with these two forms of reflexes was faster in females than in males. The development of the active avoidance was easier for females than for males, in females, the latency of transitions was less, and the number of intersignal responses was greater than in males. It is concluded that females, in comparison with males, prefer an active defensive strategy and tend to overestimate the danger, while males, on the contrary, prefer a passive defensive response. *The work was carried out with the financial support of the RFBR (projects №19-015-00129А and №19-34-90022).*



## ИРРАЦИОНАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И СТРАТЕГИИ СОВЛАДАНИЯ СО СТРЕССОМ ПРИ ПСИХОСОМАТИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ

Павлова О.В.

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия; [pavlovaov06@gmail.com](mailto:pavlovaov06@gmail.com)

В последние годы психосоматические заболевания приобретают все большую распространенность. Известно, что к причинам их возникновения в том числе относятся стрессы и некоторые личностные особенности, в частности, иррациональные установки. Целью работы является изучение иррациональных установок и стратегий совладания со стрессом у психосоматических больных (на примере гипертонической болезни). Мы предполагаем, что копинг-стратегии у психосоматических пациентов взаимосвязаны с иррациональными установками, что может определять направления психологического сопровождения пациентов. Методики исследования: для исследования иррациональных установок использовалась методика диагностики иррациональных установок А. Эллиса, для изучения стратегий совладания со стрессом – методика Лазаруса. Социальные факторы и особенности течения заболевания отражены в анкете. Выборку составили 28 женщин в возрасте от 50 до 80 лет, госпитализированных на психосоматическое отделение (СПБГБУЗ больницы №32), страдающих гипертонической болезнью.

Изучение иррациональных установок у пациентов, страдающих гипертонической болезнью, показало, что у них наиболее выражена установка долженствования в отношении себя. Такие установки, как катастрофизация, долженствование в отношении других людей и оценочная установка проявляются на среднем уровне. Отмечается средний уровень сопротивляемости стрессу и иррациональности мышления. При этом установка долженствования в отношении себя ярко выражена у 57% обследованных. Анализ различий по t-Стьюдента показал, что для пациентов с преобладающей установкой долженствования в отношении себя отношение к лечению статистически более значимо, чем для пациентов с другими установками ( $p < 0.05$ ), при этом гипертонией они болеют дольше, чем пациенты второй группы ( $p < 0.05$ ). Анализируя стратегии совладающего поведения, мы видим, что ведущими у больных являются стратегия самоконтроля и поиск социальной поддержки. Остальные копинг-стратегии соответствуют средней частоте встречаемости. Respondенты младше 65 лет, а также работающие, чаще прибегают к дистанцированию по сравнению с более старшими по возрасту ( $p < 0.05$ ). Пациенты с преобладающей установкой долженствования в отношении себя реже используют стратегию дистанцирования по сравнению с пациентами, у которых преобладают другие иррациональные установки ( $p < 0.05$ ). Системообразующими показателями в структуре иррациональных установок и стратегий совладающего поведения являются стратегия конфронтации и бегство-избегание ( $p < 0.05$ ). Пациенты с низкой стрессоустойчивостью и более иррациональным мышлением чаще используют дистанцирование и избегание в ситуациях стресса.

## IRRATIONAL ATTITUDES AND STRESS COPING STRATEGIES IN PSYCHOSOMATIC DISEASES

Pavlova O.V.

Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia; [pavlovaov06@gmail.com](mailto:pavlovaov06@gmail.com)

In recent years, psychosomatic diseases are becoming increasingly common. It is known that the causes of their occurrence include stress and some personality traits, in particular, irrational attitudes. The aim of this work is to study the irrational attitudes and stress coping strategies of psychosomatic patients with hypertension. We assume that the coping strategies of psychosomatic patients are interrelated with their irrational attitudes, which can determine the direction of the psychological support for patients. Research methods: for the study of irrational attitudes, we have used the diagnostic technique of A. Ellis, while for studying the stress coping strategies, we have employed the Lazarus method. The social factors and peculiarities of the disease have been reflected in the questionnaire. The sample consisted of 28 women aged 50 to 80 years, hospitalized in the psychosomatic department (St. Petersburg hospital no. 32), suffering from hypertension.

The study of the irrational attitudes of the patients with hypertension has shown that these patients have the most pronounced attitude of obligation in relation to themselves. Such attitudes as awfulizing, obligation to other people and evaluation are manifested at an average level. An average level of the stress resistance and irrationality of thinking is noted. At the same time, the attitude of obligation in relation to oneself is pronounced for 57% of the examined patients. An analysis of the differences by Student's t-test has shown that for the patients with a predominant attitude of obligation, self-treatment is statistically more significant than for the patients of the second group ( $p < 0.05$ ), while they suffer from hypertension longer than the patients of the second group ( $p < 0.05$ ). Analyzing the strategies of coping behavior, we see that the dominant coping strategies are the self-control strategy and the search for the social support. The remaining coping strategies correspond to the average frequency of occurrence. The respondents under 65, as well as the working ones, more often resort to distancing than the older respondents ( $p < 0.05$ ). The patients with the predominant attitude of obligation to themselves are less likely to use the distancing strategy than the patients who have other irrational attitudes ( $p < 0.05$ ). The system forming indicators in the structure of the irrational attitudes and coping behavior strategies are the strategy of confrontation and escape-avoidance ( $p < 0.05$ ). The patients with the low resistance to stress and more irrational thinking are more likely to use distancing and escape in stressful situations.

## ДИНАМИКА ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ВНИМАНИЯ И АКТИВНОГО ИГНОРИРОВАНИЯ.

Павловская М.А.

Россия, Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, [mpavlovskaya@mail.ru](mailto:mpavlovskaya@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1194.sudak.ns2020-16/362-363>

В настоящее время наиболее актуальным остается изучение мозговых механизмов восходящего и нисходящего контроля когнитивного и моторного поведения. Механизмы когнитивного и моторного

торможения во время выполнения сенсомоторных реакций, предотвращают выполнение скрытых действий, позволяя им оставаться «потенциальными». Психофизиологической парадигмой для проверки запрещающего управления моторными ответами выбрана Go / NoGo. Во время двигательной задачи управление двигательным торможением было интегрировано в процесс принятия перцептивных решений. В качестве сенсорной подсказки выбрана парадигма CNV. Следовательно, целью работы было изучить влияние одномодальной подсказки в задаче активного проявления или подавления моторного ответа.

Регистрация времени реакции (ВР) и режим стимуляции осуществлялись с помощью компьютерного энцефалографа «Энцефалан-131-03» (Таганрог, Россия). Было протестировано 18 студентов и сотрудников ЮФУ без выраженных патологий зрения и слуха. В качестве дифференцировочных целевых стимулов использовались тоны частотой 1,0 и 1,2 кГц, интенсивностью 80 дБ, длительностью 30 мс. Подсказкой были тоны длительностью 30 мс и частотой 1,1 кГц, 90 дБ. Интервалы между стимулом и подсказкой составляли 1 и 0,5 с.

Анализ экспериментальных результатов, полученных в условиях одномодальной подсказки в задаче активного проявления или подавления моторного ответа, показал, что реализация одноканальной подсказки проявлялась в раннем формировании моторного ответа сразу после стимула-подсказки, что отражено в виде фокусов принятия сенсорного и моторного решения на заднем фронте компонента N1 ССП. Это приводит к ускорению моторного ответа. В случае избирательного подавления моторного ответа в задаче NoGo отмечена реакция пассивного восприятия стимула. Увеличение периода между стимулом-подсказкой и целевым стимулом приводит к формированию увеличенного периода ожидания, который, возможно, связан с активацией ресурсов памяти, что приводит к удержанию ранее принятого решения.

#### **THE DYNAMICS OF SELECTIVE ATTENTION AND ACTIVE DISREGARD** **Pavlovskaya Marina**

Russia, Southern Federal University, Rostov-on-Don, [mpavlovskaya@mail.ru](mailto:mpavlovskaya@mail.ru)

At present, the study of the brain mechanisms of top-down and bottom-up control of cognitive and motor behavior remains the most relevant. The mechanisms of cognitive and motor inhibition during the performance of sensorimotor reactions prevent the execution of hidden actions and allow you to remain potential actions. To check the prohibitive control of motor responses, we chose Go / NoGo paradigm. During a motor task, motor braking control was integrated into the perceptual decision making process. The CNV paradigm we chose as a sensory prompt. Therefore, the aim of the work was to study the influence of a single-mode cue in the task of active manifestation or suppression of motor response.

18 students and staff were tested from SFU. Surround masking consists of three stimulus same or different modalities. Second stimulus was the target where must to bottom press. Target auditory stimulus was frequency of 1 or 1.2 kHz, the intensity of 60 dB. Stimulus prompt frequency was 1.1 kHz and intensity of 90 dB. Time reaction and stimulation were record using computer encephalograph "Encephalan-131-03" (Taganrog, Russia). Digitized EEG exported MATLAB, which held for further processing.

The analysis of experimental results under the conditions of a single prompt in the problem of active manifestation or suppression of the motor response showed the implementation of a single-channel prompt manifested itself in the early formation of the motor response immediately after the stimulus prompt. This reflected in the form of foci of making sensory and motor decisions at the trailing edge of the component N1 ERP. This leads to an increase of the motor response and a decrease in the reaction time. In the case of selective suppression of the motor response, the NoGo task noted the reaction of passive perception of the stimulus. The increase in the period between the prompt-stimulus and the target stimulus leads to the formation of an increased waiting period, which is possibly associated with the activation of memory resources, which leads to the retention of the previously made decision.

#### **СОМАТОСЕНСОРНЫЕ КАРТЫ ТЕЛА УЛИТКИ НА ОТРОСТКАХ ИДЕНТИФИЦИРОВАННОГО НЕЙРОНА: УЛИТКА ЕВГЕНИЯ**

**Палихова Т.А.**

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, факультет психологии,  
кафедра психофизиологии, Москва, Россия; [palikhova@mail.ru](mailto:palikhova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1195.sudak.ns2020-16/363-364>

Доклад посвящен 100-летию юбилею Евгения Николаевича Соколова, известному в мировой нейронауке психофизиолога своими исследованиями ориентировочного рефлекса и стратегией «Человек-Нейрон-Модель». Эта концепция раскрывает принципы нейронного кодирования и, в том числе, для сенсорных процессов.

Проблема соматосенсорного представительства в коре мозга была сформулирована в У. Пенфилдом в середине прошлого века. В настоящее время она только увеличивает свою актуальность в связи с возможностями современных нейробиологических методов для теории психологии и клинической практики. В отличие от классиков нейронауки и их современных последователей мы рассматриваем соматосенсорное представительство на уровне одного нейрона. У высших животных даже оптогенетические методы не могут решить эту проблему. Объектами наших исследований является хорошо известный нейробиологам моллюск, виноградная улитка (*Helix lucorum* и *Helix pomatia*). В настоящее время идентифицированы сенсорные нейроны, локальные рецептивные поля которых расположены в области висцера и ноги улитки. Сенсорные нейроны имеют прямые синаптические связи с нейронами париетальных ганглиев, рецептивные поля которых занимают большую часть поверхности тела улитки. Морфология и физиология идентифицированных париетальных нейронов подробно изучены. Результат объединения данных, полученных с помощью внутриклеточной регистрации активности и окраски нейронов, представлен в виде схемы представительства поверхности тела на отростках нейронов улитки.

Общей чертой данных, полученных для нейронов с гигантскими рецептивными полями, является соматотопическая локализация сенсорных синаптических входов. Перспективой исследований связаны с возможностью сравнительного изучения на одном нейроне синаптической пластичности синапсов с разной нейротрансмиттерной специфичностью. Обсуждается участие глутамата и ацетилхолина в синапсах сенсорных нейронов с рецептивными полями в области ноги и висцеральных органов, имеющих разную локализацию на отростках постсинаптических нейронов.

Термин «улитка Евгения» был предложен в память о Е.Н. Соколове, который был инициатором изучения рецептивных полей идентифицированных нейронов и механизмов кодирования сенсорных процессов на уровне отдельных нейронов и синапсов на кафедре психофизиологии Московского университета.

#### **SOMATOSENSORY SNAIL'S BODY MAPS ON THE BRANCHES OF IDENTIFIED NEURON: EUGENE SNAIL Palikhova Tatiana A.**

M.V. Lomonosov Moscow State University, faculty of Psychology, dep. of Psychophysiology, Moscow, Russia;  
[palikhova@mail.ru](mailto:palikhova@mail.ru)

The presentation is devoted to centenary of famous psychophysiolgist Eugenie Nikolaevich Sokolov world-known for his works on orienting reflex and concept "Man-Neuron-Model" that opens the principles of coding in the brain, including sensory processing.

The problem of somatosensory maps in the brain cortex has been formulated by W. Penfield at the middle of last century and today rises in its actuality because possibilities of modern neuroscience experimental possibilities for scientific and medical tasks. In contrast to classics and their followers we consider the somatosensory problem not at the level of brain structures, but at a single neuron level. An object of our studies has been known to the neuroscientist terrestrial snail, *Helix lucorum* and *Helix pomatia*, because even optogenetic methods cannot help to decide the somatosensory problem in higher vertebrates at neuronal level. For today the mechano-afferent sensory neurons with the local receptive fields on foot and viscera surface had been identified in snail. Morphology and physiology of neurons identified in parietal ganglia were studied in details. The data obtained by intracellular recording and staining are summarizes and presented as a scheme of somatosensory map of skin surface on the branches of a neuron were named "Eugene snail". General characteristic of the schemes for different neurons having large receptive fields are somatotopic ordering of synaptic inputs in according to snail's body map: from mantle and viscera – on the branches at the medial part of parietal ganglia and at the lateral part and pleural ganglia – from foot.

The perspectives of investigations are connected with open possibility of comparative studying of synaptic plasticity with different mediator specificity on the same neuron. Localization of glutamate- and cholinergic synapses of mechano-sensory inputs from snail's foot and viscera at different parts of postsynaptic membrane are discussed.

In summary, the model of somatosensory presentation of snail's body on neuronal branches has been presented. The term "Eugene snail" was selected in remember of E.N. Sokolov which initiate investigations of receptive fields of identified neurons neuronal and neuronal and synaptic mechanisms of sensory coding at the department of psychophysiology of Moscow State University.

#### **АКТИВНОСТЬ ЛАКТАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ, ПОДВЕРГНУТЫХ ВОЗДЕЙСТВИЮ НЕИОНИЗИРУЮЩЕГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ЗАРОДЫШЕВОМ ПЕРИОДЕ**

**Х. Г. Панахова**

Институт Физиологии им. академика Абдуллы Караева НАН Азербайджана, ул.Шарифзаде, 78, Баку,  
AZ1100, [gedimova47@mail.ru](mailto:gedimova47@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1196.sudak.ns2020-16/364-365>

Известно, что при действии внешних факторов наиболее существенные изменения в головном мозге возникают на ранних этапах эмбриогенеза. Исходя из этого, изучение влияния неионизирующих электромагнитных излучений (ЭМИ) на нервную ткань в зародышевом периоде актуален. Лактатдегидрогеназа (ЛДГ; КФ 1.1.1.27) являясь одним из ферментативных координаторов энергетического обмена в нервных клетках, контролирует один из основных путей гликолиза - превращение пирувата в лактат.

Изучалось влияние неионизирующего ЭМИ дециметрового диапазона на активность ЛДГ в структурах головного мозга крысят 20- и 30-дневного возраста с помощью физиотерапевтической установки «Волна-2» (частота излучения 460 МГц) в течение 7 дней по 20 минут ежедневно. Динамику активности ЛДГ определяли в тканях и цитозольной субфракции (ЦФ) лимбической коры (ЛК), гипоталамуса (Г) и мозжечка (М).

Результаты исследований показали, что активность ЛДГ в тканях Г и М у 20-дневных животных снижалась на 57% и 58% (<0.001) соответственно, а в ЛК активность повышалась на 61% (<0.001) по сравнению с контролем. Анализ данных в ЦФ 20-дневных животных показал, что в отличие от ткани активность фермента в М повышалась на 30% (<0.05), а в остальных структурах наблюдалось снижение на 62% и 53% (<0.001), соответственно, по сравнению с контролем. В группе 30-дневных крыс в тканях исследуемых структур наблюдалось снижение активности фермента по сравнению с контролем. В ЦФ 30-дневных крыс активность ЛДГ во всех структурах повышалась.

Полученные данные позволяют предположить, что при воздействии неионизирующего ЭМИ в мозге животных нарастают процессы анаэробного гликолиза. Это прежде всего связано с изменением активности ЛДГ в большей степени в ЦФ структур мозга у крысят 30-дневного возраста. Результаты также



свидетельствуют о том, что при воздействии неионизирующего ЭМИ механизм адаптации ЛДГ в ЛК и Г у 30-дневных крыс представлен лучше, чем у 20-дневных.

#### **LACTATE DEHYDROGENASE ACTIVITY in BRAIN STRUCTURES of RAT ENDURED to DECIMETRE UNIONIZED ELECTROMAGNETIC IRRADIATION in the EMBRYONIC PERIOD**

**Panakhova Khalida.G. (Mrs)**

Academician Abdulla Garayev Institute of Physiology, Azerbaijan National Academy of Sciences; 78, Sharifzadeh St., Baku, AZ1100, Azerbaijan, [gedimova47@mail.ru](mailto:gedimova47@mail.ru)

It is known that under the influence of external factors the most essential changes in brain occurs at an early periods of embryogenesis. Due to the high sensitivity of the brain to external factors the study of impact of unionized electromagnetic radiation (DMW) on nerve tissue in the embryonic period is of great interest. Lactate dehydrogenase (LDH; EC 1.1.1.27) as one of enzymatic coordinators of energy metabolism in nerve cell control one of the main ways of glycolysis - conversion of pyruvate to lactate.

The animals were exposed to unionized DMW at the frequency of 460 MHz through a physiotherapeutic unit "Volna-2" daily for 20 min over a period of 7 days. LDH- activity was studied in tissue homogenates and cytosolic subfractions (CF) of Limbic cortex (LC), hypothalamus (H) and cerebellum (C).

The results showed that LDH-activity in the tissue homogenates of H and C in 20-day-old animal decreased by 57% and 58% ( $<0.001$ ) respectively, while in the LC its activity increased by 61% ( $<0.001$ ) as compared to control. The analysis of the data in the CF of 20-day-old animal showed that, unlike tissue, the activity of the enzyme in the C increased by 30% ( $<0.05$ ) and in other structures was observed a decrease in the enzyme activity by 62% and 53% ( $<0.001$ ) respectively, compared to the control. A decrease in the tissues of the studied brain structures of the second age group animal (30-day-old) was observed compared to the control. In the CF of 30-day-old rat LDH activity in all the structures under study increased.

The data obtained suggest that under the influence of unionized DMW, anaerobic glycolysis processes increase in the brain, which is primarily associated with a change in the LDH-activity, which to a greater extent changes its activity in the CF of brain structures in 30-day-old rat. Thus, the results obtained indicate that under the influence of unionized DMW on the body the enzymatic processes of adaptation in the subcortical regions and the LC of 30-day-old rat was presented better than in 20-day-old animal.

#### **РАЗЛИЧИЯ В ПОКАЗАТЕЛЯХ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ У РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРЫ СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ И ЗАПОЛЯРЬЯ**

**Панкова Н.Б., Алчинова И.Б., Черепов А.Б., Яковенко Е.Н., Карганов М.Ю.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии», Москва, Россия; [nbpankova@gmail.com](mailto:nbpankova@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1197.sudak.ns2020-16/365-366>

Адаптация человека к условиям Севера включает перестройки в функционировании регуляторных систем организма, что, в конечном счёте, находит своё отражение в изменении показателей метаболизма, дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Признаки таких функциональных перестроек можно зарегистрировать в спектральных показателях вариабельности сердечного ритма (СР) и артериального давления (АД). Целью нашей работы явилось изучение данных показателей у работников (мужчин) производственных предприятий Московского региона ( $n=53$ , средний возраст  $44\pm 1$  год) и Мурманской области ( $n=43$ , средний возраст  $44\pm 1$  год). Методом спиреокардиографии проведена оценка показателей дыхательной системы, АД и его вариабельности, СР и его вариабельности, сердечной производительности, чувствительности спонтанного артериального барорефлекса и стресс-индекса. Измерения проводили, в положении сидя в спокойном состоянии, длительность регистраций – 2 мин. Обнаружено, что у мужчин одного возраста и близкого социально-экономического статуса, но из разных регионов страны, отсутствуют значимые различия в частоте сердечных сокращений, уровне АД, сердечной производительности, чувствительности барорефлекса и величине стресс-индекса. В вариабельности СР выявлена тенденция к снижению общей мощности спектра у жителей Севера (медианы: 1769 и 1060  $\text{мс}^2$ ,  $p(M-U)=0,077$ ), различий по абсолютных и относительным величинам диапазонов LF и HF не обнаружено. В спектре вариабельности систолического АД также выявлена тенденция к снижению общей мощности спектра у жителей Севера (медианы: 29,5 и 23,9  $\text{мм рт.ст.}^2$ ,  $p(M-U)=0,079$ ), при снижении абсолютных мощностей диапазонов LF ( $p(M-U)=0,026$ ) и HF ( $p(M-U)=0,001$ ). Однако в относительных величинах обнаружено только снижение мощности диапазона HF (с 16,9% до 10,8%,  $p(M-U)=0,001$ ). В спектре вариабельности диастолического АД также выявлено значимое снижение общей мощности спектра у жителей Севера (медианы: 16,7 и 9,1  $\text{мм рт.ст.}^2$ ,  $p(M-U)<0,001$ ), при снижении абсолютных мощностей диапазонов LF ( $p(M-U)=0,004$ ) и HF ( $p(M-U)<0,001$ ). В относительных величинах также обнаружено снижение мощности диапазона HF (с 10,7% до 6,4%,  $p(M-U)<0,001$ ). Приведённые результаты согласуются с данными других исследователей, отмечающих ускоренное снижение активности парасимпатического звена автономной регуляции (по показателям вариабельности СР) у мужчин-северян в возрасте старше 30 лет – как реализацию аллостаза (Кривощёков С.Г. и др., 2016).

#### **DIFFERENCES IN HEART RATE VARIABILITY AND BLOOD PRESSURE VARIABILITY AMONG FACTORY WORKERS OF CENTRAL RUSSIA AND THE ARCTIC REGION**

**Pankova Nataliya B., Alchinova Irina B., Cherepov Anton B., Yakovenko Elena N., Karganov Mikhail Yu.**

Federal State Budget Scientific Institution «Research Institute of General Pathology and Pathophysiology», Moscow, Russia; [nbpankova@gmail.com](mailto:nbpankova@gmail.com)

Adaptation of a human to the conditions of the North includes restructuring in the functioning of the regulatory systems of the body, which, ultimately, is reflected in changes in metabolic, respiratory and



cardiovascular systems. Signs of such functional changes can be recorded in the spectral parameters of heart rate (HR) variability and blood pressure (BP) variability. The aim of our work was to study these indicators in workers (men) of manufacturing enterprises in the Moscow region ( $n = 53$ , average age  $44 \pm 1$  years) and the Murmansk region ( $n = 43$ , average age  $44 \pm 1$  years). The spiroarteriocardiorhythmography method was used to evaluate the parameters of the respiratory system, BP and its variability, HR and its variability, cardiac performance, sensitivity of spontaneous arterial baroreflex and stress index. The measurements were carried out in a sitting position in a rest; the registration duration was 2 minutes. It was found that men of the same age and close socio-economic status, but from different regions of the country, did not have significant differences in HR, BP, cardiac performance, baroreflex sensitivity, and stress index. In the HR variability, a tendency toward a decrease in the total spectrum power among residents of the North was revealed (medians: 1769 and 1060  $\text{ms}^2$ ,  $p$  (M-U) = 0.077), no differences were found in the absolute and relative values of the LF and HF ranges. The systolic BP variability spectrum also revealed a tendency towards a decrease in the total spectrum power among the residents of the North (medians: 29.5 and 23.9  $\text{mmHg}^2$ ,  $p$  (MU) = 0.079), with a decrease in the absolute powers of the LF ranges ( $p$  (MU) = 0.026) and HF ( $p$  (MU) = 0.001). However, in relative values, only a decrease in the power of the HF range was found (from 16.9% to 10.8%,  $p$  (M-U) = 0.001). The diastolic BP variability spectrum also revealed a significant decrease in the total spectrum power among residents of the North (medians: 16.7 and 9.1  $\text{mmHg}^2$ ,  $p$  (MU) < 0.001), with a decrease in the absolute powers of the LF ranges ( $p$  (MU) = 0.004) and HF ( $p$  (MU) < 0.001). In relative values, a decrease in the power of the HF range was also found (from 10.7% to 6.4%,  $p$  (M-U) < 0.001). These results are consistent with the data of other researchers who noted an accelerated decrease in the activity of the parasympathetic part of autonomous regulation (in terms of HR variability) in northerner men over the age of 30 years – as the realization of allostasis (Krivoshchekov S.G. et al., 2016).

### **ТЕХНОИММУНОСИСТЕМА КАК ИТОГ СОВМЕСТИМОСТИ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ БОЕВЫХ ИСКУССТВ ВОСТОКА. ИММУНОДВИЖЕНИЯ**

**Панов Н.В.<sup>1</sup>; Комков И.Б.<sup>2</sup>; Савельев А.В.<sup>3</sup>; Косицын Н.С.<sup>1</sup>; Логинова Н.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва; <sup>2</sup>Спортивный клуб "КАНКУ", Москва; <sup>3</sup>Патентное агентство «©Уникально честное патентование», Москва;  
[nikolay.panov1966@yandex.ru](mailto:nikolay.panov1966@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1198.sudak.ns2020-16/366-367>

В робототехнике одной из ключевых проблем является организация и программирование движений. Понятие об иммунизации движений, предлагаемое авторами, позволит ограничить число степеней свободы движений. Это значительно упрощает процесс программирования автоматизированных систем и механизмов, и выводит его на новый уровень алгоритмизации, что в итоге позволит: увеличить КПД систем при уменьшении их функциональной загруженности, уменьшить информационную нагрузку нейросети и увеличить автономность системы в решении поставленных ей задач.

Движения, относящиеся к физической культуре и заключающие в себе образ для их построения, требуют физических усилий для достижения цели. Для реализации таких движений в мозге формируется очаг доминанты, функционирующий согласно своим свойствам.

Основываясь на логике второго порядка, в основе которых лежат ограничения того же порядка, можно сделать предположение, что в отношении боевых искусств Востока, которые руководствуются правилами построения этих образов, такая доминанта исключена. Обладая логикой второго порядка, боевые искусства заключают в себе такой набор специфических движений, которые подчиняются своим алгоритмам и строго контролируются теми ограничениями, которые на них действуют. Такие движения можно назвать «иммунодвижениями», поскольку при их реализации не допускается внедрения чужеродных экзогенных программ и создается возможность блокировать внутренние признаки нарушения в самой системе («иммуноконтроль»). Аналогия с иммунной системой организмов используется осознанно, поскольку как у живых организмов, так и рассматриваемых систем боевых искусств, прослеживается общий смысл: защита системы от внедрения чужеродных агентов и поддержание жизнеспособности системы (т.е. создание своеобразного «технического гомеостаза»).

Таким образом, саморегулирующуюся «техноиммуносистему» можно использовать в робототехнике для создания алгоритмов движений. В то же самое время невозможно исключать такое использование комбинации различных движений, которые подчиняются каждый своим ограничениям, но используются в зависимости от диапазона ситуаций. Однако, их использование должно быть последовательным, а не одновременным. Иными словами, возникает триггерное переключение с одних принципов (или системы) на другие. Гибридизация «иммунодвижений» (то есть их одновременное использование) может происходить исключительно на уровне логики второго порядка с учетом «иммуноконтроля» за состоянием «техноиммуносистемы».

### **TECHNOIMMUNOSYSTEM AS A RESULT OF A SYSTEM COMBINATION IN MARTIAL ARTS. IMMUNOMOVEMENTS.**

**Panov Nikolay V.<sup>1</sup>; Komkov Ivan B.<sup>2</sup>; Savelyev Alexander V.<sup>3</sup>; Kositsyn Nikolay S.<sup>1</sup>; Loginova Nadezhda A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Sports club "KANKU", Moscow, Russia; <sup>3</sup>Patent Agency "Uniquely honest patenting", Moscow, Russia; [nikolay.panov1966@yandex.ru](mailto:nikolay.panov1966@yandex.ru)

Organization and movement programming are key issues in robotics. Term "movement immunization" proposed by authors allows to reduce the number of degrees of freedom in movement units. It simplifies greatly the programming of automatic systems and mechanisms and bring it to a new level of algorithmizing. It will eventually increase the system's efficiency while decline in their functioning capacity, diminish information loading of neural network, and increase the autonomy of system in problem solving.

Movements in physical culture, which include the image for their forming, require efforts to goal achievement. The center of dominance working in according to its features, is formed for implementation of such movements.

It is possible to presume, that in martial arts based on the second-order logic and the same order restrictions (which follow the rules in such image's construction) the dominance is excluded. Having the second-order logic, martial arts consist of such a set of specific movements, which obey algorithms and are strictly controlled by these constrictions, which influence them. Such movements we call "immunomovements", because the intrusion of alien exogenic programs are not allowed, and it is created the possibility for blocking the internal signs in disturbance of the system ("immunocontrol"). We intentionally use analogy with human immune system, because organisms and systems of martial arts have the same idea in protection of a system against intrusion of alien agents and in support of system viability. So-called "technical homeostasis" is made.

Thus, self-regulating "technoimmunosystem" can be used in robotics for making of movement algorithm. At the same time, it is impossible to exclude the usage in combination various movements based on their own limits. They can be used depending on the range of situations. However, their use must be consecutive rather than simultaneous. In other words, a switching from one principle (or system) to other ones appears. Hybridization of "immunomovements", i.e. their simultaneous applying, can be made at the level of second-order logic considering "immunocontrol" of "technoimmunosystem" conditions.

### **ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ НАРУШЕНИЙ ЦЕЛОСТНОСТИ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ У ДЕТЕЙ 7-9 ЛЕТ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА (РАС)**

**Переверзева Д.С.<sup>1</sup>, Салимова К.Р.<sup>1</sup>, Тюшкевич С.А.<sup>1</sup>, Мамохина У.А.<sup>1</sup>, Данилина К.К.<sup>1</sup>, Горбачевская Н.Л.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный психолого-педагогический университет, Москва, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр психического здоровья, Москва, Россия;  
[dasha.pereverzeva@gmail.com](mailto:dasha.pereverzeva@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1199.sudak.ns2020-16/367-368>

РАС представляют собой группу нарушений развития, которые объединяют качественные нарушения социального взаимодействия и коммуникации, а также ограниченный, стереотипный характер интересов и активности. Существуют исследования, указывающие на своеобразие обработки зрительной информации у людей с РАС: повышенное внимание к деталям изображения [Baumgarten, T. J., 2016]. Подобная стратегия восприятия может приводить к нарушению целостности восприятия, в том числе трудностям опознавания фрагментированных изображений. Мы изучали целостность восприятия и особенности фоновой ЭЭГ у детей 7-9 лет с РАС. В исследовании приняли участие 51 ребенок с РАС 7-9 лет, обучающийся в 1-м классе на базе школы ФРЦ МГППУ. Методы: 1) Субтест «Незавершенные изображения» («НИ») батареи когнитивных тестов Кауфманов (2-ое издание). Испытуемому предъявлялись черные недорисованные изображения на белом фоне. Задачей испытуемого было опознать изображение, дав словесное определение увиденному. 2) ЭЭГ-картирование. Средний результат выполнения субтеста «НИ» составил 7,02 ( $\pm 3,28$ ), при средне-нормативном значении 7-13 баллов. В подгруппе детей с индексом невербального IQ >70 баллов (32 чел.) – 8,09 ( $\pm 3,062$ ). В подгруппе с индексом невербального IQ < 70 баллов (19 чел.) – 5,18 ( $\pm 2,921$ ). Была выявлена достоверная отрицательная корреляция ( $r = -0,372$ ,  $p = 0,01$ ) между результатом по субтесту «НИ» и спектральной плотностью ЭЭГ в диапазоне бета-2 частот в лобных зонах коры. Не обнаружено связи между уровнем бета-2 активности и индексом невербального интеллекта. Уровень бета-2 активности практически всегда выше у детей с РАС. Повышенный уровень любой ритмической активности говорит о снижении функциональной активности структур мозга, которые этот ритм генерируют. По последним данным увеличенный уровень бета-2 может быть связан с повышенной активацией ГАМК-эргической системы [Dakin S, 2005]. Полученные данные могут говорить о снижении функциональной активности лобных зон коры головного мозга у детей, что может влиять на их способности опознавания объектов.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 19-013-00750*

### **PSYCHOLOGICAL AND NEUROPHYSIOLOGICAL CORRELATES OF VISUAL PERCEPTION INTEGRITY IMPAIRMENT IN 7-9 YEARS OLD CHILDREN WITH ASD**

**Pereverzeva Daria S.<sup>1</sup>, Salimova Ksenia R.<sup>1</sup>, Tyushkevich Svetlana A.<sup>1</sup>, Mamohina Uliana A.<sup>1</sup>, Danilina Kamilla K.<sup>1</sup>, Gorbachevskaya Natalia L.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Federal State Educational Institution of Higher Education Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Federal State Budget Scientific Institution Mental Health Research Center, Moscow, Russia,  
[dasha.pereverzeva@gmail.com](mailto:dasha.pereverzeva@gmail.com)

Autism spectrum disorders (ASD) refers to a group of complex neurodevelopment disorders characterized by difficulties with social communication and interaction, repetitive and characteristic patterns of behavior. Atypical visual perception has been described in previous researches. Precisely ASD is characterized by increased attention to separate details of image. Such perception strategy can lead to a deficit of perception integrity, that may appear in difficulties with identifying fragmented images. The aim of this research is to study the integrity of perception and spectral characteristics of EEG in children 7-9 years old with ASD. Participants. The study involved 51 7-9 years old children with ASD. Methods: 1) The «Gestalt» subtest) of the Kaufman Assessment Battery for Children (2nd edition). Subjects were presented with black images on a white background. The participant was asked to identify the image, presenting a verbal definition. 2) EEG mapping.

The average result of the «Gestalt» subtest was 7.02 ( $\pm 3.28$ ), with an normative value of 7-13 points. In the subgroup of children with a non-verbal IQ > 70 (32 people) - 8.09 ( $\pm 3.062$ ). In the subgroup with an index of non-

verbal IQ <70 points (19 people) -  $5.18 (\pm 2.921)$ . A significant negative correlation ( $r = -0.372$ ,  $p = 0.01$ ) was found between the results of the "Gestalt" subtest and spectral power of beta-2 activity in the frontal lobes. No association was found between the level of beta-2 activity and index nonverbal intelligence. The level of beta-2 activity is almost always higher in children with ASD. An increased level of any rhythmic activity indicates a decrease in the functional activity of the brain structures that generate this rhythm. According to recent data, an increased level of beta-2 is associated with increased activation of the GABAergic system [1]. The data obtained may indicate a deficit in the functional activity of the frontal lobes in children with ASD, which may affect their ability to recognize objects. *This work was supported by the RFBR grant No. 19-013-00750*

1. Baumgarten, T. J., Oeltzschner, G., Hoogenboom, N., Wittsack, H. J., Schnitzler, A., & Lange, J. (2016). Beta Peak Frequencies at Rest Correlate with Endogenous GABA+/Cr Concentrations in Sensorimotor Cortex Areas. *PloS one*, 11(6), e0156829. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156829>
2. Dakin S, Frith U. Vagaries of visual perception in autism. *Neuron*. 2005 Nov 3;48(3):497-507. Review. PubMed PMID: 16269366.

### **РОЛЬ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ В СУДЕБНОЙ ПСИХОЛОГО-ПСИХИАТРИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ В ГРАЖДАНСКОМ ПРОЦЕССЕ (НА ПРИМЕРЕ СИНДРОМА ЗАВИСИМОСТИ ОТ АЛКОГОЛЯ).**

**Переправина Ю.О.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии имени В.П.Сербского» Минздрава России, г.Москва, Россия, [psypyo@mail.ru](mailto:psypyo@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1200.sudak.ns2020-16/368-369>

Судебно-психологическая экспертная оценка, которую выполняет медицинский психолог как член комиссии в ходе комплексной судебной психолого-психиатрической экспертизы в гражданском процессе, преимущественно основывается на решении двух задач: 1) дифференциально-диагностической; 2) оценке структуры и глубины нарушений психической деятельности. При решении этих задач в основном используются патопсихологические методики. Отмечается недостаточная разработанность вопроса использования нейропсихологического обследования в экспертной практике. Особое значение данная проблема имеет при экспертном определении способности человека понимать значение своих действий или руководить ими при совершении сделки (ст. 177 ГК РФ). Судебно-экспертная оценка лиц с синдромом зависимости от алкоголя в гражданских делах по признанию сделки недействительной является важным аспектом экспертологии в связи с их распространенностью и повышенной сложностью. Согласно отечественным психологическим исследованиям, эмоционально-волевые расстройства, характерные для синдрома зависимости от алкоголя, тесно связаны с изменением мотивационной сферы и формированием патологического влечения к алкоголю. Злоупотребление алкоголем приводит к выраженным медико-биологическим и социальным последствиям. Все эти факторы создают повышенную виктимность лиц с психическими и поведенческими расстройствами, увеличивают количество гражданских споров, связанных с тем, что интересы этих лиц ущемляются.

Целью нашего исследования выступает изучение нейропсихологических профилей подэкспертных, проходивших комплексную судебную психолого-психиатрическую экспертизу для оценки способности понимать значение своих действий или руководить ими на момент совершения имущественной сделки у лиц, страдающих синдромом зависимости от алкоголя. Методы: комплект базовых нейропсихологических и патопсихологических методик. Характеристика выборки: подэкспертные от 26 до 80 лет, проходившие стационарную экспертизу по оценке делкоспособности в ФГБУ «НМИЦПН им. В.П.Сербского» Минздрава России (2015-2019г.г.).

По предварительным результатам: у лиц с синдромом зависимости от алкоголя, проходивших стационарную комплексную судебную психолого-психиатрическую экспертизу для оценки способности понимать значение своих действий или руководить ими на момент совершения имущественной сделки, отмечается дефицитарность теменно-затылочных отделов головного мозга в виде фрагментарности восприятия (в том числе, оценки ситуации), снижения понимания логико-грамматических конструкций, что проявляется также при решении арифметических задач, что влияет на осознанность своих действий и контроля над ними, как юридического критерия при оценке делкоспособности.

Выводы: рассмотрение дефицитарности теменно-затылочных отделов головного мозга в качестве маркера для судебно-психологической экспертной оценки делкоспособности у лиц с синдромом зависимости от алкоголя.

### **NEUROPSYCHOLOGICAL METHODS AT FORENSIC PSYCHOLOGICAL ASSESSMENT OF CAPACITY (ON THE EXAMPLE OF ALCOHOL DEPENDENCE).**

**Perepravina Yulia O.**

The Serbsky State Scientific Center for Social and Forensic Psychiatry, Moscow, Russia, [psypyo@mail.ru](mailto:psypyo@mail.ru)

The paper is based on the conception of Luria's neuropsychological theory, methodological basis of psychological and psychiatric assessment of capacity (including in patients with alcohol dependence) of The Serbsky State Scientific Center for Social and Forensic Psychiatry (Safuanov F.S., Kharitonova N.K., Koroleva E.V.).

Research goal: to study neuropsychological factors in patients with alcohol dependence who are involved in forensic assessment of capacity.

The research methods: neuropsychological methods by Luria A.R., patopsychological methods for assessment Higher Psychological Functions (Zeigarnik B.V.).



According to Luria's neuropsychological theory, series of the basic neuropsychological methods include: 1) determine arithmetic task using an algorithm; 2) tests for study of praxis and gnosis; 3) tests for study of memory and attention; 4) test for study of comprehension of logical-grammatic expressions; 5) skill to be able to count.

**Results:**

In the case decrease of the parietal-occipital parts of the brain was discovered the incapacity in the patients with alcohol dependence.

The conclusions: Our research considers neuropsychological factors like possible psychological criterion for assessment of capacity.

### **НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ЖЕНЩИН ПОСЛЕ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ**

**Петкевич А.И.<sup>1</sup>, Червякова Е.В.<sup>1</sup>, Коробова С.А.<sup>1</sup>, Кузнецова Ю.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского», Липецк, Россия; <sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Поликлиника №3» Управления делами Президента РФ, Москва, Россия; helen.aggro@rambler.ru

<https://doi.org/10.29003/m1201.sudak.ns2020-16/369>

Лимфостаз молочной железы возникает в 85-90% случаев после мастэктомии, так как удаляют не только опухоль, но и регионарные лимфоузлы. В связи с этим диагностическое тестирование двух групп женщин (основная и контрольная, по 10 в каждой), после операции на молочной железе проводилось как по стандартным методикам (измерение окружностей отделов верхней конечности, динамометрия), так и по специальным, направленным на выявление особенностей иннервации мышц, влияющей на их силу, растяжимость, укорочение и напряжение, приводящих к боли, ограничению движений в суставах и ухудшению крово- и лимфообращения. Согласно шкале развития мышц (К. Букуп, 2018) % силы исследуемых мышц у женщин обеих групп составлял 25-50% от нормы. В связи с этим были разработаны и проведены дополнительные комплексы физических упражнений для основной группы, направленных как на уменьшение напряжения и сокращения особо значимой, малой грудной мышцы, травматически и лимфатически уязвимой, так и на повышение силы ее антагонистов. Контрольная группа дополнительно занималась скандинавской ходьбой, которая оказывает положительное влияние на работу всех систем организма, в особенности – мышечной. Повторное тестирование показало повышение % мышечной силы до 4-4,5 баллов, что соответствовало 75-85% от нормы. По показателям средних величин окружность пястья в основной группе увеличилась на 1,1 см, а в контрольной на 0,2 см, что можно объяснить движением лимфы в подкожной клетчатке на тыле кисти в любом направлении из-за отсутствия клапанов в поверхностных лимфатических сосудах; окружность предплечья в основной группе уменьшилась на 0,7 см, а в контрольной на 0,4 см, за счет выраженной работы мышц в плечевом регионе, обеспечивающих физиологический «подсос» лимфы в проксимальном направлении, окружность плеча увеличилась в контрольной группе на 0,3 см, а в основной группе – на 0,7 см, что зависело от достигнутого специальными тренировками увеличения объема и силы «заинтересованных» мышечных групп, отразившегося и в увеличении на 1,5 кг показателей динамометрии. Разработка и выполнение комплексов специальных упражнений восстановительного характера, обусловлены необходимостью устранения патологических изменений при таком серьезном заболевании, как рак молочной железы.

### **NEUROPHYSIOLOGICAL APPROACHES TO PHYSICAL REHABILITATION OF WOMEN AFTER BREAST CANCER**

**Petkevich Alla I.<sup>1</sup>, Chervyakova Elena V.<sup>1</sup>, Korobova Sofya A.<sup>1</sup>, Kuznetsova Yuliya I.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Lipetsk State Pedagogical P. Semenov-Tyan-Shansky University», Lipetsk, Russia; <sup>2</sup> FGBU «Polyclinic №3» of the administrative Department, the President of the Russian Federation, Moscow, Russia; helen.aggro@rambler.ru

Breast lymphostasis occurs in 85-90% of cases after a mastectomy, since not only the tumor, but also the regional lymph nodes are removed. In this regard, diagnostic testing of two groups of women (main and control, 10 in each) after breast surgery was carried out both according to standard methods (measurement of the circumferences of the upper extremities, dynamometry), and by special methods aimed at identifying the features of innervation muscles affecting their strength, extensibility, shortening and tension, leading to pain, restriction of movement in the joints and worsening of blood and lymph circulation. According to the muscle development scale (K. Bukup, 2018), % of the strength of the studied muscles in women of both groups was 25-50% of the norm. In this regard, additional sets of physical exercises were developed and carried out for the main group, aimed both at reducing tension and reducing especially significant, pectoralis minor muscle, traumatically and lymphatically vulnerable, and to increase the strength of its antagonists. The control group additionally engaged in Nordic walking, which has a positive effect on the work of all body systems, especially muscle. Repeated testing showed an increase in % of muscle strength to 4-4.5 points, which corresponded to 75-85% of the norm. In terms of average values, the metacarpus in the main group increased by 1.1 cm, and in the control by 0.2 cm, which can be explained by the movement of lymph in the subcutaneous tissue on the back of the hand in any direction due to the lack of valves in the superficial lymphatic vessels; the circumference of the forearm in the main group decreased by 0.7 cm, and in the control by 0.4 cm, due to the pronounced work of the muscles in the shoulder region, providing physiological "suction" of lymph in the proximal direction, the shoulder circumference increased in the control group by 0.3 cm, and in the main group - by 0.7 cm, which depended on the increase in the volume and strength of the "interested" muscle groups achieved by special training, which was reflected in the increase by 1.5 kg of dynamometry indicators. The development and implementation of complexes of special exercises of a restorative nature are determined by the need to eliminate pathological changes in such a serious disease as breast cancer.



## ТЕОРИЯ РЕЗОНАНСА — КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПРИНЦИП МЕХАНИЗМОВ СОЗНАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И ПЕРСПЕКТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Петраш В.В.

Частное учреждение образовательная организация высшего образования «Университет «Реавиз»,  
Санкт-Петербург, Россия; [vlapetrash@yandex.ru](mailto:vlapetrash@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1202.sudak.ns2020-16/370-371>

Наблюдаемый в последние годы рост практического интереса к области искусственного интеллекта и робототехники актуализирует проблемы изучения биологических механизмов сознания и возможностей его моделирования искусственными нейросетями.

Следует подчеркнуть, что логика цифрового кодирования информации в компьютерах не имеет ничего общего с физиологией механизмов сознания человека. При этом нейрофизиологам также до сих пор не удалось объяснить конкретные механизмы трансформации электрической активности нейронов в мысль. Принципиальный прогресс в этой проблеме впервые намечен лишь теоретическими работами автора данного сообщения [1, 2 и др.].

В отличие от многочисленных гипотез о природе сознания, предложенная концепция опирается на теорию резонанса в химии, выдвинутую и обоснованную лауреатом Нобелевской премии по химии Л. Полингом [3], а также на механизмы прямой и обратной рецепторных функций, реализующих известную закономерность, согласно которой приёмник информации способен служить и её генератором [1, 2]. В соответствии с теорией резонансных взаимодействий нейроструктур элементы нейронной сети и сеть в целом оперируют спектральными паттернами образов объектов и событий с обратной связью через мнимые образы, эндогенно генерируемые во внутренних средах отражения (воспроизведения) самих же сенсорных систем. В основе оперирования паттернами образов лежит механизм их распознавания в памяти нейронной сети по принципу резонанса, их соотнесение с логически родственными (мозаично резонирующими) паттернами других сенсорных систем (зрительной, слуховой, обонятельной и т.д.) и построение динамического (внутреннее рассуждение) языкового (словестного) кода осознаваемой мысли.

Характерно, что логически близким к вышеизложенному биологическому механизму сознания является наиболее перспективное направление современных разработок искусственного интеллекта, базирующееся на адаптивной резонансной теории С. Гроссберга и Г. Карпентера, и ещё характерно, что инновационные сенсорные системы также используют явления резонанса, в частности, поверхностный плазмонный резонанс.

### Литература

1. Петраш В.В. Теоретическая биология сознания. СПб., 2003. 128 с. (<https://eLibrary.ru>).
2. Петраш В.В., Литаева М.П. Резонансно-коммуникационное взаимодействие нейроструктур – базовый механизм мышления и сознания // Нейронаука для медицины и психологии : XIII Межд. междисц. конгресс. Судак, Крым, Россия; 30 мая – 10 июня 2017 г. : Труды Конгресса / Под ред. Лосевой Е.В., Крючковой А.В., Логиновой Н.А. – М.: МАКС Пресс, 2017. С. 326–327.
3. Полинг Л. Теория резонанса в химии // Журн. Всес. химич. общества им. Д.И. Менделеева. 1962. Т.7. № 4. С. 462–467.

## THEORY OF RESONANCE — CONCEPTUAL PRINCIPLE OF MECHANISMS OF HUMAN CONSCIOUSNESS AND PERSPECTIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELS

Petrash Vladimir V.

Private institution of higher education Reaviz University, Saint Petersburg, Russia; [vlapetrash@yandex.ru](mailto:vlapetrash@yandex.ru)

The growth of practical interest to the artificial intelligence and robotics, observed in recent years, actualizes the problems of studying biological mechanisms of consciousness and possibilities of its modelling by artificial neural networks.

It should be noted that the logic of digital coding of information in computers has nothing to do with the physiology of human consciousness. Neurophysiologists have also failed to explain the specific mechanisms of converting the electrical activity of neurons into thought. The principal progress in this issue was first outlined only by the theoretical works of the author of this report [1, 2, etc.].

Unlike numerous hypotheses about the nature of consciousness, the proposed concept is based on the resonance theory in chemistry, put forward and justified by L. Pauling, chemist who won the Nobel Prize in Chemistry [3], as well as on the mechanisms of forward and reverse receptor functions, which implement a known pattern, according to which the information receiver can be its generator [1, 2]. In accordance with the theory of resonant interactions of neurostructures, neural network elements and the network as a whole operate with spectral patterns of images of objects and events with feedback through pseudoimages, which are endogenously generated in the internal reflection (reproduction) environments of the same sensory systems. The operation of image patterns is based on the mechanism of their recognition in the neural network memory based on the resonance principle, their correlation with logically related (mosaic resonant) patterns of other sensory systems (visual, auditory, olfactory, etc.) and the construction of a dynamic (internal reasoning) language (verbal) code of the realized thought.

It is specific that the most promising modern artificial intelligence developments based on the adaptive resonance theory of S. Grossberg and G. Carpenter is logically close to the above biological mechanism of consciousness, and it is also specific that innovative sensory systems also use the phenomena of resonance, in particular, surface plasmon resonance.

### Literature

1. Petrash V.V. Theoretical biology of consciousness, St-Petersburg, 2003. 128 p. (<https://eLibrary.ru>).
2. Petrash V.V., Litayeva M.P. Resonantly-communicational interaction of neurostructures as the basic mechanism of thinking and consciousness // Neuroscience for medicine and psychology : XIII Intern. interdisciplinary congress.

Sudak, Crimea, Russia, May 30 – June 10, 2017 : Proceedings of Congress / Ed. Loseva E.V., Kryuchkova A.V., Loginova N.A. M.: MAX Press, 2017. P. 326–327.

3. Pauling L. The theory of resonance in chemistry // Journal of the Mendeleev all-Union chemical society. 1962. V.7. № 4. P. 462–467.

### **ВЛИЯНИЕ ОПОРЫ НА НОГИ НА БЕГЛОСТЬ МУЗЫКАЛЬНО-ИСПОЛНИТЕЛЬСКОГО ДВИЖЕНИЯ.**

**Петренко Т.И.<sup>1</sup>, Базанова О.М.<sup>2</sup>, Кондратенко А.В.<sup>3</sup>, Малисова Д.В.<sup>4</sup>,**

<sup>1</sup>МГИМ им. А.Г.Шнитке «Московский государственный институт музыки им. А.Г.Шнитке», Москва, Россия, [petrenkoti@yandex.ru](mailto:petrenkoti@yandex.ru); <sup>2</sup>Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины, Новосибирск, Россия; [bazanova\\_olgami@mail.ru](mailto:bazanova_olgami@mail.ru); <sup>3</sup>Македонская филармония, Скопье, Македония, [anyutika@yahoo.com](mailto:anyutika@yahoo.com); <sup>4</sup>Уральская государственная консерватория им. М.П. Мусоргского, Екатеринбург, Россия; [dashapet@yandex.ru](mailto:dashapet@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1203.sudak.ns2020-16/371-372>

Исполнение музыки начинающими музыкантами часто сопряжено с излишней затратой биомеханической, мышечной и нейрональной энергии, что необходимо для оптимального музыкально-исполнительского движения (Bernstein, 1996). Известно, что стабильность позы при снижении энергетических затрат на поддержание равновесия при надежной опоре на ноги, позволяет снижать излишнюю активацию мышц верхнего плечевого пояса (Belinkiy et al., 1967). При этом снижение избыточного тонуса мышц (плечевого пояса, предплечья, диафрагмы и пр), не участвующих в исполнительском движении, сопровождается не только снижением электрической активности мышц (ЭМГ амплитуды) (Naito et al., 1998; Cacioppo et al. 1988), но и повышением торможения лишний активации мозга (Malmo & Malmo 2000). Предыдущий психолого-педагогический опыт и психофизиологические исследования показали, что при увеличении опоры на ноги, например при вставании, улучшается качество музыкального исполнения (Ackermann et al., 2014) и снижается психоэмоциональное напряжение (Barlow, 1956).

Гипотезой настоящего исследования было предположение, что беглость движения пальцев будет увеличиваться в положении стоя по сравнению с положением сидя, а также по мере снижения энергетических затрат на поддержание равновесия. Это будет отражаться в увеличении Альфа-ЭЭГ и уменьшении ЭМГ мышц лба, как показателей, эффективности контроля музыкально-исполнительского движения, и, как следствие в улучшении техники музыкального исполнения.

С целью сравнения психометрических, стабильнографических, электромиографических и электроэнцефалографических показателей беглости музыкально-исполнительского движения при отсутствии опоры на ноги и при полной опоре на ноги стоя были исследованы 12 музыкантов-исполнителей и 13 немусыкантов при выполнении теста «Opposing fingers moving» сидя и стоя. Результаты настоящего исследования продемонстрировали, что опора на ноги запускает наиболее эффективные механизмы психомоторной интеграции, и тем самым определяет эффективность обучения.

**Ключевые слова:** беглость музыкально-исполнительского движения, опора на ноги, альфа-активность ЭЭГ, ЭМГ тонических мышц лба.

*Исследование частично поддержано грантом РФФИ 19-013-00317а*

### **INFLUENCE OF SUPPORT ON FEET ON MUZILY-EXECUTIVE MOVEMENT.**

**Petrenko Tatiana I.<sup>1</sup>, Bazanova Olga M.<sup>2</sup>, Kondratenko Anna V.<sup>3</sup>, Malisova Daria V.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Department of Special Piano Schnitke Moscow State Institute of Music, Moscow, Russia, [petrenkoti@yandex.ru](mailto:petrenkoti@yandex.ru);

<sup>2</sup>Scientific Research Institute of Physiology & Basic Medicine, Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia, [bazanovao@physiol.ru](mailto:bazanovao@physiol.ru); <sup>3</sup>Macedonian symphonic orchestra (FJRM), Skopje (Macedonia) [anyutika@yahoo.com](mailto:anyutika@yahoo.com)

<sup>4</sup>Ural State Conservatory, Ekaterinburg (Russia), [dashapet@yandex.ru](mailto:dashapet@yandex.ru)

The performance of music by novice musicians is often associated with an excessive expenditure of biomechanical, muscle, and neuronal energy than it is necessary for optimal musical performance. [Bernstein, 1996]. It is known that the stability of the posture while reducing energy costs for maintaining balance with reliable support on the legs, allows you to reduce excessive activation of the muscles of the upper shoulder girdle (Belinkiy et al., 1967). At the same time, exaggerated muscle tone (of the shoulder girdle, forearm, diaphragm, etc.) that are not involved in the performing movement is accompanied not only by an increase in muscle electrical activity (EMG amplitude) (Naito et al., 1998, Cacioppo et al. 1988,) but also excessive brain activation (Malmo & Malmo 2000). Previous psychological and pedagogical experience and psychophysiological studies have shown that with increased support on the legs, for example, when standing up, the quality of musical performance improves (Ackermann et al., 2014), and the emotional stress decreases (Barlow, 1956).

The hypothesis of this study was the assumption that the fluency of finger movement will increase in the standing compared to the sitting position, and also as the energy costs to maintain balance decrease. This will be reflected in an increase in Alpha-EEG and a reduction in the EMG of the forehead muscles as indicators, the effectiveness of the control musically executive movement.

To compare the psychometric, stabilographic, electro-myographic and electroencephalographic indicators of fluency of the musical performing movement in the absence and with full support on the legs support on the foot while standing, 12 performing musicians and 13 non-musicians were examined while performing the Opposing fingers moving test while sitting and standing. As a result, it was found that an increase in posture stability was associated with an increase in the power of the high-frequency alpha range of the EEG, a decrease in the EMG tone of the forehead muscles, and an improvement in the finger movement fluency. It was found the energy consumption for maintaining balance during the finger movement in time of the transition to a standing state increases among non-musicians, but decreases among highly professional performers.

The results of this study demonstrated that foot support triggers the most effective mechanisms of psychomotor integration, and thereby determines the effectiveness of training.

Keywords: fluency of the musical performing movement, support on legs, EEG alpha activity, EMG of tonic forehead muscles.

*The RFBR grant 19-013-00317a partially supported the study.*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГЕНЕРИРУЮЩЕГО НЕРВА КРЫСЫ С ПОМОЩЬЮ ИММУНОГИСТОХИМИЧЕСКОГО ВЫЯВЛЕНИЯ ПЕРИФЕРИНА И БЕЛКА SMI-32**

**Петрова Е.С., Колос Е.А.**

ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия; [iempes@yandex.ru](mailto:iempes@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1204.sudak.ns2020-16/372>

В нервных клетках и их отростках белок промежуточных филаментов периферин (PE) и белки нейрофиламентов функционально взаимозависимы, однако вопрос о том, какие из этих белков необходимы для удлинения регенерирующих нервных волокон, а какие важны для их радиального роста, носит дискуссионный характер. Целью настоящей работы было сравнительное исследование иммуногистохимического выявления периферина и эпитопа тяжелой субъединицы белков нейрофиламентов (NF-H) белка SMI-32 в седалищном нерве крысы в норме и после повреждения. Исследование проводилось на продольных и поперечных парафиновых срезах через нерв половозрелой крысы Вистар в норме ( $n=4$ ) и после травмы ( $n=8$ ). Седалищный нерв крыс в области верхней трети бедра повреждали путем наложения лигатуры в течение 40 с. Через 21 и 60 сут проводили иммуногистохимические реакции, используя поликлональные кроличьи антитела к периферину (Absam, Великобритания) и моноклональные мышиные антитела против нейрофиламентов нефосфорилированной формы (клон SMI-32) (BioLegend, США).

Сравнительный анализ последовательных поперечных срезов через интактный нерв показал, что PE и SMI-32 содержатся в нервных волокнах, полностью заполняя осевые цилиндры, и их интенсивность и распределение не отличаются. При исследовании PE+ и SMI-32+ волокон в поврежденном седалищном нерве обнаружилось, что их присутствие в регенерирующих аксонах различно. Через 21 сут после повреждения на поперечных срезах, сделанных на расстоянии 7 мм дистальнее места наложения лигатуры, наблюдались PE-содержащие тонкие нервные волокна. При этом белок SMI-32 в них не идентифицировался. Исследование продольных срезов этой области поврежденного нерва показало, что, действительно, лишь единичные регенерирующие PE+ аксоны содержат белок SMI-32. Отмеченное отставание формирования в регенерирующих нервных волокнах SMI-32-содержащих структур по сравнению с периферином связано либо с отличием в синтезе этих белков в перикарионах нервных клеток и их отростках, либо с разной скоростью их транспортировки по аксону. В более поздние сроки (через 60 сут) в регенерирующих аксонах происходит увеличение SMI-32, увеличивается и их диаметр. Наши предыдущие исследования, выполненные на полутонких срезах показали, что через 60 сут в дистальном сегменте поврежденного нерва наблюдается увеличение толщины миелиновых оболочек регенерирующих аксонов приблизительно в два раза по сравнению со сроком 21 сут. Как известно, степень миелинизации нервного волокна зависит от величины его калибра. Полученные данные позволяют предполагать, что в регуляции синтеза белка SMI-32 могут участвовать миелин-образующие шванновские клетки. Вопрос о влиянии нейроглиальных взаимоотношений на калибр аксонов, то есть на экспрессию аксональных белков нейрофиламентов и периферина требует дальнейших исследований.

## **STUDY OF THE REGENERATING RAT NERVE BY IMMUNOHISTOCHEMICAL IDENTIFICATION OF PERIPHERIN AND SMI-32**

**Petrova Elena S., Kolos Elena A.**

Institute of Experimental Medicine, St. Petersburg, Russia; [iempes@yandex.ru](mailto:iempes@yandex.ru)

Peripherin (PE) and neurofilament proteins are functionally interdependent. Which one of those two proteins participate in the lengthening of regenerating axons, and which is involved in their radial growth, is not obvious. The aim of this work was a comparative study of the immunohistochemical detection of PE and of the epitope on neurofilament proteins of high molecular weight (NF-H) (SMI-32) in rat sciatic nerve under normal conditions and damage. The study was conducted on longitudinal and transverse paraffin sections through the nerve of the non-operated Wistar rat ( $n = 4$ ) and after peripheral nerve injury ( $n = 8$ ). The sciatic nerve of rats was damaged by ligating for 40 s. After 21 and 60 days, immunohistochemical reactions were carried out using polyclonal rabbit antibodies to peripherin (Absam, United Kingdom) and monoclonal mouse antibodies against nonphosphorylated neurofilaments (clone SMI-32) (BioLegend, United States). A comparative analysis of serial transverse sections through the intact nerve showed that PE and SMI-32 are contained in the axial cylinders of nerve fibers, and their intensity and distribution are similar. It turned out that the presence of PE and SMI-32 in the regenerating axons of the damaged nerve are different. PE + thin nerve fibers were observed at a distance of 7 mm distal to the site of injury 21 days after surgery, whereas the SMI-32 protein was not identified in them. This is due to the fact that the synthesis time of these proteins in the neuron and its processes or their transport along the axon are different. At a later date (after 60 days), an increase in SMI-32 occurs in the regenerating axons, and their diameter also increases. After 60 days, the thickness of myelin sheaths around axons in the distal segment of the damaged nerve is almost doubled compared with a period of 21 days. This was shown by us in previous studies performed on semi-thin sections. As you know, the degree of myelination of the nerve fiber depends on the size of its caliber. The data obtained suggest that myelin-forming Schwann cells may participate in the regulation of the synthesis of SMI-32 protein. The influence of neuroglial relationships on the axon caliber, i.e., on the expression of axonal proteins of neurofilaments and peripherin, requires further research.



## ДВА ПОДХОДА В ПОНИМАНИИ НЕЙРОКОМПЬЮТИНГА

Петруня О.Э.

Федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Москва, Россия,  
hypostasis@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m1205.sudak.ns2020-16/373-374>

Смысл термина «нейрокомпьютинг» зависит от выбранной исследователем концепции (скрытой онтологии) сходства машин и живых организмов (гомо-, изоморфизм, тождество). Существуют различия между субъективно предполагаемым, объективно достигнутым и предельно достижимым сходством. В связи с этим можно выделить два исторически сложившихся подхода к нейрокомпьютингу: 1) аналоговый и 2) формально-математический.

Аналоговый подход предполагает воспроизведение структурных и (или) функциональных характеристик нейронов и нейронных сетей живых организмов. В свою очередь он может быть разделен на два направления: 1) бионическое и 2) собственно аналоговое. Бионическое предполагает воспроизведение как биологических функций, так и биологических форм. Собственно аналоговое направление исходит из функционального сходства (анalogии) живого объекта и машины. При высокой сложности решаемых технических задач оба направления успешно комбинируются. Так аналоговый нейрокомпьютер АС-78 на реверберационных процессах, до сих пор работающий в некоторых видах спецтехники [2], содержит бионические компоненты. Следует сказать, что аналоговый подход был успешно реализован советской кибернетикой, поэтому может быть также маркирован как кибернетический.

Формально-математический подход опирается на имитационную стратегию фон Неймана-Тьюринга, в основе которой лежит идея тождества живых организмов и автоматов [3]. Он также включает два направления: 1) коннекционистское и 2) информационно-вычислительное. В первом имеет место математическое моделирование (имитация) живого объекта и последующая техническая аппроксимация, во втором – компьютерное моделирование (имитация) и вычислительная аппроксимация. Возможности формально-математического подхода объективно сильно ограничены (теоремы К. Гёделя и А. Тарского). Доминирование формально-математических решений в нейрокомпьютинге привело к многолетнему застою отрасли, но способствовало цифризации общества.

По сути, только аналоговый подход может быть назван нейрокомпьютингом, причем бионическое направление – собственно нейрокомпьютингом, а собственно аналоговое – квазинейрокомпьютингом. Формально-математический подход может быть маркирован как квазинейроподобный компьютеринг.

Ситуация в нейрокомпьютинге требует подчинения формально-математического подхода аналоговому. Примером этого может служить квазинейрокомпьютер «Эмбрион» [1], разработанный в 1960-х гг. и запатентованный в 2007 г. В нем с помощью цифровых элементов реализуются аналоговые виртуальные нейронные сети.

1. Патент РФ № 2351011, Нейрокомпьютер и способ нейронной обработки информации / Цыганков В.Д., Соловьев С.В. 2007. Оpub. 2009. Бюлл. № 9.
2. Патент СССР № 1425731. Устройство для моделирования нейрона / Колесников А.А., Жуков А.Г., Новосёлова-Савельева Н.А., Савельев А.В. 1986. Оpub. 1988. БИ № 35.
3. Петруня О.Э. Логико-математические основания имитационной стратегии фон Неймана-Тьюринга и проблема определения нейрокомпьютинга // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2020. – (в печати).

## TWO APPROACHES TO UNDERSTANDING NEUROCOMPUTING

Petrunia Oleg E.

Moscow Aviation Institute (National Research University),  
Moscow, Russia, hypostasis@yandex.ru

The meaning of the term "neurocomputing" depends on the concept chosen by the researcher (hidden ontology) of the similarity of machines and living organisms (Homo-, isomorphism, identity). There is a distinction between subjectively intended, objectively achieved and the maximum achievable similarity. In this regard, we can distinguish two historically developed approaches to neurocomputing: 1) analog and 2) formal-mathematical.

The analog approach involves reproducing the structural and (or) functional characteristics of neurons and neural networks of living organisms. In turn, it can be divided into two directions: 1) bionic and 2) actually analog. Bionic involves the reproduction of both biological functions and biological forms. The analog direction itself comes from the functional similarity (analog) of a living object and a machine. With high complexity of the technical tasks to be solved, both directions are successfully combined. Thus, the analog neurocomputer AC-78 based on reverberation processes, which still works in some types of special equipment [2], contains bionic components. It should be said that the analog approach was successfully implemented by Soviet Cybernetics, so it can also be labeled as cybernetic.

The formal mathematical approach is based on the von Neumann-Turing simulation strategy, which is based on the idea of the identity of living organisms and automata [3]. It also includes two directions: 1) connectionist and 2) information and computing. In the first case, there is a mathematical modeling (simulation) of a living object and subsequent technical approximation, in the second – computer modeling (simulation) and computational approximation. The possibilities of a formal mathematical approach are objectively very limited (theorems of K. Goedel and A. Tarsky). The dominance of formal mathematical solutions in neurocomputing led to a long-term stagnation of the industry, but contributed to the digitalization of society.

In fact, only the analog approach can be called neurocomputing, and the bionic direction is actually neurocomputing, and the analog approach itself is quasi – neurocomputing. The formal mathematical approach can be labeled as quasi-neural computing.



The situation in neurocomputing requires subordination of the formal mathematical approach to the analog one. An example of this is the quasi-neural computer "Embryo" [1], which uses digital elements to implement analog virtual neural networks.

### **МОЗГ КАК ИНТЕРФЕЙС** **Петруня О.Э.**

Федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Москва, Россия,  
hypostasis@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m1206.sudak.ns2020-16/374>

Интерфейс – технический термин для обозначения пограничного устройства, связывающего различные системы и позволяющего последним взаимодействовать. Использование данного термина в качестве метафоры продуктивно для построения многомерной онтологии.

Нейрофилософия, возникшая как направление элиминативного материализма, даже в своем более сложном редукционистском варианте предлагает одномерную онтологию, в рамках которой не решается психофизическая проблема. Психическое объявляется эпифеноменом или заблуждением «народной психологии», увеличивая разрыв между обыденным опытом и научным объяснением. Множатся парадоксы и противоречия в самой парадигме.

Метафора интерфейса позволяет объяснить особый соматический статус мозга: гематоэнцефалический барьер защищает его не только от ксенобиотиков, токсинов и т.п., но и иммунной системы собственного организма. Мозг необходимо рассматривать как средство передачи ноогенных и психогенных влияний на организм и организации поведения, с одной стороны, и соматогенных влияний и информации из окружающей среды в область психического и ноэтического, с другой. Сам, будучи сложнейшим системно организованным связующим механизмом, мозг чрезвычайно зависим от компонентов, обеспечивающих устойчивость и качество связи: количества и состояния рецепторов, синаптических связей, метаболизма нейромедиаторов и т.д.

Как интегратор соматических процессов и функций мозг обеспечивает их подчинение онтологическому единству индивида (неделимого). В полной мере это отражено в учении А.А. Ухтомского о доминанте, которая, по мысли русского физиолога, интегрирует наш опыт и организует мозговые акты. В учении о доминанте Ухтомский видел возможность преодоления существующего разрыва между физиологией и психологией. Очевидно, что этот разрыв исчезает в поле многомерной антропной онтологии личности.

### **THE BRAIN AS INTERFACE** **Petrunia Oleg E.**

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia, hypostasis@yandex.ru

An interface is a technical term for a border device that connects different systems and allows the latter to interact. Using this term as a metaphor is productive for building a multidimensional ontology.

Neurophilosophy, which emerged as a direction of eliminative materialism, even in its more complex reductionist version offers a one-dimensional ontology, within which the psychophysical problem is not solved. The psychic is declared an epiphenomenon or delusion of "popular psychology", increasing the gap between everyday experience and scientific explanation. Paradoxes and contradictions in the paradigm itself are multiplying.

The metaphor of the interface allows us to explain the special somatic status of the brain: the blood-brain barrier protects it not only from xenobiotics, toxins, etc., but also the immune system of the body. The brain must be considered as a means of transmitting noogenic and psychogenic influences on the body and organizing behavior, on the one hand, and somatogenic influences and information from the environment to the area of mental and noetic, on the other. As a complex systemically organized binding mechanism, the brain itself is extremely dependent on components that ensure the stability and quality of communication: the number and state of receptors, synaptic connections, neurotransmitter metabolism, etc.

As an integrator of somatic processes and functions, the brain ensures their subordination to the ontological unity of the individual (undivided). This is fully reflected in the teachings of A. A. Ukhtomsky about the dominant, which, according to the Russian physiologist, integrates our experience and organizes brain acts. In the doctrine of the dominant, Ukhtomsky saw the possibility of bridging the existing gap between physiology and psychology. It is obvious that this gap disappears in the field of multidimensional anthropic ontology of personality.

### **ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ФУНКЦИИ РЕЧИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЯМИ ПОТЕНЦИАЛОВ МОЗГА**

**Пилечева А.В.<sup>1</sup>, Исайчев С.А.<sup>1</sup>, Черноризов А.М.<sup>1</sup>, Адамович Т.В.<sup>1</sup>, Скворцов А.А.<sup>1,2</sup>, Микадзе Ю.В.<sup>1,2,3</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; <sup>2</sup>ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва; <sup>3</sup>ФГБУ ФЦЦПИ Минздрава России, Москва;

[adita2010@yandex.ru](mailto:adita2010@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1207.sudak.ns2020-16/374-375>

Пилотное исследование проводилось на выборке из 20 здоровых участников (10 мужского и 10 женского пола, возраст 18 - 23 года). Предъявление изображений объектов и слов-названий сопровождалось регистрацией: простой сенсомоторной реакции (СМР), связанных с событиями потенциалов (ССП) и Условной негативной волны (contingent negative variation – CNV). Показано, что выполнение заданий в сериях «денотация» и «номинация» вызывают статистически достоверные различия

во времени СМР (на 100мс и 170мс соответственно), относительно реакции на простой тестовый стимул. Различия основных компонентов ССП и CNV отражаются во временных амплитудных и топографических особенностях их распределения по скальпу. Амплитудно-временные свойства ССП в диапазоне (0-200 мс) отражают, в основном, физические параметры стимулов (картинок или слов) и сопровождаются активацией окципитальных областей. Затем, во временном диапазоне (200-500 мс) – активируются окципитально-париетальные области, что отражает процессы категоризации и принятия решения. По данным кластерного пермутационного Т-теста, статистически значимые различия между условиями выполнения заданий в сериях «номинация» и «денотация» наиболее явно проявляются в параметрах CNV во временных диапазонах 670 -1700 мс и 1700 – 2230 мс. Эти различия отражаются как в амплитудно-временных параметрах, так и в топографии основных компонентов CNV. В серии номинация ожидание императивного стимула сопровождается синхронной симметричной активацией фронтальных и фронто-темпоральных областей, которая наблюдается в диапазоне от 750 мс до 1250 мс. В серии денотация, в этом же временном диапазоне, мы наблюдаем нарушение симметричности фронто-темпоральных локусов активации. В диапазоне от 700 мс до 1100 мс активируются правые фронто-темпоральные области, затем в диапазоне от 1200 мс до 1400 мс фокус активации смещается в правую темпоральную область с одновременной активацией левой и правой окципитальных областей. Результаты исследования свидетельствуют о том, что амплитудно-временные свойства ССП и пространственно-временные параметры их распределения по скальпу могут быть использованы в качестве информативных показателей в нейролингвистических исследованиях системной организации функций речи.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 18-013-00655*

#### **STUDIES OF THE SYSTEM ORGANIZATION OF SPEECH FUNCTION BASED ON THE ANALYSIS OF AMPLITUDE-TIME PARAMETERS OF BRAIN EVENT – RELATED POTENTIALS**

**Pilecheva Adita V.<sup>1</sup>, Isaichev Sergei A.<sup>1</sup>, Chernorizov Aleksandr M.<sup>1</sup>, Adamovich Timothy V.<sup>1</sup>, Skvortsov Anatolii A.<sup>1,2</sup>, Mikadze Iurii V.<sup>1,2,3</sup>**

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health, Moscow, Russia; <sup>3</sup>Federal state budgetary institution «Federal center for cerebrovascular pathology and stroke» of the Ministry of Health, Moscow, Russia; [adita2010@yandex.ru](mailto:adita2010@yandex.ru)

The pilot study was done on a sample of 20 healthy participants (10 male and 10 female, age 18-23 years). Presentation of images of objects and words-names was accompanied by registration of: simple sensorimotor reaction (SR), event – related potentials (ERP) and Conditional negative wave (content negative variation-CNV). It is shown that the execution of tasks in the series "denotation" and "nomination" cause statistically significant differences in the time of SR (100ms and 170ms, respectively), relative to the response to a simple test stimulus. The differences between the main components of the ERP and CNV are found in the temporal amplitude and topographical features of their distribution over the scalp. The amplitude-time properties of the ERP in the range (0-200ms) reflect mainly the physical parameters of stimuli (images or words) and are accompanied by activation of occipital regions. Then, in the time range (200-500ms), the occipital – parietal regions are activated, which reflects the processes of categorization and decision-making. According to the cluster permutation T-test, statistically significant differences between the conditions for completing tasks in the "nomination" and "denotation" series are most clearly manifested in the CNV parameters in the time ranges 670 -1700 ms and 1700-2230 ms. These differences are reflected both in the amplitude-time parameters and in the topography of the main CNV components. In the nomination series, the expectation of an imperative stimulus is accompanied by synchronous symmetric activation of the frontal and front-temporal regions, which is observed in the range from 750 ms to 1250 ms. In the denotation series, in the same time range, we see a violation of the symmetry of the frontotemporal activation loci. In the range from 700 ms to 1100 ms, the right front-temporal regions are activated. Then, in the range of 1200 ms to 1400 ms, the activation focus is shifted to the right temporal region with simultaneous activation of the left and right occipital regions. The results of the study indicate that the amplitude-time properties of ERP and the spatial-time parameters of their distribution over the scalp can be used as informative indicators in neuro-linguistic studies of the system organization of speech functions.

*The reported study was funded by Russian Foundation for Basic Research according to the research project № 18-013-00655*

#### **АНАЛИЗ ЭЭГ-РЕАКЦИЙ И ИМПЛИЦИТНЫХ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ЛЕКСИКИ, ОПИСЫВАЮЩЕЙ СИТУАЦИИ КООПЕРАЦИИ И КОНКУРЕНЦИИ**

**Платонова О.И.**

Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия; [olesya.pla99@gmail.com](mailto:olesya.pla99@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1208.sudak.ns2020-16/375-376>

Психологические личностные особенности — постоянные характеристики личности, которые не меняются в течение длительных периодов. С появлением методов экспериментальной нейролингвистики стали применимы более совершенные методы диагностики, в частности, — электроэнцефалография (ЭЭГ), представляющая собой неинвазивный метод регистрации и анализа изменений электрических биопотенциалов на поверхности головы. Актуальность таких исследований заключается в необходимости разработки нейролингвистических методик диагностики и отслеживания аффективных нарушений. Кооперация и конкуренция — типы социального поведения, в которых личностные особенности людей могут проявиться особенно отчетливо.

*Целью* данной работы является сравнение поведенческих и ЭЭГ-реакций в условиях распознавания синтаксической ошибки в предложениях, описывающих ситуации конкуренции и кооперации.

*Испытуемым* (20 здоровых людей от 19 до 40 лет) предъявлялась задача поиска грамматической ошибки в письменном предложении. В эксперименте содержалось скрытое условие, о котором участникам не сообщалось. Предложения описывали 1) ситуации социальной конкуренции, 2) сотрудничества, 3) нейтрального социального взаимодействия. Часть предложений описывала ситуации с участием самого обследуемого, другая часть — ситуации, отнесенные к посторонним людям. Так, предложения были разделены на категории: «Я-конкуренция», «Я-сотрудничество», «Я-нейтральные», «Они-конкуренция», «Они-сотрудничество», «Они-нейтральные».

Для оценки функциональных ответов мозга на предъявление предложений использовался метод вызванных потенциалов (ERP), который состоит в усреднении повторяемых электрических реакций организма на внешние стимулы. Это позволяет оценить мозговую активность, следующую за предъявлением зрительного стимула (предложения). Во время выполнения заданий у всех испытуемых регистрировалась электроэнцефалограмма.

ЭЭГ обрабатывались при помощи пакета EEGLAB toolbox. Для статистического анализа данных использовался многофакторный ANOVA с факторами корректности, отношения к испытуемому и типа социального взаимодействия. Кроме того, учитывались такие поведенческие показатели как скорость и качество решения заданий для разных категорий предложений.

*Результаты:* выявлены достоверные различия в амплитудах вызванных потенциалов при сравнении реакций на предложения, описывающие ситуации конкуренции и кооперации. Особенности мозговых реакций в условиях распознавания данной лексики отражают психологические личностные особенности здоровых испытуемых. В дальнейшем, предлагаемая нами экспериментальная модель может послужить основой для создания методов диагностики аффективных нарушений.

*Научный руководитель – канд. биол. наук, д-р филос. наук, проф. Савостьянов А. Н.*

#### **ANALYSIS OF EEG REACTIONS AND IMPLICIT BEHAVIORAL INDICATORS DURING THE RECOGNITION OF VOCABULARY DESCRIBING SITUATIONS OF COOPERATION AND COMPETITION**

**Platonova Olesia I.**

Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia; [olesya.pla99@gmail.com](mailto:olesya.pla99@gmail.com)

Psychological personality features are permanent personality traits that do not change much over time. Such features are mainly tested using questionnaires on the person's behavioral characteristics. However, this method often implies non-objective results in case when the subject hides his personal characteristics for some reason or when he is not sufficiently aware of them.

With the development of experimental neurolinguistics, more advanced diagnostic methods have become applicable, particularly, electroencephalography (EEG). This non-invasive method is based on the registration and analysis of changes in electrical bio potentials on the surface of the head. The relevance of such studies is due to the need of the neurolinguistic methods for the diagnosis and tracking the affective disorders.

Cooperation and competition are the types of social behavior that distinctly demonstrate personal characteristics. Thus, the aim of this work is to compare behavioral and EEG reactions under conditions of syntactic error recognition in sentences that describe situations of competition and cooperation.

*Subjects:* 20 healthy subjects participated in the experiment (from 19 to 40 y. o.). The subjects were asked to find a grammatical error in a written sentence. A total of 144 sentences were presented in a random order, half of them contained a grammatical error. The correctness of the statement was evaluated by the participant by pressing the corresponding button on the keyboard.

The experiment contained a hidden condition that was not reported to the participants. The sentences described 1) situations of social competition, 2) social cooperation, 3) neutral social interaction. Also, part of the sentences described situations with the participation of the subject, and another part — described situations referred to others. Thus, the sentences were divided into categories: "My-competition", "My-cooperation", "My-neutral", "Their-competition", "Their-cooperation", "Their-neutral".

The method of evoked potentials (ERP) was used to assess the functional responses of the brain to the presentation of sentences, that averages the repeated electrical responses to external stimuli. This method allows to evaluate brain activity following the presentation of a visual stimulus (a sentence).

During the assignment, all subjects had an electroencephalogram recorded. EEGs were processed using the EEGLAB toolbox package. For statistical analysis of the data, ANOVA was used with factors of correctness, relation to the subject, and the type of social interaction. Also, such behavioral indicators as the speed and quality of solving tasks for different categories of sentences were taken into account.

*Results:* significant differences were revealed in the amplitudes of the evoked potentials in the comparison of reactions to sentences describing situations of competition and cooperation. The characteristics of brain reactions under conditions of recognition of such vocabulary reflect the psychological personality characteristics of healthy subjects. In the future, our proposed behavioral model can be used to test the individual psychological properties of the subjects.

*Scientific supervisor - Savostyanov A.N.*

#### **ПОРОЖДЕНИЕ ОБРАЗА С ПОМОЩЬЮ ОБРАЗА-АЛГОРИТМА ФУНКЦИИ ПОЗНАННОГО ПРЕДМЕТА**

**Пляшкевич В. Л.**

г. Новосибирск, Россия; [VLP231247@yandex.ru](mailto:VLP231247@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1209.sudak.ns2020-16/376-377>

В процессе эволюции человека оптимальные, эффективные Действия его руки закрепились в мозге в качестве базовых правил или Базисных Действий. Можно выделить (определить) восемь Базисных Действий Приблизить, Удалить (Отдалить), Соединить, Разделить, Объединить, Разрушить, Сохранить.



Выполнение собственного Действия руки воспринимается Системой Восприятия субъекта сенсорно (зрительно) и проприоцептивно. При этом формируется двойной сенсорно-проприоцептивный Образ восприятия или Образ-Алгоритм (О-А). В ОБРАЗЕ О-А запечатлена «картина» Действия руки, в АЛГОРИТМЕ О-А – правило мышечного выполнения Действия. В возрасте до 2, 5 лет О-А вырабатываются по правилам Базисных Действий, начиная с «Приблизить» и «Отдалить» и завершая «Объединить» и «Разъединить». О-А это «чистые» Действия или способы манипулирования рукой предметом. После 2, 5 лет Система Восприятия начинает воспринимать предметы как самостоятельные объекты. В этот период Образы реальных предметов соединяются (сцепляются) с О-А, при этом выполняются Простые Действия руки предметами и формируется О-А Простого Действия. Простое Действие это единичное Действие руки предметом выполненное по правилу Базисного Действия. Далее ребёнок начинает познавать предметы в их Функциях. Он воспринимает Действие-Функцию другого человека и повторяет её. В «чужом» Действии он воспринимает Простые Действия другого человека и повторяет их с помощью «своих» выработанных О-А Простых Действий. Так выполняемая Функция познаваемого предмета становится представленной в мозге субъекта (ребёнка) в виде последовательности О-А Простых Действий, каждый из которых выполнен по какому либо одному из восьми Базисных Правил. При восприятии «чужой» Функции в мозге ребёнка (субъекта) формируется О-А Функции познания Предмета, состоящий из ОБРАЗА и АЛГОРИТМА Функции предмета, которые есть Образы восприятия познаваемой Функции предмета. В ОБРАЗЕ О-А Функции запечатлена «картина» выполненной Функции познаваемого предмета. Далее происходит процесс копирования (итерации) ОБРАЗА О-А Функции предмета. Копия ОБРАЗА отъединяется от ОБРАЗА (который есть, по сути, Образ восприятия) и становится самостоятельным Образом в психологической сфере, сохраняющим особую связь с О-А и АЛГОРИТМОМ. Множество отъединённых образов объединяются по признаку подобия, от них в процессе восходящего абстрагирования образуются образы более высоких степеней абстрагирования. Итак, О-А Простых Действий и О-А Функций предметов являются источником ОБРАЗОВ в психологической сфере. Благодаря связи с АЛГОРИТМОМ и тем самым с двигательной системой они не распадаются и сохраняются неизменными в течение жизни субъекта.

#### **GENERATING AN MENTAL IMAGE USING AN IMAGE – ALGORITHM**

**Plyashkevich Viktor L.**

Novosibirsk, Russia; [VLP231247@yandex.ru](mailto:VLP231247@yandex.ru)

In the course of human evolution, optimal, effective Actions of his hand with objects were fixed in the brain as basic rules or Basic Actions. There are eight Basic actions: «Move closer», «Move away», «Join», «Divide», «Unite», «Separate», «Destroy», and «Keep (Save)». Performing one's own hand Action is perceived by the subject's Perception System sensorially (visually) and proprioceptively. In this case, a double sensory-proprioceptive image of perception or Image-Algorithm (I-A) is formed. The IMAGE captures the "picture" of the hand's Action, and the ALGORITHM uses the rule of muscle execution of the Action. At the age of 2, 5 years, O-A are developed according to the rules of Basic Actions, starting with Move closer, "Move away" and ending with "Unite", "Separate". I-A are "pure" Actions, they are ways of manipulating the hand with an object. After 2, 5 years, the Perception System begins to perceive external objects as independent objects. During this period of ontogenesis, the image of perception of objects is connected (linked) with the O-A, Simple Actions are performed and the O-A of a S Simple Action is formed. This is the simplest real action of the hand with a specific object, performed according to the Basic Action rule. Next, the child begins to learn objects in their Functions. He perceives the Action-Function of the "other person" as a pattern and repeats it. In the Action of the "other person", he perceives (recognizes) the individual Simple Actions of the other person and repeats them with the help of "his" developed O-A Simple Actions.

Thus, a Action-Function of a cognizable object becomes represented in the brain of the subject (child) in the form of a sequence Of Simple Actions, each of which is performed according to one of the eight Basic Rules of single Simple Actions. When the function is perceived, the Object Function I-A is created, consisting of THE IMAGE and ALGORITHM of the object Function, which are two images of the perception of the object's cognizable Function. In the IMAGE of the I-A Function, the "picture" of the performed function of the object being known is captured. Next, the process of copying (iterating) the IMAGE of the object's Function IS performed. This copy of the IMAGE detaches itself from the IMAGE (which is, in fact, the image of perception) and becomes a "pure", independent Image in the psychological sphere, but retains a special connection with the I-A and the ALGORITHM. Many detached Images (copies) are combined on the basis of similarity, from groups of similar images in the process of ascending abstraction, Images of higher degrees of abstraction are formed.

Thus, the I-A of Simple Actions and the I-A Of Functions of objects are the source of IMAGES in the psychological sphere. Due to the connection with the I-A ALGORITHM and thus with the motor system, they do not disintegrate and remain unchanged during the life of the subject.

#### **ВЗАИМОСВЯЗЬ МУЗЫКАЛЬНЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ И АГРЕССИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ**

**Пойлова М.М., Давыдов А.А., Алексеева Л.Ф.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
Томск, Россия; [poilovarita97@gmail.com](mailto:poilovarita97@gmail.com); [kaf.del.st.lab@mail.ru](mailto:kaf.del.st.lab@mail.ru); [alekseeva\\_lf\\_2@mail.ru](mailto:alekseeva_lf_2@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1210.sudak.ns2020-16/377-378>

Агрессия – это эволюционный механизм, предназначенный для успешной выживаемости организмов. Изначально агрессия была физической. Однако с усложнением социальных механизмов поведения агрессия стала приобретать более адаптивные формы (вербальная, косвенная и т. д.). Вместе с тем, усложнялись так же и социокультурные аспекты жизни. В связи с вышесказанным возникла идея рассмотреть взаимосвязь агрессивного поведения и такого аспекта культуры, как музыка.



Участие в исследовании приняли 60 человек, все студенты разных курсов СибГМУ. Методами диагностики являлись 1) анкета на выявление музыкальных предпочтений (Пойлова М. М., Давыдов А. А., 2019); 2) опросник уровня агрессивности Басса-Дарки (А. Басс и А. Дарки, 1957 г.). Был использован пакет программ Statistica 10.0. Для выявления взаимосвязей использовался коэффициент ранговой корреляции Спирмена ( $p > 0.05$ ).

В результате анализа взаимосвязи коэффициент ранговой корреляции Спирмена ( $p > 0.05$ ) между предпочитаемыми музыкальными жанрами и агрессивным поведением были выявлены следующие взаимосвязи: отрицательные корреляционные связи обиды и рок музыки ( $r = -0.407$ ), раздражения и рок музыки ( $r = -0.338$ ), косвенной агрессии и популярной музыки ( $r = -0.343$ ), положительная корреляционная связь подозрительности и классической музыки ( $r = 0.346$ ).

Выявленные взаимосвязи, на наш взгляд, можно объяснить следующим образом: а) отрицательную корреляционную связь обиды и рок музыки можно объяснить высокой экспрессивностью рок музыки и как следствие вероятной преобладающей экстернальностью лиц с данным музыкальным предпочтением; к обиде же больше склонны интернальные личности; б) отрицательную корреляционную связь раздражение и рок музыки, на наш взгляд можно объяснить сублимацией раздражения в импульсивности рок музыки как социально-адаптивной форме выражения резких, а том числе, негативных эмоций; в) отрицательную взаимосвязь косвенной агрессии и популярной музыки, на наш взгляд, можно объяснить конструктивностью и жизнеутверждением популярной музыки (её лиричностью), что является несовместимым с отказом и избеганием как выражением агрессии (косвенная агрессия); г) положительная корреляционная связь подозрительности и классической музыки, на наш взгляд, возможно, связана с некоторой более выраженной ортодоксальностью («классичностью») и устойчивостью лиц, которые слушают классическую музыку.

#### **RELATIONSHIP OF MUSICAL PREFERENCES WITH AGGRESSIVE BEHAVIOR**

**Poylova Margarita M., Davydov Artem A., Alekseeva Lyudmila F.,**

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Siberian State Medical University» Ministry of Health of the Russian Federation, Tomsk, Russian Federation, [poylovarita97@gmail.com](mailto:poylovarita97@gmail.com); [kaf.del.st.lab@mail.ru](mailto:kaf.del.st.lab@mail.ru), [alekseeva\\_lf\\_2@mail.ru](mailto:alekseeva_lf_2@mail.ru)

Aggression is an evolutionary mechanism designed for the successful survival of organisms. Initially, aggression was physical. However, with the complication of social mechanisms of behavior, aggression began to take on more adaptive forms (verbal, indirect, etc.). At the same time, the sociocultural aspects of life became more complicated. In connection with the foregoing, an idea arose to consider the relationship of aggressive behavior and such an aspect of culture as music.

60 people took part in the study, all students of different courses of Siberian State Medical University. Diagnostic methods were 1) a questionnaire for identifying musical preferences (Poylova M.M., Davydov A.A., 2019); 2) a questionnaire on the level of aggression of Bass-Darki (A. Bass and A. Darki, 1957). The software package Statistica 10.0 was used. To identify the relationships, the Spearman rank correlation coefficient was used ( $p > 0.05$ ).

As a result of the analysis of the relationship, Spearman's rank correlation coefficient ( $p > 0.05$ ) between the preferred musical genres and aggressive behavior revealed the following relationships: negative correlation of resentment and rock music ( $r = -0.407$ ), irritation and rock music ( $r = -0.338$ ), indirect aggression and popular music ( $r = -0.343$ ), a positive correlation between suspicion and classical music ( $r = 0.346$ ).

The identified relationships, in our opinion, can be explained as follows: a) the negative correlation between resentment and rock music can be explained by the high expressiveness of rock music and, as a consequence, the likely prevailing externalism of individuals with a given musical preference; internal personalities are more prone to resentment; b) the negative correlation between irritation and rock music, in our opinion, can be explained by the sublimation of irritation in the impulsiveness of rock music as a socially adaptive form of expression of sharp, including negative emotions; c) the negative relationship between indirect aggression and popular music, in our opinion, can be explained by the constructiveness and life affirmation of popular music (its lyricism), which is incompatible with refusal and avoidance as an expression of aggression (indirect aggression); d) a positive correlation between suspicion and classical music, in our opinion, is probably associated with some more pronounced orthodoxy ("classical") and the stability of people who listen to classical music.

#### **ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ВКЛАД АКТИВНОГО ТРАНСПОРТА И ОБЛЕГЧЁННОЙ ДИФфуЗИИ ВО ВСАСЫВАНИЕ ГЛЮКОЗЫ В ТОНКОЙ КИШКЕ КРЫС ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ДИАБЕТЕ ТИПА 2**

**Полозов А.С., Дмитриева Ю.В., Савочкина Е.В., Алексеева А.С., Сепп А.Л.,**

**Груздков А.А., Громова Л.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН,  
С.-Петербург, Россия; [polozovalexandr20@gmail.com](mailto:polozovalexandr20@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1211.sudak.ns2020-16/378-379>

В опытах на крысах в условиях, максимально близких к физиологическим, оценивался относительный вклад активного транспорта с участием SGLT1 и облегченной диффузии с участием GLUT2 во всасывание глюкозы в тонкой кишке при экспериментальном диабете типа 2.

Диабет типа 2 вызывали введением стрептозотоцина (в/б, 30 мг/кг) после содержания крыс в течение 2-х мес. на высоко жировой диете. Всасывание глюкозы оценивалось по скорости свободного потребления крысами раствора глюкозы (20%), а также в изолированном участке тощей кишки в хроническом опыте. Использовались методы световой микроскопии, иммуногистохимии и конфокальной микроскопии. Через 2 недели после введения стрептозотоцина повышалось по сравнению с контролем всасывание глюкозы в тонкой кишке, возрастала высота ворсинок и увеличивалось количество энтероцитов на ворсинках в тощей

и подвздошной кишке. Наблюдалась тенденция к повышению содержания транспортеров SGLT1 (но не GLUT2) в апикальной мембране энтероцитов. При диабете повышалась скорость всасывания глюкозы в изолированном участке тощей кишки при его перфузии растворами глюкозы с концентрациями 12.5 – 75 мМ. Математический анализ этих данных показал, что скорость всасывания глюкозы при диабете типа 2 повышается за счёт увеличения константы максимальной скорости активного транспорта ( $J_{max}$ ) при постоянстве других параметров модели. Установлено также, что при концентрации глюкозы в перфузате 75 мМ у крыс с диабетом типа 2 вклад пассивного компонента транспорта глюкозы не превышает 4% от ее суммарного всасывания, а в отсутствие диабета – менее 8%. Таким образом, повышение всасывания глюкозы в тонкой кишке при диабете типа 2 происходит за счёт увеличения мощности ее активного транспорта в энтероцитах и возрастания количества энтероцитов в кишечном эпителии. При этом облегченная диффузия глюкозы вносит лишь незначительный вклад во всасывание глюкозы в тонкой кишке, как в нормальных условиях, так и при диабете типа 2.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 18-015-00248.*

**COMPARATIVE CONTRIBUTION OF ACTIVE TRANSPORT AND FACILITATED DIFFUSION TO THE ABSORPTION OF GLUCOSE IN THE SMALL INTESTINE OF RATS AT EXPERIMENTAL TYPE 2 DIABETES**  
**Polozov Alexandr S., Dmitrieva Yulia V., Savochkina Elizaveta V. Alekseeva Anna S., Sepp Anastasia L.,**  
**Gruzdikov Andrey A., Gromova Luidmila V.**

Pavlov Institute of Physiology of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia;

[polozovalexandr20@gmail.com](mailto:polozovalexandr20@gmail.com)

On the basis of experiments on rats conducted under the conditions that were as close to physiological as possible, the relative contribution of active transport involving SGLT1 and facilitated diffusion involving GLUT2 to the absorption of glucose in the small intestine in experimental type 2 diabetes was estimated.

Type 2 diabetes was induced by administration of streptozotocin (ip, 30 mg / kg) after keeping rats on a high fat diet for 2 months. The absorption of glucose was estimated by the rate of free consumption of glucose solution (20%) by rats, as well as in the isolated loop of the jejunum within the chronic experiment. The methods of light microscopy, immunohistochemistry, and confocal microscopy were used. Two weeks after the administration of streptozotocin, glucose absorption in the small intestine increased in comparison to the control, the height of the villi and the number of enterocytes on the villi in the jejunum and ileum increased. There was a tendency of increase of the content of SGLT1 transporters (but not GLUT2) in the enterocyte apical membrane. In diabetes, the rate of glucose absorption in the isolated loop of the jejunum increased when it was perfused with glucose solutions with concentrations of 12.5 - 75 mM. According to a mathematical analysis of these data, the rate of glucose absorption in type 2 diabetes increases due to an increase of the constant of the maximal rate of the active transport ( $J_{max}$ ) with the constancy of other model parameters. It was also found out that with a glucose concentration in the perfusion solution of 75 mM, the contribution of the passive component of glucose transport of rats with type 2 diabetes does not exceed 4% of its total absorption, and in the absence of diabetes the contribution is less than 8%. Thus, an increase in the absorption of glucose in the small intestine in type 2 diabetes occurs due to an increase in the power of its active transport in enterocytes and an increase in the number of enterocytes in the intestinal epithelium. At the same time, facilitated diffusion of glucose makes only a small contribution to the absorption of glucose in the small intestine, both under normal conditions and in type 2 diabetes.

*The work was supported by the RFBR grant No. 18-015-00248.*

**СИЛА ВЫЗВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ МЫШЦ-ЭКСТЕНЗОРОВ БЕДРА: ВЛИЯНИЕ 5-СУТОЧНОЙ «СУХОЙ» ИММЕРСИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЭЛЕКТРОМИОСТИМУЛЯЦИИ**

**Пономарев И.И., Шишкин Н.В., Томиловская Е.С.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки РФ «Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем РАН»

<https://doi.org/10.29003/m1212.sudak.ns2020-16/379-380>

Цель работы состояла в исследовании влияния 5-суточной опорной разгрузки в сочетании с курсом высокочастотной электромиостимуляции (ЭМС) на характеристики вызванных мышечных сокращений, а также возможности стандартизации параметров электромиостимуляции нижних конечностей по мышечному ответу (развиваемой силе) на определенную амплитуду стимуляции.

Для воспроизведения эффектов микрогравитации использовали модель «сухой» иммерсии (СИ) (Шульженко, Виль-Вильямс, 1976). Длительность пребывания в СИ составила 5 суток. В исследовании приняло участие 6 мужчин-добровольцев без выявленных неврологических заболеваний и нарушений функции опорно-двигательного аппарата, возраст которых составлял  $35,5 \pm 1,7$  лет, рост -  $1,72 \pm 0,028$  м, вес -  $73,3 \pm 3,3$  кг.

Исследование предполагало серию кратковременных (1-2 секунды) воздействий высокочастотной ЭМС на прямую мышцу бедра. Амплитуду стимуляции повышали с шагом 2 мА от пороговых значений. Ногу испытуемого фиксировали в аппарате Multi-Joint System Pro (Biodex), работающему в изометрическом режиме.

Характер стимуляции обеспечивается за счет генерирования радиоимпульсов в виде непрерывной последовательности, частота несущих колебаний переменного тока составляет  $2000 \pm 50$  Гц, длительность радиоимпульсов - 10 мс, их частота - 50 Гц. ЭМС аналогичных частотных характеристик применяли у всех испытуемых ежедневно в ходе СИ.

По результатам каждой сессии эксперимента строили кривую «сила стимуляции – сила сокращения». Также анализировали пороги возбудимости (амплитуда стимуляции, при которой возникает двигательный ответ) и процентное соотношение силы сокращения, вызванного электрической стимуляцией амплитудой 50 мА, и величины максимального произвольного усилия (MCC50/МПС).

По выявленным после завершения СИ изменениям исследуемых параметров испытуемые разделились на две группы. В первой (4 человека) регистрировалось повышение порога возбудимости в 1,4 раза, значения показателя МСС50/МПС снизились на 6% в основном за счет снижения МСС50, а угловой коэффициент зависимости «сила стимуляции – сила сокращения», выявлявшей линейный характер, снизился в 0,7 раз.

Во второй группе (2 человека), напротив, пороги возбудимости снижались в 0,8 раз, показатель МСС50/МПС увеличился на 18% в основном за счет прироста МСС50, а угловой коэффициент увеличился в 1,8 раза.

Таким образом, показано, что курс высокочастотной ЭМС в ходе 5-суточной опорной разгрузки может предотвращать потери скоростно-силовых свойств мышц бедра. Предложенная методика, вероятно, может дать более точную оценку эффективности ЭМС тренировок, чем измерение максимальной произвольной силы, поскольку показатели вызванных мышечных сокращений в меньшей степени зависимы от мотивации испытуемого. *Исследование поддержано Российской академией наук (63.1).*

#### **THE STRENGTH OF THE INDUCED CONTRACTIONS OF THE HIP EXTENSOR MUSCLES: THE EFFECT OF A 5-DAY "DRY" IMMERSION USING HIGH-FREQUENCY ELECTROMYOSTIMULATION**

**Ponomarev Ivan I., Shishkin Nikita V., Tomilovskaya Elena S.**

Federal state budgetary institution of science State Scientific Center of the Russian Federation - Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences

The aim of this work was to study the effects of 5-day support withdrawal in combination with a course of high-frequency electrical myostimulation (EMS) on characteristics of electrically evoked muscle contractions, as well as the possibility of electrical myostimulation parameters standardization by lower limb muscle response (strength) to the amplitude of stimulation.

To reproduce the effects of microgravity, a "dry" immersion (DI) model was used (Shulzhenko, Vil-Villiams, 1976). The duration of stay in DI was 5 days. The study involved 6 male volunteers without identified neurological diseases and disorders of the musculoskeletal system, whose age was  $35.5 \pm 1.7$  years, height  $1.72 \pm 0.028$  m, weight  $73.3 \pm 3.3$  kg.

The study suggested a series of short-term (1-2 seconds) sessions of high-frequency EMS on the rectus femoris muscle. The stimulation amplitude was increased with a step of 2 mA from the threshold values. The test subject's leg was fixed in a Multi-Joint System Pro (Biodex) device operating in isometric mode.

The stimulation is provided by generating radio pulses in a continuous sequence, the frequency of the carrier oscillations is  $2000 \pm 50$  Hz, the duration of the radio pulses is 10 ms, their frequency is 50 Hz. EMS of similar frequency characteristics was used daily in all subjects during the DI.

According to the results of each session of the experiment, the curve "stimulation amplitude – evoked force" was built. We also analyzed the excitability thresholds (the amplitude of stimulation at which a motor response occurs) and the percentage of the evoked by 50 mA electrical stimulation contraction and the value of the maximum voluntary contraction force (ECF50/MVC).

The subjects were divided into two groups based on the changes in the studied parameters detected after the DI was completed. In the first group (4 people), an increase in the excitability threshold was registered by 1.4 times, the values of the ECF50/MVC index decreased by 6% mainly due to a decrease in the ECF50, and the angular coefficient of the "stimulation amplitude – evoked force" relationship, which revealed a linear nature, decreased by 0.7 times.

In the second group (2 people), on the contrary, the excitability thresholds decreased by 0.8 times, the ECF50/MVC index increased by 18% mainly due to the increase in ECF50, and the angular coefficient increased by 1.8 times.

Thus, it is shown that a course of high-frequency EMS during a 5-day support withdrawal can prevent loss of the force-velocity properties of the hip muscles. The proposed method can probably give a more accurate assessment of the effectiveness of EMS training than measuring the maximum voluntary force, since the parameters of evoked muscle contractions are less dependent on the motivation of the subject.

*The study was supported by the Russian Academy of Sciences (63.1).*

#### **ПРИМЕНЕНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ (TMS) НА ЭТАПАХ КОМПЛЕКСНОГО ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ СО ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ ГЛИОМАМИ ГОЛОВНОГО МОЗГА.**

**Попов И.А., Шихлярова А.И., Росторгуев Э.Е., Тимошкина Н.Н., Гусарева М.А., Потемкин Д.С.,**

**Стасов В.В., Арапова Ю.Ю., Жукова Г.В., Протасова Т.П.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, ул. 14 линия 63. E-mail: Popov\_Ivan777@rambler.ru

<https://doi.org/10.29003/m1213.sudak.ns2020-16/380-381>

**Актуальность.** Лечение злокачественных глиом головного мозга (HGG), согласно утвержденным клиническим рекомендациям, не обеспечивает выздоровление и длительный прогноз, что делает актуальным разработку и внедрение в состав комплексной терапии вспомогательных методов лечения. Нами уделено внимание разработке технологий по внедрению низкочастотных электромагнитных полей, которые направлены на улучшение результатов лечения.

**Материалы и методы.** Исследования проведены у 50 пациентов с диагнозом HGG, которым выполнена костно-пластическая краниотомия с циторедуктивным удалением опухоли. Со вторых суток после операции больным 1 группы ( $n = 25$ ) проводилось 10 сеансов магнитотерапии в режиме двойного воздействия. Утром осуществлялось первое воздействие сверхнизкочастотным магнитным полем (СНЧМП) в диапазоне от 0,3 до 9,0 Hz на область проекции гипоталамуса. Через 2,5-3 часа на область операции применяли



воздействие TMS (аппарат «Нейро-МСД», Россия) в алгоритме частот от 0,3Hz до 9Hz, с индукцией 15 mT, временем 7 мин. В контрольной группе 2 (n = 25) СНЧМП и TMS не применяли. По данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) оценивали объём опухоли (Vop., см<sup>3</sup>) и перифокального отека (Vot., см<sup>3</sup>), рассчитанного по формуле Шрека для эллипсоида ( $V = a \times b \times c \times \pi / 6$ ). Обработку данных проводили с помощью программы Statistica13 при помощи критерия Манна-Уитни (Mann-Whit.U-test). Различия считали значимыми при p<0,05.

**Результаты.** По полученным данным в 1 группе до операции Vop. = 58,7±5,1 см<sup>3</sup>, а во 2-й группе Vop. = 60,4±17,0 см<sup>3</sup>, что не имело статистических различий (P=0,3640). После проведенного лечения повторное МРТ-обследование выявило, что разница между объемами опухолевой ткани в 1 группе до и после лечения составила - 32,9±5,0 см<sup>3</sup>, а во второй группе - 9,8±5,0 см<sup>3</sup> (P=0,0075). При этом, перифокальный отёк в 1 группе после лечения уменьшился в 2,53±0,46 раза, а во 2 группе уменьшился в 1,4±0,3 раза (P=0,0422).

**Выводы.** Включение в терапию HGG в раннем послеоперационном периоде технологии двойного последовательного воздействия СНЧМП и TMS способствует улучшению противоопухолевого и противоотечного эффекта.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-315-90082\19.*

#### THE USE OF PULSED TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION (TMS) AT THE STAGES OF COMPLEX TREATMENT OF PATIENTS WITH MALIGNANT GLIOMAS OF THE BRAIN.

Ivan A. Popov, Alla I. Shikhlyarova, Eduard E. Rostorguev, Natalya N. Timoshkina, Marina A. Gusareva, Dmitrii S. Potemkin, Vitaliy V. Stasov, Yulia Yu. Arapova, Galina V. Zhukova, Tatiana P. Protasova.

Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Oncology" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Rostov-on-Don city, st. 14 line 63. E-mail: Popov\_Ivan777@rambler.ru

**Background.** According to the approved clinical recommendations, treatment of malignant brain gliomas (HGG) does not provide recovery and a long-term prognosis, which challenges the development and introduction of auxiliary treatment methods into the combination therapy. We focused on the development of technologies for the introduction of low-frequency electromagnetic fields aimed at improving treatment outcomes.

**Material and methods.** The studies included 50 patients diagnosed with HGG who underwent osteoplastic craniotomy with cytoreductive tumor removal. Starting from the second day after the surgery, patients of group 1 (n = 25) underwent 10 sessions of magnetotherapy in the double exposure mode. In the morning, the first exposure to an ultralow-frequency magnetic field (UFMF) in the range from 0.3 to 9.0 Hz on the projection area of the hypothalamus was carried out. After 2.5-3 hours, the TMS (Neuro-MSD system, Russia) was applied to the operation area in the frequency algorithm from 0.3Hz to 9Hz, with induction 15 mT, for 7 min. In the control group 2 (n = 25), UFMF and TMS were not used. Magnetic resonance imaging (MRI) was used to estimate the volumes of tumors (Vt., Cm<sup>3</sup>) and perifocal edema (Ved., Cm<sup>3</sup>) calculated using the Shrek formula for the ellipsoid ( $V = a \times b \times c \times \pi / 6$ ). Data processing was performed using the Statistica13 program and the Mann-Whitney U-test. Differences were considered significant at p<0.05.

**Results.** Prior to the surgery, patients in group 1 showed Vt. = 58.7±5.1 cm<sup>3</sup>, and in group 2 Vt. = 60.4±17.0 cm<sup>3</sup>, with no statistical differences (P=0.3640). After the treatment, repeated MRI examination revealed the differences between Vt. before and after the treatment: in group 1 - 32.9±5.0 cm<sup>3</sup>, in group 2 - 9.8±5.0 cm<sup>3</sup> (P=0.0075). Moreover, perifocal edema in group 1 decreased after the treatment by 2.53±0.46 times, and in group 2 - by 1.4±0.3 times (P=0.0422).

**Conclusions.** The inclusion of the double sequential exposure to EUTF and TMS into the early postoperative HGG therapy improves antitumor and antiedematous effects.

*«Acknowledgments: The reported study was funded by RFBR, project number № 19-315-90082\19».*

#### О ВОЗРАСТЕ МЕНАРХЕ В КАЧЕСТВЕ ПРЕДИКТОРА РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ Порошенко А.Б.

Ростов-на-Дону, Россия, [abbonco@gmail.com](mailto:abbonco@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1214.sudak.ns2020-16/381-382>

**Положение 1.** Связь одностороннего рака молочной железы (L/R-PMЖ) с ранним онтогенезом, в частности навыком «переплетать пальцы рук» (HCL) – выражение стойкости **повреждения**, проявляющегося в позднем онтогенезе утратой симметрии противоопухолевой устойчивости (Порошенко А.Б., 1986, 2013, 2014). **Цель исследования.** Очертить вероятный механизм реализации такого сценария. **Задачи исследования.** С учётом знака HCL сопоставить возраст MRCH с возрастом на момент верификации РМЖ. **Материал исследования.** 489 случаев первичного операбельного РМЖ (случайная выборка). **Результаты исследования.** Только L-PMЖ зависит от возраста MRCH: эта зависимость достоверна в целом (-0,256;  $\chi^2=44,73$ ; p=0,000), а также в стратах до (-0,260;  $\chi^2=12,98$ ; p=0,0003) и после (-0,187;  $\chi^2=15,24$ ; p=0,000) наступления менопаузы. Чем позднее MRCH, тем позднее выход L-PMЖ. В выборках R-PMЖ такой зависимости нет (p>>.05). Построение классификатора позволило прояснить значение HCL. Женщины с поздним (14+) MRCH с R-HCL финишируют L-PMЖ и только после наступления менопаузы. **Положение 2.** MRCH знаменует достижение эквипотенциальности симметричных подсистем «яичник-матка», состояния, которому в этой модели отводится роль триггера инициации FSH/LH (Порошенко А.Б., 2015). Соответственно, более позднее MRCH есть более позднее достижение готовности этой функциональной системы. С учётом видовой доминантности правой подсистемы, возраст MRCH показатель или более ранней, или более поздней готовности именно левой половины гениталий сравниться с функциональным состоянием правой половины. И, как теперь выясняется, от величины этого лага прямо зависит возраст верификации L-PMЖ, его сдвиг в постменопаузу. Связь этого события с навыком TWF



позволяет полагать, что повреждение на уровне латерального гипоталамуса (SON, PVN, VMH) в раннем онтогенезе, будучи стойким, в позднем онтогенезе (за счёт аномального эфферентного трафика левого n.vagus) становится одной из причин инициации L-PMЖ. Условием R-HCL, которому соответствует доминирование правого поля зрения, подразумевает: (i) повреждение правополушарных (SON, PVN, VMH), (ii) как следствие усиление эфферентации правого n.vagus, (iii) усиление доминирования правой подсистемы «яичник-матка», (iv) более поздний приход MRCH. Доминирования правой подсистемы «яичник-матка» вплоть до менопаузы усиливает стимуляцию левополушарных SON-PVN-VMH, тормозя эфферентацию левого n.vagus и одновременно повышая секрецию окситоцина. И только с наступлением менопаузы происходит растормаживание эфферентного трафика левого n.vagus, а с ним и повышение риска L-PMЖ. Представленная модель строится на допущениях: (1) парасимпатической иннервации молочных желёз Человека, (2) проопухолевых эффектов Ach, (3) что быстрая смена доминирования левого и правого n.vagus есть один из системных механизмов противоопухолевой устойчивости.

#### ON THE AGE OF MENARCHE AS A PREDICTOR OF BREAST CANCER

Poroshenko Anatoly B.

Rostov-on-Don, RUSSIA, [abbonco@gmail.com](mailto:abbonco@gmail.com)

**Position 1.** The relationship of one-sided breast cancer (L | R-breast cancer) with early ontogenesis, in particular with "hand clasping" (HCL) is an expression of the resistance of damage manifested in late ontogenesis by loss of symmetry of antitumor resistance (Poroshenko A.B., 1986, 2013, 2014). Aim of study. To outline the likely mechanism for implementing this scenario. Taking into account the HCL sign, to compare the age of MRCH with the age at the time of verification of breast cancer. Object and methods. 489 cases of primary operable breast cancer (random selection). Results. Only L-breast cancer depends on the age of MRCH: this dependence is significant in whole ( $-0.256$ ;  $\chi^2 = 44.73$ ;  $p = 0.000$ ), as well as in strata up to ( $-0.260$ ;  $\chi^2 = 12.98$ ;  $p = 0.0003$ ) and after ( $-0.187$ ;  $\chi^2 = 15.24$ ;  $p = 0.000$ ) menopause. The later the MRCH, match the later the realization of L-breast cancer. In the strata of R-breast cancer, there is no such dependence ( $p > .05$ ). The tree-classifier elucidated the meaning of HCL. Women with late (14+) MRCH with R-HCL will finishing L-breast cancer only after menopause onset. **Position 2.** MRCH marks the achievement of the equipotentiality of the symmetric subsystems of the ovary-uterus (Poroshenko AB, 2015), a state that plays the role of the trigger for initiating FSH / LH in this model. Accordingly, a later MRCH is a later achievement of the readiness of this functional system. Taking into account the human dominance of the right subsystem", the MRCH age is an indicator of either earlier or later readiness of the left half to achieve with the functional state of the right half. And, as it now turns out, the age of L-breast cancer verification and its shift to postmenopause directly depend on the size of this lag. The relation of this event with the HCL suggests that one-sided damage at the level of the hypothalamus (SON, PVN, VMH) in early ontogenesis, being persistent, in late ontogenesis (due to the abnormal efferent traffic of the left n.vagus) becomes one of factors for the initiation of L-breast cancer. The R-HCL, which corresponds to the dominance of the right visual field, implies: (i) damage to the right hemisphere (SON, PVN, VMH), (ii) as a result, increased efferentation of the right n.vagus, (iii) increased dominance of the right subsystem "ovary-uterus", (iv) late MRCH. The dominance of the right subsystem "ovary-uterus" up to menopause intensely stimulates the left hemisphere SON-PVN-VMH, inhibiting the efferentation of the left n.vagus and at the same time increasing the secretion of oxytocin. And only the menopause blocks this inhibition and initiates the rise of the risk of L-breast cancer. The presented model is based on the assumptions: (1) of parasympathetic innervation of human mammary glands, (2) of pro-tumor effects of Ach, (3) that the fast changing dominance of left and right n.vagus is a systemic mechanism of antitumor resistance.

#### ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕЙРОНОВ, СОДЕРЖАЩИХ NADPH-ДИАФОРАЗУ В ВЕНТРОМЕДИАЛЬНОМ ЯДРЕ ГИПОТАЛАМУСА САМЦОВ БЕЛОЙ КРЫСЫ

Порсева В.В., Корзина М.Б., Спиричев А.А., Вишнякова П.А., Маслюков П.М.

ФГБОУ ВО "Ярославский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения  
Российской Федерации, Ярославль, Россия; [vvporseva@mail.ru](mailto:vvporseva@mail.ru)

Нейроны вентромедиального ядра (ВМЯ) гипоталамуса у грызунов содержат рецепторы к половым гормонам, что определяет половой диморфизм в виде большего представительства именно рецепторов эстрогена и прогестерона. В связи с этим, затруднительно дифференцировать возрастные особенности нейронального состава ВМЯ от изменений, обусловленных влиянием различных фаз эстрального цикла у самок. Цель исследования состояла в изучении морфометрических характеристик нейронов вентромедиального ядра гипоталамуса, содержащих NADPH-диафоруазу у взрослых и старых крыс-самцов.

Морфометрические особенности распределения нейронов с NADPH-диафоруазой (NADPH-д) изучали в ВМЯ на криостатных срезах, толщиной 12 мкм, гистохимическим методом у самцов крыс Вистар в возрасте 3-4 мес (n=5) и 24-30 мес (n=5). Для оценки структур ВМЯ использовали стереотаксический атлас мозга крысы по G. Paxinos, C. Watson (2013). Анализ препаратов проводили на микроскопе Олимпус BX43 (Япония) методом световой микроскопии. На цифровых изображениях срезов с помощью программы Image J (NIH, США) определяли площадь сечения позитивных нервных клеток и проводили их подсчет в границах изучаемого ядра. Для определения средних арифметических и их стандартных ошибок использовали программу Statistica, версия 10 (StatSoft, Inc., 2011).

Результаты показали, что у взрослых и старых крыс в области ядра выявлялись NADPH-д-позитивные нейроны во всех его частях: дорсомедиальной (ВМДМ), центральной (ВМЦ), вентролатеральной (ВМВЛ). Продукт реакции равномерно распределялся в цитоплазме клеток, имел окраску от бледно-голубого до темно-синего цвета, ядро оставалось не прокрашенным. При этом оказалось, что популяция NADPH-д-нейронов ВМЯ неоднородна. Позитивные клетки в ВМДМ и ВМЦ были менее интенсивно окрашены, в большинстве своём отсутствовала позитивность отростков, у единичных нейронов окрашивались только проксимальные части отростков. В области ВМВЛ нейроны имели более

интенсивную окраску, их темноокрашенные слабовеяющиеся отростки протяженностью до 110 мкм распространялись в латеральном направлении. Подсчет нейронов показал, что у старых животных количество позитивных клеток увеличивалось по сравнению с показателем взрослых крыс в 1,5 раза и составило  $27,7 \pm 0,2$ . При этом, у взрослых и старых крыс более 55% NADPH-d-позитивной клеточной популяции ВМЯ содержалось в области ВМВЛ. Анализ средней площади сечения NADPH-d-нейронов ВМЯ выявил отсутствие значимых возрастных изменений, размеры клеток были менее 100 мкм<sup>2</sup>.

Таким образом, в ВМЯ гипоталамуса определяются дискретно расположенные популяции клеток, содержащие фермент NADPH-d, численность которых у самцов старых крыс увеличивается при отсутствии изменений их метрических параметров.

*Работа поддержана грантом Российского научного фонда, проект № 19-15-00039.*

#### **AGE-CHANGED NEURONS CONTAINING NADPH-DIAPHORASE IN THE VENTROMEDIAL NUCLEUS OF THE WHITE RAT MALES**

**Porseva Valentina V., Korzina Marina B., Spirichev Andrey A., Vyshnyakova Polina A., Masliukov Petr M.**  
Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia; [vporseva@mail.ru](mailto:vporseva@mail.ru)

Neurons of the ventromedial nucleus (VMN) of the hypothalamus in rodents contain receptors for gonadal hormones, which determines sexual dimorphism in view of the greater representation of estrogen and progesterone receptors. In this regard, it is difficult to differentiate the age-related features of the neuronal composition in VMN, which are associated with different phases of the estrous cycle in females. The aim of the study was to study the morphometric characteristics of neurons in the ventromedial nucleus of the hypothalamus containing NADPH-diaphorase in adult and old male rats. Morphometric features of the distribution of neurons were studied in VMN on cryostat sections, 12 microns thick, by histochemical method in male Wistar rats at the age of 3-4 months (n=5) and 24-30 months (n=5). A Stereotactic Atlas of the rat brain based on G. Paxinos and C. Watson (2013) was used to evaluate the structures in the VMN. The preparations were analyzed using the Olympus bx43 microscope (Japan) using light microscopy.

The results showed that in adult and old rats, NADPH-d-positive neurons were detected in all parts of the nucleus: dorsomedial (VMDM), central (VMC), and ventrolateral (VMVL). The reaction product was evenly distributed in the cytoplasm of cells, had a color from pale blue to dark blue, the core remained unpainted. At the same time, it turned out that the population of NADPH-d neurons in VMN is heterogeneous. Positive cells in the VMDM and VMC were less intensely colored, most of them lacked the positivity of the processes, and only the proximal parts of the processes were colored in individual neurons. In the area of VMVL, the neurons had a more intense color, their dark-colored, slightly branching processes extending up to 110 microns extended laterally. The neuron count showed that the number of positive cells in older animals increased by 1.5 compared to the index of adult rats and amounted to  $27,7 \pm 0,2$ . At the same time, more than 55% of the NADPH-d-positive cell population in adults and old rats was contained in the VMVL region. Analysis of the average cross-sectional area of NADPH-d neurons in the VMN revealed no significant age-related changes, the cell size was less than 100 mm<sup>2</sup>.

Thus, in the hypothalamus VMN, discretely located populations of cells containing the NADPH-d enzyme are determined, the number of which increases in male old rats in the absence of changes in their metric parameters.

*The study was supported by a grant from the Russian Science Foundation, project № 19-15-00039.*

#### **ВЛИЯНИЕ БАЛАНС-ТРЕНИНГА НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ МОЗГА**

**Порываева А.В.<sup>1</sup>, Рудыч П. Д.<sup>2</sup>, Андамова Т.М.<sup>3</sup>, Базанова О.М.<sup>2,4</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН», Новосибирск; <sup>2</sup> Россия Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск, Россия; <sup>3</sup> Центр дополнительного профессионального образования, Новосибирск, Россия; <sup>4</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт фундаментальной физиологии и медицины», Новосибирск, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1215.sudak.ns2020-16/383-384>

Способность удержания равновесия складывается из множества факторов, одним из которых является состояние нервной системы. Так, при некоторых нейродегенеративных заболеваниях, психических расстройствах и состоянии стресса у человека наблюдаются сложности сохранения баланса. Это выражается в значительном колебании центра тяжести тела, и затрачивании организмом большого количества энергии для поддержания равновесия. Метод биоуправления по стабิโลграмме позволяет улучшить постральную стабильность человека посредством игрового тренинга с обратной связью. Данное исследование посвящено изучению влияния стабิโลграфического тренинга на изменения  $\alpha$ -активности мозга и мышечного тонуса. В исследовании участвовали добровольцы мужчины и женщины в возрасте 26-74 лет. Тренинг осуществляли с помощью стабิโลплатформы и программного обеспечения БИОМЕРА под контролем электромиограммы (ЭМГ), электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и электрокардиограммы (ЭКГ). ЭМГ, ЭЭГ и ЭКГ регистрировали до и после тренинга для оценки изменения нейрофизиологического состояния пациентов. Помимо ЭМГ, ЭЭГ и ЭКГ проводили психологические тесты для оценки внимания, скорости мышления и эмоционального профиля. Анализу подвергались частотно-амплитудные показатели альфа-ритмов ЭЭГ, интегральной мощности ЭМГ и количество энергии, затрачиваемое на поддержание равновесия, полученное при стабิโลметрическом анализе. Наблюдалось как значительное уменьшение затрат энергии организма, так и сохранение показателей после стабิโลграфического биоуправления. В результате тренинга испытуемые находили индивидуальные стратегии для поддержания равновесия, влияющие на психологический баланс в сложных жизненных ситуациях.

*Исследование выполнено при частичной поддержке гранта РФФИ 19-013-00317а*

**INFLUENCE OF BALANCE TRAINING ON BRAIN FUNCTIONAL ACTIVITY**  
**Poryvaeva Alyona<sup>1</sup>, Rudych Pavel<sup>2</sup>, Andamova Tatiana<sup>3</sup>, Bazanova Olga<sup>2,4</sup>.**

1 State research institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine SB RAS, Novosibirsk, Russia; 2 Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia; 3 Siberian Education Center Home staff, Novosibirsk, Russia; 4 State research institute of physiology and basic medicine SB RAS, Novosibirsk, Russia

The ability to maintain balance is influenced by many factors, one of which is the state of the nervous system. So, a person with some neurodegenerative diseases, mental disorders, and a state of stress have difficulty maintaining balance. These disorders are expressed in the significant fluctuation of the center of gravity (CoG) with a large amount of energy to maintain balance. The biofeedback method with using the stabilogram measures allows improving the postural stability of a person through game training. This study is devoted to investigating the influence of the stabilometric training on the changes in the brain  $\alpha$ -activity and the muscle tone. Female and male volunteers n aged 26-74 years participated in the study. The training was carried out using a software and stable platform BIOMERA under the electromyogram (EMG), an electroencephalogram (EEG), and an electrocardiogram (ECG) control. The EMG, EEG, and ECG were recorded before and after training to assess changes in the neurophysical status of patients. Also, the psychological tests for attention, thinking rate, and mood were carried out in pre and post-training time. The frequency-amplitude EEG indices of the alpha-activity, the integrated power of the EMG, and the amount of energy spent on maintaining the balance obtained by the stabilometric analysis were analyzed. There was a significant decrease in the energy expenditure of CoG, increase the alpha power, and forehead EMG reduces after biofeedback training. Due to the practice, patients found individual strategies for maintaining body balance and, as a result, methods for maintaining psychological balance in difficult life situations.

*The study was supported in part by a grant from the Russian Foundation for Basic Research 19-013-00317a.*

**РЕАКТИВНОСТЬ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИ БИОУПРАВЛЕНИИ ОБЩЕЙ  
ВАРИАБЕЛЬНОСТЬЮ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В УСЛОВИЯХ КРАТКОСРОЧНОГО ОБЩЕГО  
ОХЛАЖДЕНИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА**

**Поскотинова Л.В., Дёмин Д.Б., Кривоногова Е.В., Кривоногова О.В., Заборский О.С.**

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова  
РАН, Архангельск; Россия, e-mail: liliya200572@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m1216.sudak.ns2020-16/384-385>

В условиях воздействия холода у человека происходит выраженная гемодинамическая реакция в виде значительного повышения тонуса периферических сосудов, артериального давления с целью ограничения теплоотдачи и сохранения адекватного кровоснабжения внутренних органов. Длительное сохранение таких изменений тонуса сосудов может обусловить формирование холодовой гипертензии, нарушение кровоснабжения периферических тканей. Метод биоуправления общей вариабельностью сердечного ритма (BCP) способствует усилению вагусных влияний на ритм сердца и снижению явлений симпатикотонии, сохранению периферического кровообращения. Обсуждаются условия, при которых методология биоуправления с целью усиления общей BCP может способствовать минимизации катаболических эффектов симпатической активации и продлению вагусных резервов вегетативной регуляции сердечной деятельности. Проведены экспериментальные контролируемые исследования с участием молодых лиц мужского пола 15-18 лет. Реализация краткосрочного сеанса проводилась до, во время и после охлаждения в экспериментальных условиях (в холодовой камере при  $t = -20^{\circ}\text{C}$ , в состоянии покоя), а также после физической нагрузки в естественной среде обитания (на открытом воздухе в зимний период). Показано, что краткосрочный сеанс биоуправления с целью повышения общей BCP перед и после кратковременного (10 мин) общего охлаждения ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) человека в холодовой камере способствует усилению вагусных влияний на ритм сердца, пролонгированию барорефлекторного ответа на холодовую гипертензию. Наибольший эффект биоуправления в виде пролонгирования барорефлекторной реакции (снижение ЧСС) и вагусной активности обнаружен, если он выполнялся перед охлаждением. После охлаждения изменения сердечно-сосудистой системы при биоуправлении были статистически идентичны таковым у лиц группы контроля (состояние покоя, без сеанса биоуправления). После физической нагрузки в условиях холода выполнение краткосрочного сеанса биоуправления сопровождалось как увеличением общей мощности спектра BCP, так и сохранением повышенной ЧСС, в отличие от группы контроля. Предполагается, что в условиях низких температур формируются такие гемодинамические, сосудистые реакции, ограничивающие теплоотдачу, которые обуславливают высокую метаболическую потребность в сохранении симпатической активности, а также потребность в спонтанном дыхании после физической нагрузки. Эти реакции могут ограничивать реализацию эффекта краткосрочного биоуправления параметрами BCP, выполненного после охлаждения.

**CARDIOVASCULAR REACTIVITY IN HUMAN'S DURING HEART RATE VARIABILITY BIOFEEDBACK  
TRAINING PERFORMED IN THE CONDITIONS OF A SHORT-TERM WHOLE-BODY COOLING**

**Poskotinova Liliya V., Demin Denis V., Krivonogova Elena V., Krivonogova Olga V., Zaborsky Oleg S.**

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, RAS, Arkhangelsk, Russia;  
e-mail: liliya200572@mail.ru

In a cold environment a human has a hemodynamic reaction in the form of a significant increase in the tone of peripheral vessels and increase in blood pressure. These reactions develop in order to limit heat transfer and maintain adequate blood supply to internal organs. Long-term preservation of such changes in vascular tone can cause the formation of cold hypertension, a violation of the blood supply to peripheral tissues. A heart rate variability biofeedback training (HRV BF) contributes to the increasing of vagal effects on the heart rhythm and the reduction of sympathicotonia, preservation of peripheral microcirculation. Experimental controlled studies were



conducted with the participation of young males of 15-18 years. The short-term HRV BF session was carried out before, during and after cooling under experimental conditions (in a cold chamber at  $t = -20^{\circ}\text{C}$ , at rest), as well as after physical exertion in the natural environment (outdoors in winter). It was shown that a short-term HRV BF session in order to increase the total HRV before, during and after short-term (10 min) whole-body cooling ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) of a person in a cold chamber enhances vagal effects on the heart rhythm, prolongs the baroreflex response to cold hypertension.

The greatest effect of HRV BF in the form of the baroreflex reaction prolongation (decrease in heart rate) and vagal activity was detected if it was performed before cooling. After cooling, changes in the cardiovascular system during HRV BF were statistically identical to those in control groups (rest state, without a biofeedback session). After physical activity in cold conditions, the performance of a short-term HRV BF session was accompanied by both an increase in the total power of the HRV spectrum and the preservation of increased heart rate, in contrast to the control group.

It is assumed that at low temperatures such hemodynamic, vascular reactions are formed that limit heat transfer, which cause a high metabolic need to maintain sympathetic activity, as well as the need for spontaneous breathing after physical exercise. These reactions may limit the effect of short-term HRV BF performed after cooling.

The work was carried out according to the program of N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, RAS, No AAAA-A19-119120990083-9.

### **ВЫРАЖЕННОСТЬ ИНТЕРНЕТ-ЗАВИСИМОГО ПОВЕДЕНИЯ У УЧАЩИХСЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ 15-17 ЛЕТ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РОССИИ**

<sup>1</sup>Поскотинова Л.В., <sup>2</sup>Григорьев П.Е., <sup>3</sup>Гальченко А.С., <sup>1,4</sup>Заборский О.С., <sup>5</sup>Санина М.В., <sup>5</sup>Коробец В.А., <sup>6</sup>Вокуева Т.Н., <sup>1</sup>Кривоногова Е.В., <sup>1</sup>Кривоногова О.В., <sup>1</sup>Демин Д.Б.

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова РАН, Архангельск; <sup>2</sup>Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь; <sup>3</sup>Крымский республиканский институт постдипломного педагогического образования, Симферополь; <sup>4</sup>МБОУ Средняя школа №20, Архангельск; <sup>5</sup>МОУ «Гимназия г. Надым», Надым, ЯНАО; <sup>6</sup>ГБОУ НАО «Средняя школа п. Красное», п. Красное, НАО; Россия, e-mail: liliya200572@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m1217.sudak.ns2020-16/385-386>

Целью исследования являлось определение степени выраженности интернет-зависимого поведения у лиц 15-17 лет, проживающих в различных климато-географических условиях России по данным анкетирования по шкале Чена (Chen Internet Addiction Scale, 2003). Анкетирование было проведено среди лиц, обучающихся в учреждениях по программе среднего образования, 15-17 лет (9-11 классы). Учащиеся проживают в Арктической зоне РФ (Указ Президента РФ №296 от 02.05.2014, в ред. 13.05.2019) - г. Архангельск и населенный пункт около г. Нарьян-Мара Ненецкого Автономного округа ( $n=65$ ), г. Надым Ямало-Ненецкого автономного округа ( $n=65$ ), а также в Южном Федеральном Округе (г. Симферополь, Республика Крым,  $n=53$ ).

Согласно величине общего балла по шкале Чена определено, что независимо от региона проживания у максимального числа лиц имеется склонность к возникновению интернет-зависимого поведения (53-66%). У 17-35%, в зависимости от региона, выявлен минимальный риск развития такового поведения. Доля лиц с выраженным и устойчивым паттерном интернет-зависимого поведения составила 6-18%. При этом в регионах Арктической зоны РФ (Архангельск, НАО, ЯНАО) такая тенденция выражена в несколько большей степени (13-18%), чем в г. Симферополь (6%). Полученные сведения являются основой дальнейшего более детального анализа по ключевым симптомам интернет-зависимости (компульсивность, состояние отмены, толерантности и др.), которые в большей степени могут обозначить специфику формирования интернет-зависимого поведения в зависимости от региона проживания.

Данные будут также этапом для последующего определения степени взаимосвязи выраженности риска интернет-зависимого поведения и психонейрофизиологических показателей у обследуемых лиц.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 20-013-00060.*

### **INTERNET-DEPENDENT BEHAVIOR IN SCHOOLCHILDREN 15-17 YEARS, RESIDENTS OF DIFFERENT CLIMATE AND GEOGRAPHIC REGIONS OF RUSSIA**

<sup>1</sup>Poskotinova Liliya V., <sup>2</sup>Grigoriev Pavel E., <sup>3</sup>Galchenko Anna S., <sup>1,4</sup>Zaborsky Oleg S., <sup>5</sup>Sanina Marya V., <sup>5</sup>Korobetz Valentina A., <sup>6</sup>Vokueva Tatyana N., <sup>1</sup>Krивonogova Elena V., <sup>1</sup>Krивonogova Olga V., <sup>1</sup>Demin Denis B.

<sup>1</sup>N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, RAS, Arkhangelsk; <sup>2</sup>V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol; <sup>3</sup>Crimean Republican Institute of Postgraduate Pedagogical Education, Simferopol; <sup>4</sup>Secondary School №20, Arkhangelsk; <sup>5</sup>Gymnasium of Nadyim, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug; <sup>6</sup>Secondary School in Krasnoye, Nenets Autonomous Okrug; Russia, e-mail: liliya200572@mail.ru.

The aim of the study was to determine the level of Internet-dependent behavior in schoolchildren 15-17 years, living in different climatic and geographical Russian regions according to Chen Internet Addiction Scale, 2003. Questionnaire survey was conducted among persons studying in the program of secondary education institutions, 15-17 years. These persons are living in the Arctic zone of Russian Federation (according Decree of President of Russian Federation, No 296) - Arkhangelsk, a locality near Naryan-Mar in Nenets Autonomous Okrug ( $n = 65$ ), Nadyim in Yamalo - Nenets Autonomous Okrug ( $n = 65$ ) and in Southern Federal District (Simferopol, Republic of Crimea,  $n = 53$ ). According to the total score on the Chen scale, regardless of the region of residence, the maximum number of people has a risk of Internet-dependent behavior (53-66%). In 17-35% of individuals, a minimal risk of developing such behavior was identified. In 6-18% of persons a sustained pattern of



internet-dependent behavior was revealed. In the regions of the Arctic zone of Russia (Arkhangelsk, locality near Naryan-Mar, Nadym) this tendency is slightly more (13-18%) than in Simferopol (6%).

The information obtained is the basis for further more detailed analysis of the key symptoms of Internet addiction (compulsiveness, withdrawal state, tolerance, etc.), which to a greater extent can indicate the specifics of the formation of Internet addiction behavior depending on the region of residence.

The data will also be a stage for the subsequent determination of the relationship between the severity of risk of Internet-dependent behavior and psychological, neuro-physiological parameters in these schoolchildren.

*This research was supported by the RFBR grant No 20-013-00060.*

#### **ПРОЯВЛЕНИЕ ЛИЧНОСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ В ПРОЦЕССЕ СТРЕССТЕСТА**

**Похачевский А.Л.<sup>1,2</sup>, Лапкин М.М.<sup>2</sup>, Трутнева Е.А.<sup>2</sup>, Лазарова А.В.<sup>2</sup>, Мазикин И.М.<sup>2</sup>,**

<sup>1</sup>Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет);

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения РФ, г. Рязань, Россия; [sport\\_med@list.ru](mailto:sport_med@list.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1218.sudak.ns2020-16/386>

Цель исследования – выявить связи личностных качеств спортсменов с маркерами переносимости физической нагрузки.

Методика и организация исследования. Кардиоритмограмма (КРГ) 1, 2, 3 минут нагрузочного периода стресстеста [1] анализировались как линейные ( $Y=aX+b$ ) и гиперболические ( $Y=a/X+b$ ) математические модели, маркеры которых (а, b) определяли уровень выносливости, тренированности [2]. Изучение личностной, ситуационной тревожности осуществлялось тестами Тейлора, Спилбергера; тип поведения, нацеленность на результаты деятельности – тестами Дженкинса; уровни эргичности, пластичности, темпа и эмоциональности как свойств темперамента – тестами Русалова.

Результаты исследования и обсуждение. Наиболее информативными личностными характеристиками, имеющие значимые коэффициенты корреляции (0.5-0.7) с маркерами модели КРГ, являются показатели эмоциональности: личностная тревожность (тест Тейлор), предметная и социальная эмоциональность (тест Русалова). Наименее информативными личностными качествами, влияющими на характеристики адаптационных процессов стали показатели функциональной латерализации.

##### **Литература**

1. Прогностический потенциал нагрузочной кардиоритмограммы раннего адаптационного периода / Н.С. Бирченко, Д.А. Похачевский, В.Н. Пожималин, А.Б. Петров // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – № 1 (18). – С. 46-59

2. Патент 2468740 РФ, МПК8 А61 В 5/00. Способ определения вегетативной активности при нагрузочном тестировании / Б.А. Садельников –№ 2011110624/14; заявл. 21.03.2011; опубл. 10.12.2012, Бюл. 34. – 8 с.

#### **IDENTIFICATION OF PERSONAL FEATURES OF ATHLETES IN THE STRESS TEST PROCESS**

**Pokhachevsky Andrey L.<sup>1,2</sup>, Lapkin Mikhail M.<sup>2</sup>, Trutneva Elena A.<sup>2</sup>, Lazarova Adelina V.<sup>2</sup>, Mazikin Ivan M.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow Russia;

<sup>2</sup>Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia; [sport\\_med@list.ru](mailto:sport_med@list.ru)

The purpose of the study is to identify the relationship of personal qualities of athletes with markers of exercise tolerance. Methodology and organization of research. The maximum bicycle ergometric testing was carried out according to an individual protocol [1]. Cardiac rhythmogram (CR) 1, 2, 3 minutes of the load period were analyzed as linear ( $Y = aX + b$ ) and hyperbolic ( $Y = a / X + b$ ) mathematical models, the markers of which (a, b) were used to determine the level of endurance, fitness. The study of personal, situational anxiety was carried out by tests of Taylor, Spielberger; type of behavior, focus on performance – Jenkins tests; levels of plasticity, pace and emotionality as properties of temperament – Rusalov tests. Research results and discussion. The most informative personal characteristics that have significant correlation coefficients (0.5-0.7) with markers of the CR model are indicators of emotionality: personal anxiety (Taylor test), objective and social emotionality (Rusalov test). The least informative personal qualities that affect the characteristics of adaptive processes are indicators of functional lateralization.

##### **References.**

1. Pokhachevskiy A.L., Lapkin M.M., Birchenko N.S., Pokhachevskiy D.A., Petrov A.B. Prognostic potential of exercise cardiac rhythmogram during the early adaptation period. Human. Sport. Medicine. 2018. Vol 18. N1. P. 46-59

2. Pokhachevskiy A.L., Sadelnikov B.A. Method of determining vegetative activity in stress testing. RU 2468740 C2. Application 21.03.2011. Publ. 10.12.2012. Bull. 34

#### **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МИТОХОНДРИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ НЕЙРОДЕГЕНЕРАЦИИ**

**Пушкарева Е.А.<sup>1</sup>, Захаренко Е.А.<sup>2</sup>, Шевцова Е.Ф.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологически активных веществ РАН, Черноголовка, Московская обл., Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный университет», биолого-химический факультет, Иваново, Россия; [I.kickeeva@yandex.ru](mailto:I.kickeeva@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1219.sudak.ns2020-16/386-387>

Был проведен сравнительный анализ нарушений активности дыхательной цепи (ДЦ) и кальциевой емкости (calcium retention capacity, CRC) митохондрий мозга мышей разного возраста на примере двух моделей нейродегенеративных заболеваний – таупатий (P301S) и церебрального амилоидоза (5xFAD).

В ранней симптоматической стадии (7-месячные 5xFAD и 3-месячные P301s мыши) показано достоверное снижение комплекс IV-зависимой скорости поглощения кислорода (СПК) по сравнению с контрольными животными. Но у мышей с выраженными симптоматическими признаками (14–15-месячных 5xFAD и 7-9-месячных P301s мышей) комплекс IV-зависимая СПК P2 фракции мозга достоверно выше (5xFAD) или наблюдается тенденция к повышению (P301s) по сравнению с дикотипными мышами. Учитывая, что нарушение аксонального транспорта является одной из основных характеристик таупатии, мы проанализировали различия в активности митохондрий синапсом и митохондрий тел клеток мозга (включающих как митохондрии тела нейрона, так и митохондрии нейроглии). У P301S мышей достоверное увеличение СПК наблюдается в случае синапсоматальных митохондрий, при этом для митохондрий тел клеток мозга активность либо равна, либо снижена по сравнению с контролем. В то же время, снижение CRC митохондрий мозга мышей обеих трансгенных линий по сравнению с контрольными животными наблюдается для всех возрастных групп, что может свидетельствовать о повышенной уязвимости к индукции процессов гибели клеток. Также и CRC синапсоматальных митохондрий и митохондрий тел клеток мозга у мышей P301S значительно снижена по сравнению с аналогичной фракцией дикотипного контроля. Полученные нами данные важно учитывать при планировании и анализе результатов исследования потенциальных лекарственных препаратов, действие которых связано с их влиянием на митохондрии. Примеры таких исследований будут представлены.

Полученные результаты по увеличенной СПК при сниженной кальциевой емкости в митохондриях мозга трансгенных животных по сравнению с контрольными животными могут свидетельствовать о компенсаторном ответе ДЦ митохондрий, истощении её лабильности и нарушениях регуляции процессов окислительного фосфорилирования при нарастающей уязвимости нейронов к индукции митохондриальных путей гибели клеток.

#### **EVALUATION OF MITOCHONDRIA STATE IN MODELING OF NEURODEGENERATION**

**Pushkareva Elena A.<sup>1</sup>, Zakharenko Elena A.<sup>2</sup>, Shevtsova Elena F.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Physiologically Active Compounds, Russian Academy of Sciences, 1 Severnyi Proezd, 142432 Chernogolovka, Moscow Region, Russian Federation; <sup>2</sup>Department of Biology and Chemistry, Ivanovo State University, 39 Yermak St., 153025 Ivanovo, Russian Federation; l.kickeeva@yandex.ru

A comparative analysis of the respiratory chain (RC) activity and calcium retention capacity (CRC) was performed for the brain mitochondria of wild-type mice and of transgenic mice with neurodegenerative disease models – taupathy (P301S) and cerebral amyloidosis (5xFAD) at different ages and, correspondingly, at different symptomatic stages.

In the early symptomatic stage (7-month-old 5xFAD and 3-month-old P301S mice), a reliable decrease in Complex IV-dependent oxygen consumption rate (OCR) was shown compared with the control animals. But in mice with severe symptomatic signs (14-15-month-old 5xFAD and 7-9-month-old P301s mice), Complex IV-dependent OCR for the brain P2 fraction is significantly higher (5xFAD) or there is a tendency to increase (P301s) compared to wild-type mice. Considering that axonal transport disruption is one of the main characteristics of taupathy, we analyzed differences in the activity of mitochondria of synaptosomes and mitochondria of brain cell bodies (including both mitochondria of the neuron body and mitochondria of neuroglia). For P301S mice, mitochondria of synaptosomes demonstrate increased OCR, while mitochondria of brain cell bodies show activity either equal or decreased compared to the control. At the same time, the decreased CRC of the brain mitochondria of both transgenic lines compared with control animals is observed for all age groups, which may indicate increased vulnerability to the induction of cell death processes. The CRC of both synaptosomal mitochondria and mitochondria of brain cell bodies in P301S mice is also significantly reduced compared to the analogous fraction of the wild-type control. The data obtained by us is important to consider when planning and analyzing the results of studies of potential drugs, the effect of which is associated with their influence on mitochondria.

The results obtained on the increased OCR at a reduced CRC in brain mitochondria of the transgenic animals compared with the control animals can evidence on a compensatory response of the RC, depletion of its lability and dysregulation of oxidative phosphorylation processes during the increasing vulnerability of neurons to the induction of mitochondrial cell death pathways.

#### **ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СКРЫТОГО ХРОНИЧЕСКОГО СТРЕССА У ЖЕНЩИН, РЕШИВШИХСЯ НА ХИРУРГИЧЕСКОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЛИЦА.**

**Рамендик Д.М.**

Московский Государственный Университет им. М.В.Ломоносова, Биологический факультет, кафедра Высшей Нервной Деятельности. Москва, Россия [dina@ramendik.ru](mailto:dina@ramendik.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1220.sudak.ns2020-16/387-388>

Со времен Селье известно, что недовольство собой, сомнения, отсутствует уверенность в себе, ощущение бессилья являются, являются признаками хронического стресса наряду с физиологическими и когнитивными симптомами.

Цель эмпирического исследования состояла в выявление особенностей психологического состояния и индивидуальности женщин, принявших решение о кардинальном изменении вида своего лица с помощью косметической хирургической операции.

Методика. Использовался комплекс стандартизированных психологических опросников: тест «Уверенность в себе»; тест «Шкала оценки мотивации одобрения»; модификация опросника «Уровень субъективного контроля, УСК». Данные обрабатывали с помощью пакета STADIA. В исследовании принимали участие 50 женщин 20-50 лет: 25, кардинально изменяющие вид своего лица, 25 - ничего не менявшие в своем лице (контрольная группа).

Результаты. В среднем уровень уверенности в себе женщин из контрольной группы ниже, чем

уровень уверенности в себе женщин, изменяющих внешность, (по Т-критерию,  $p < 0,01$ ). В контрольной группе оценили себя как «уверенные в себе» 72% женщин, а как «не уверенные» - 28%. Среди изменяющих внешность 24% и 76% соответственно. Различия внутри групп статистически достоверны ( $p < 0,001$ ). Если женщина решила изменить внешность, с большой вероятностью она не уверена в себе. Женщина, уверенная в себе, тоже может принять такое решение, но вероятность этого в 3 раза меньше. Выраженность мотивации одобрения у контрольной группы в среднем в 2 раза меньше, чем у женщин, изменяющих внешность (по Т-критерию  $p < 0,01$ ). Женщины, кардинально меняющие вид своего лица, усиленно стремятся заслужить одобрение окружающих людей. По опроснику УСК практически все женщины контрольной группы являлись интерналами, т.е. брали на себя ответственность за свою жизнь, за успехи, неудачи и межличностные отношения (среднее значение 6,8, диапазон значений 4-9). Женщины, изменяющие внешность, были экстерналами, т.е. придавали большое значение внешним обстоятельствам и другим людям (среднее значение 3,4, диапазон значений 2-5). Они, постоянно испытывают недостаток одобрения и уверенности в себе, экстернальны и ищут выход из хронического стресса в кардинальном изменении своей внешности.

#### **PSYCHOLOGICAL SIGNS OF HIDDEN CHRONIC STRESS IN WOMEN WHO HAVE DECIDED ON A SURGICAL FACE CHANGE.**

**Ramendik Dina M.**

Moscow State University. M. V. Lomonosova, faculty of Biology, Department of Higher Nervous Activity, Moscow, Russia. dina@ramendik.ru

Since Selye's time, it has been known that self-dissatisfaction, doubts, lack of self-confidence, and a feeling of powerlessness are signs of chronic stress along with physiological and cognitive symptoms.

The aim of the empirical study was to identify the features of the psychological state and personality of women who made a decision to radically change the appearance of their face with the help of cosmetic surgery.

Method. A set of standardized psychological questionnaires was used: the "self-Confidence" test; the "scale of evaluation of approval motivation" test; a modification of the questionnaire "level of subjective control, USC". The data was processed using the STADIA package. The study involved 50 women 20-50 years of age: 25, radically changing the appearance of their face, 25 - did not change anything in their face (control group).

Results. On average, the level of self-confidence of women in the control group is lower than the level of self-confidence of women who change their appearance (according to the T-criterion,  $p < 0,01$ ). In the control group, 72% of women rated themselves as "confident" and 28% rated themselves as "not confident". Among those who change their appearance, 24% and 76%, respectively. Differences within groups are statistically significant ( $p < 0,001$ ). If a woman decides to change her appearance, it is likely that she is not confident in herself. A woman who is confident in herself can also make this decision, but the probability of this is 3 times less. The expression of approval motivation in the control group is on average 2 times less than in women who change their appearance (according to the T-criterion  $p < 0,01$ ). Women who radically change the appearance of their face, strive to earn the approval of people around them. According to the USC questionnaire, almost all women in the control group were internals, i.e. they took responsibility for their lives, for successes, failures, and interpersonal relationships (average of 6.8, range of values 4-9). Women who changed their appearance were externals. they attached great importance to external circumstances and other people (the average value is 3.4, the range of values is 2-5). They are constantly experiencing a lack of approval and self-confidence, are external and are looking for a way out of chronic stress in a radical change in their appearance.

#### **ЛДГ МОЗГА КРЫС В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ, ПОДВЕРГШИХСЯ 5% и 15% ГИПОКСИИ НА СТАДИИ ОРГАНОГЕНЕЗА**

**А.М. Рашидова**

Институт физиологии им. академика Абдуллы Караева НАН Азербайджана,  
Ул. Шарифзаде, 78, Баку, AZ1100, [afag.rashidova@gmail.com](mailto:afag.rashidova@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1221.sudak.ns2020-16/388-389>

Проблема гипоксии актуальна и в этом отношении наши исследования перекликаются с работами Нобелевских лауреатов Greg L.Semenza, Sir Peter J.Ratcliffe, William G.Kaelin 2019 года в области физиологии и медицины за открытие механизма адаптации клеток к кислороду. Воздействие гипоксии в каждый пренатальный период проявляется в возникновении большой гетерогенной группы нейропатологий в постнатальном онтогенезе. Проведена серия экспериментов по изучению динамики активности маркера аэро-анаэробных процессов лактатдегидрогеназы (ЛДГ; КФ 1.1.1.27) в структурах головного мозга белых крыс на 17, 30 и 90 дни жизни, подвергшихся острой (5%  $O_2$  и 95%  $N_2$ ) и слабой (15%  $O_2$  и 85%  $N_2$ ) пренатальной гипоксии на стадии органогенеза.

Исследования активности ЛДГ показали, что после воздействия 5% и 15% гипоксии активность фермента в компартаментах клеток структур головного мозга крыс в постнатальном онтогенезе повышается по сравнению с контрольными показателями. Причем в митохондриях клеток корковых структур этот процесс идет более интенсивно и более значимо. В онтогенетическом аспекте в митохондриях после воздействия гипоксии активность резко повышается на 17-й день жизни, по сравнению с контролем и 30-м и 90-ми днями жизни. Исключение составляет сенсомоторная кора, где активность фермента на 30-й день выше, чем на 17-й и 90-й дни развития ( $< 0,05$ ;  $< 0,01$ ). В цитозоле активность ЛДГ после воздействия гипоксии с увеличением возраста повышается ( $< 0,01$ ;  $< 0,001$ ). Самая высокая активность фермента прослеживается в гипоталамусе, как структуры, отвечающей за внутренний гомеостаз, а также интегрирующей сигналы от различных участков мозга и органов чувств. В сравнении, показатели активности ЛДГ после 15% гипоксии были более приближены к контролю, чем после 5% гипоксии ( $< 0,05$ ;  $< 0,01$ );



Установлено: 1) восстановление активности ЛДГ до контрольных значений после воздействия 5% и 15% гипоксии в структурах мозга не происходит, в большинстве случаев она повышается, что может быть связано с активацией HIF-1A – белок-фактора, а также с анаэробизацией спектра изоферментов ЛДГ<sub>4,5</sub>; 2) в постнатальном онтогенезе преобладание активности ЛДГ в компартаментах клеток структур мозга меняется, т.е., наблюдается эффект «инверсии», и, после воздействия гипоксии, этот процесс становится более интенсивным; 3) эффект 5% и 15% пренатальной гипоксии на стадии органогенеза на активность ЛДГ крыс в постнатальном онтогенезе пролонгирован, устойчив и необратим.

#### **LDH ACTIVITY OF RAT BRAIN IN POSTNATAL ONTOGENESIS SUBJECTED TO 5% AND 15% HYPOXIA AT THE STAGE OF ORGANOGENESIS**

**Rashidova Afag M. (Mrs)**

Academician Abdulla Garayev Institute of Physiology, Azerbaijan National Academy of Sciences;  
78, Sharifzadeh St., Baku, AZ1100, Azerbaijan, [afag.rashidova@gmail.com](mailto:afag.rashidova@gmail.com)

Hypoxia problem is relevant and in this regard our investigation overlap with the works of Nobel laureates Greg L.Semenza, Sir Peter J.Ratcliffe, William G.Kaelin of 2019 in the field of physiology and medicine for discovering the mechanism of adaptation of cells to oxygen. Exposure to hypoxia in each prenatal period is developed in occurrence of large heterogenic group of neurons of neuropathology in postnatal development. A series of experiments has been conducted to study the dynamics of the activity of the marker of aero-anaerobic processes of lactate dehydrogenase (LDH; EC 1.1.1.27) in the brain structures of white rat on 17, 30 and 90 days of life exposed to acute (5% O<sub>2</sub> and 95% N<sub>2</sub>) and weak (15 O<sub>2</sub> and 85% N<sub>2</sub>) prenatal hypoxia at the stage of organogenesis.

Study of LDH activity in cell compartments of brain structures showed that after exposure to 5% and 15% hypoxia the enzyme activity in postnatal ontogenesis rises as compared to the control level. Moreover, in mitochondria this process is more intense and significant, especially in cortical structures. In ontogenetic aspect in the mitochondria after exposure to hypoxia the enzyme activity rises sharply on 17 day of life as compared to control, 30 and 90 days of life. The exception is sensorimotor cortex, where the enzyme activity on day 30 is higher than on 17 and 90 days of development (<0.05; <0.01). In the cytosolic activity of the LDH after exposure to hypoxia increases with age (<0.01; <0.001). The highest activity of the enzyme is traced in the hypothalamus as a structure responsible for internal homeostasis, as well as integrating signals from different parts of the brain and sensory organs. Comparing to, indicators of LDH activity after 15% hypoxia are closer to the control level than after 5% hypoxia (<0.05; <0.01).

It has been stated that: 1) restoration of LDH activity to control values after exposure to 5% and 15% hypoxia in brain structures does not take place, in many cases it increases which can be associated with the activation of HIF-1A-protein factor, also with anaerobization of the spectrum of isoenzymes LDH<sub>4,5</sub>; 2) in postnatal ontogenesis predominance of LDH activity in compartments of cell structures changes, that is, effect "inversion" is observed, and after exposure to hypoxia this process gets more intensive; 3) effect of 5% and 15% prenatal hypoxia at the stage of organogenesis on LDH activity of rat is prolonged, stable and irreversible in postnatal ontogenesis.

#### **РОЛЬ МЕЛАНКОРТИНОВОГО РЕЦЕПТОРА 1-ГО ТИПА В РЕГУЛЯЦИИ НЕЙРОНОВ МОЗГА**

**Романова И.В., Михайлова Е.В., Михрина А.Л., Селивёрстова Е.В.**

Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук,  
Санкт-Петербург, Россия. E-mail: [irinaromanova@mail.ru](mailto:irinaromanova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1222.sudak.ns2020-16/389-390>

Проопиомеланокортин (ПОМК) - источник меланокортиновых пептидов (альфа-, бета-, гамма-МСГ и АКТГ) экспрессируется в различных тканях позвоночных. Функциональные эффекты этих пептидов могут осуществляться через пять типов меланокортиновых рецепторов (МКР). Основная экспрессия ПОМК в мозге млекопитающих выявлена в нейронах аркуатного ядра гипоталамуса (arcuate nucleus - ARC) и ядра одиночного тракта (nucleus tractus solitaries – NTS), проекции которых вовлечены в регуляцию различных отделов мозга и, соответственно, его функций. Эффекты меланокортиновых пептидов в мозге в основном обсуждаются в связи с МКР 3-го и 4-го типов (МКР3/МКР4), которые вовлечены в регуляцию пищевого поведения и энергетического баланса. В последнее время появились исследования, в которых обсуждается возможность экспрессии в среднем мозге и рецептора 1-го типа (МКР1), функции которого в организме связывают с регуляцией меланогенеза, а в настоящее время и воспалительных процессов. Цель настоящего исследования состояла в том, чтобы оценить возможность экспрессии гена *Mkr1* в гипоталамусе, а также иммуноэкспрессию белка МКР1 в различных типах нейронов. Исследование проведено на мышах C57BL/6J (n=12). Результаты ПЦР в реальном времени подтверждают стабильную экспрессию гена *Mkr1* в гипоталамусе и среднем мозге на одинаковом уровне. Результаты двойного флуоресцентного иммуномечения и конфокальной микроскопии демонстрируют иммуноэкспрессию МКР1 в различных нейронах гипоталамуса, в частности вазопрессин-, ПОМК-, тирозингидроксилаза-иммунопозитивных, нейронах перифорникальной области. Иммуноэкспрессия МКР1 выявлена в норадренергических нейронах голубого пятна, серотонинергических нейронах ядер шва, ПОМК-нейронах NTS и др. Полученные данные об иммуноэкспрессии МКР1 в ПОМК-нейронах различных областей мозга впервые демонстрируют его роль как ауторецептора. Увеличение экспрессии *Mkr1* в гипоталамусе при различных воспалительных процессах в мозге, по-видимому, свидетельствует о защитных свойствах меланокортиновых пептидов, которые реализуются через МКР1-зависимые пути при нейровоспалении.

*Исследование проведено с использованием оборудования ЦКП ИЭФБ РАН на средства госбюджета № АААА-А18-118012290427-7 и АААА-А18-118012290371-3.*



**ROLE OF MELANOCORTINE RECEPTOR TYPE 1 IN REGULATION OF BRAIN NEURONS**  
**Romanova Irina V., Mikhailova Elena V., Mikhrina Anastasiia L., Seliverstova Elena V.**  
Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry Russian Academy of Sciences,  
St. Petersburg, Russia. E-mail: irinaromanova@mail.ru

Proopiomelanocortin (POMC) - a source of melanocortin peptides (alpha-, beta-, gamma-MSH, and ACTH), is expressed in various tissues of vertebrates. The functional effects of these peptides can be realized through five types of melanocortin receptors (MCR). The main expression of POMC in the mammalian brain was detected in neurons of the arcuate nucleus of the hypothalamus (ARC) and the nucleus tractus solitarius (NTS), the projections of which are involved in the regulation of various brain regions and, accordingly, its functions. The effects of melanocortin peptides in the brain are mainly discussed in connection with type 3 and type 4 MCR (MCR3/ MCR4), which are involved in the regulation of food intake and energy balance. At the last time the some studies are discuss the possibility of expression in the midbrain and type 1 receptor (MCR1) whose functions in the organism are associated with the regulation of melanogenesis and nowadays in inflammatory processes. The aim of this study was to detect the possibility of *Mcr1* gene expression in the hypothalamus, as well as the immune-expression of the MCR1 protein in different types of neurons. The study was made on C57BL / 6J mice (n = 12). The results of Real-time PCR confirm the stable expression of the *Mcr1* gene in the hypothalamus and midbrain at the same level. The results of double fluorescence immunolabeling and confocal microscopy demonstrate immun-expression of MCR1 in various neurons of the hypothalamus, in particular, vasopressin-, POMC, tyrosine hydroxylase-immunopositive, and neurons of the perifornical region. The immunexpression of MCR1 was detected in the norepinephrinergic neurons of the locus coeruleus, serotonergic neurons of the raphe nuclei, POMC neurons of NTS etc. The obtained data on the immunexpression of MCR1 in POMC neurons of various brain regions demonstrate for the first time its role as an autoreceptors. An increase in the *Mcr1* expression in the hypothalamus in various inflammatory processes in the brain, apparently, indicates the protective properties of melanocortin peptides, which are realized through MCR1-dependent pathways in the neuroinflammation.

*The study was carried out using the equipment of the CCU of the IEPHB RAS and was supported by state assignment No. AAAA-A18-118012290372-7 and AAAA-A18-118012290371-3 at the expense of the state budget.*

**ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНИМАНИЯ И МОТОРНЫХ ФУНКЦИЙ У ДЕТЕЙ С ДИАГНОЗОМ ДЕТСКИЙ ЦЕРЕБРАЛЬНЫЙ ПАРАЛИЧ ПОСЛЕ КОРРЕКЦИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА ЭКСОСКЕЛЕТА КИСТИ С НЕИНВАЗИВНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР**

**Ромашенко Е.И.<sup>1</sup>, Ларина Н.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, Россия;

<sup>2</sup> ФПО Крымской медицинской академии имени С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский Федеральный университет им. В.И. Вернадского»; romash\_liza@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m1223.sudak.ns2020-16/390-391>

В клинической картине заболевания детский церебральный паралич (ДЦП), наблюдается не только нарушение двигательной функции ребенка, но и различные когнитивные расстройства. Перспективным направлением является создание реабилитации с помощью роботизированных устройств, работающих с использованием интерфейса мозг компьютер. Динамика когнитивных показателей в процессе такой реабилитации в существующих мировых исследованиях не проводилась. В связи с этим, целью настоящей работы было выявить изменения показателей внимания у детей с ДЦП после проведенного курса реабилитации с использованием комплекса экзоскелет.

В исследовании приняли участие 16 детей в возрасте от 12 до 18 лет с диагнозом ДЦП, с уровнем двигательной активности не выше III по критериям классификации больших моторных функций (Gross Motor Function Classification System for Cerebral Palsy, GMFCS). Испытуемые проходили курс реабилитации, включающий 10 занятий по 30 мин с использованием комплекса экзоскелет кисти с неинвазивным интерфейсом мозг-компьютер. В соответствии с целью исследования до и после проведения курса реабилитации у испытуемых оценивали произвольное внимание, избирательность и концентрацию внимания. Для этого были использованы методики «Таблицы Шульте», «Расстановка чисел» и методика Мюнстерберга. Для оценки объема движений верхних конечностей была использована модифицированная шкала Френчай (Modified Franchay Scale, MFS). Статистическую обработку проводили с использованием критерия Вилкоксона. Значимыми считали различия при  $p \leq 0,05$ .

Показатели внимания по методике «Расстановка чисел» статистически значимо увеличились после курса реабилитации и составили в среднем до  $16,4 \pm 6,9$  баллы и после  $18,9 \pm 6,3$  балла ( $T=3,5$ , при  $p=0,002$ ). Показатели избирательности и концентрации внимания, определенные по методике Мюнстерберга так же статистически значимо увеличились после курса реабилитации и составили в среднем до  $7,3 \pm 3,0$  балла и после  $9,3 \pm 3,6$  балла ( $T=0,0$ , при  $p=0,001$ ). По показателям методики «Таблицы Шульте» достоверно изменился только показатель «Эффективность работы», который рассчитывался как усредненное время решения всех пяти таблиц. Так, этот показатель до курса реабилитации составлял  $56,2 \pm 7,3$  с. и после  $44,2 \pm 10,3$  с. ( $T=0,0$  при  $p=0,0004$ ). Показатели модифицированной шкалы Френчай статистически значимо увеличились после курса реабилитации и составили в среднем до  $36,3 \pm 17,3$  баллы и после  $42,2 \pm 17,9$  балла ( $T=0,0$ , при  $p=0,001$ ).

Таким образом, было выявлено, что курс реабилитации детей с ДЦП с использованием комплекса экзоскелета кисти с неинвазивным интерфейсом мозг-компьютер улучшает показатели внимания и моторных функций.

*Исследование поддержано Федеральной целевой программой Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Уникальный идентификатор проекта RFMEFI60519X0186).*

## CHANGES IN ATTENTION INDICATORS IN CHILDREN DIAGNOSED WITH CEREBRAL PALSY AFTER CORRECTION OF MOTOR FUNCTION OF THE UPPER LIMB USING A COMPLEX EXOSKELETON OF THE HAND WITH A NON-INVASIVE BRAIN-COMPUTER INTERFACE

Romashenko Elizaveta I.<sup>1</sup>, Larina Natalia V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia; <sup>2</sup> ACCORDING to the Crimean medical Academy named after S. I. Georgievsky, Crimean Federal University. V. I. Vernadsky"; romash\_liza@mail.ru

In the clinical picture of the disease cerebral palsy there is not only a violation of the child's motor function, but also various cognitive disorders. A promising direction is the creation of rehabilitation systems using robotic devices that work using the brain-computer interface. The dynamics of cognitive indicators in the process of such rehabilitation has not been carried out in existing world studies. In this regard, the purpose of this work was to identify changes in attention indicators in children with cerebral palsy after a course of rehabilitation using the exoskeleton complex.

The study involved 16 children aged 12 to 18 years with a diagnosis of cerebral palsy, with a level of motor activity not higher than III according to the criteria for classification of large motor functions (Gross Motor Function Classification System for Cerebral Palsy, GMFCS). The subjects underwent a rehabilitation course that included 10 sessions of 30 minutes using a complex exoskeleton with a non-invasive brain-computer interface. In accordance with the purpose of the study, random attention, selectivity, and concentration were evaluated before and after the rehabilitation course. For this purpose, the methods of "Schulte Tables", "number Placement" and the Munsterberg method were used. The modified Franchay Scale (MFS) was used to estimate the amount of movement of the upper extremities. Statistical processing was performed using the Wilcoxon test. Significant differences were considered at  $p \leq 0.05$ .

Attention indicators using the "number Placement" method increased statistically significantly after the rehabilitation course and averaged up to  $16.4 \pm 6.9$  points and after  $18.9 \pm 6.3$  points ( $T=3.5$ , with  $p=0.002$ ). The indicators of selectivity and concentration determined by the Munsterberg method also significantly increased after the rehabilitation course and averaged up to  $7.3 \pm 3.0$  points and after  $9.3 \pm 3.6$  points ( $T=0.0$ , with  $p=0.001$ ). According to the "Schulte Tables" method, only the "performance" indicator was significantly changed, which was calculated as the average time for solving all five tables. So, this indicator before the course of rehabilitation was  $56.2 \pm 7.3$  s. and after  $44.2 \pm 10.3$  s. ( $T=0.0$  at  $p=0.0004$ ). Indicators of the modified Frenchay scale increased statistically significantly after the rehabilitation course and averaged up to  $36.3 \pm 17.3$  points and after  $42.2 \pm 17.9$  points ( $T=0.0$ , with  $p=0.001$ ).

Thus, it was found that the course of rehabilitation of children with cerebral palsy using a complex exoskeleton of the hand with a non-invasive brain-computer interface improves attention indicators.

*The study was supported by the Federal target program of the Ministry of science and higher education of the Russian Federation (unique project ID RFMEFI60519X0186).*

## ОСОБЕННОСТИ НАРУШЕНИЯ ПРОПРИОЦЕПТИВНОГО ВОСПРИЯТИЯ В РАЗНЫХ СЕГМЕНТАХ ПАРЕТИЧНОЙ РУКИ У ПОСТИНСУЛЬТНЫХ ПАЦИЕНТОВ

Рошин В.Ю.<sup>1,2,3,\*</sup>, Павлова О.Г.<sup>1</sup>, Селионов В.А.<sup>4,5</sup>, Хатькова С.Е.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия;

<sup>2</sup>ООО «НейроБиоЛаб», Москва, Россия;

<sup>3</sup>ФГБУН ГНЦ РФ – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия;

<sup>4</sup>ФГБУН Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва, Россия; <sup>5</sup>ФГБУ

Центральная клиническая больница РАН, г. Москва, Россия;

<sup>6</sup>ФГАУ «Лечебно-реабилитационный центр» МЗ РФ, Москва, Россия; \*[vroschin@mail.ru](mailto:vroschin@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1224.sudak.ns2020-16/391-392>

Ещё в середине 19 в. было замечено, что при повреждениях ЦНС прежде всего страдают возникшие на более поздних этапах филогенетического развития движения дистальных отделов конечностей. В настоящей работе впервые проведена сравнительная объективная оценка состояния проприоцептивной чувствительности (ПЧ) движений различных сегментов руки у пациентов с односторонним парезом центрального генеза. Исследование проведено с помощью оригинальных предложенных нами методики тестирования и системы показателей, позволяющих достаточно простым и универсальным способом объективно определять степень сохранности проприоцептивного восприятия движений в разных суставах. У 23 пациентов с правосторонним и 17 – с левосторонним повреждениями головного мозга в паретичной руке всего протестировано восприятие 211 движений, включающих пронацию-супинацию предплечья, сгибание-разгибание в плечевом, локтевом и лучезапястном суставах и отведение-приведение в плечевом и лучезапястном суставах. Испытуемому с закрытыми глазами производили серию циклических пассивных тест-движений, во время выполнения которых он должен был копировать их активными движениями другой руки. Регистрировали углы в тестируемом суставе и таком же суставе другой руки, и о состоянии проприоцептивной чувствительности судили по степени схожести «активных» и «пассивных» движений, оценку которой производили по объективным качественным и количественным показателям. Проприоцептивный дефицит был обнаружен у 83% пациентов с повреждением правого и у 71% пациентов с повреждением левого полушарий. Анализ сохранности ПЧ по отдельным движениям показал, что по всем пациентам доля тест-движений с нарушенной ПЧ в более дистальном сегменте руки (движения пронации-супинации предплечья, сгибания-разгибания и отведения-приведения кисти) составляла 47%. При этом большая часть этих нарушений (80%) была выявлена по наличию качественных ошибок копирования, указывающих на грубые нарушения проприоцепции. Доля тест-движений с нарушенной ПЧ в проксимальном сегменте (движения сгибания-разгибания в плечевом и локтевом и отведения-приведения в плечевом суставах) была меньше – 38%, и сами нарушения были выражены слабее: копирование движений только в 29% из этих тестов происходило с ошибками качественного характера, а остальные 71%

отличались от нормы только неточностью воспроизведения. Полученные данные позволяют судить о схожести закономерностей распределения двигательных нарушений и нарушений проприоцепции по сегментам руки у постинсультных пациентов.

*Работа частично поддержана грантом РФФИ 19-015-00264.*

#### FEATURES OF PROPRIOCEPTIVE PERCEPTION DISORDER IN DIFFERENT SEGMENTS OF PARETIC ARM IN POST-STROKE PATIENTS

**Roschin Vadim Y.<sup>1,2,3,\*</sup>, Pavlova Olga G.<sup>1</sup>, Selionov Victor A.<sup>4,5</sup>, Khatkova Svetlana E.<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>NeuroBioLab LLC, Moscow, Russia; <sup>3</sup>The Russian Federation State Research Center – Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences;

<sup>4</sup>Institute for Information Transmission Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;

<sup>5</sup>Central Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;

<sup>6</sup>Medical Rehabilitation Centre of Russian Ministry of Health, Moscow, Russia; [\\*vroschin@mail.ru](mailto:vroschin@mail.ru)

Back in the middle of the 19th century, it was noticed that with damage to the central nervous system, the movements of the distal extremities, those that arose at later stages of phylogenetic development, are primarily affected. In the present work, a comparative objective assessment of the state of proprioceptive sensitivity (PS) of movements of various segments of the arm in patients with unilateral paresis of central genesis was accomplished for the first time. The study was carried out using the original testing method and a system of indicators that we proposed that allow a fairly simple and universal way to objectively determine the degree of intactness of proprioceptive perception of movements in different joints. In a paretic arm in 23 patients with right-sided and 17 patients with left-sided brain lesion, a total of 211 movements were tested, including pronation-supination of the forearm, flexion-extension in the shoulder, elbow and wrist joints and abduction-adduction in the shoulder and wrist joints. The subject with his eyes closed was made to perform a series of cyclical passive test movements, during which he had to copy them with active movements of the other arm. Joint angles were recorded in the test joint and the same joint of the other arm. The integrity of proprioceptive sensitivity was estimated by the degree of similarity between "active" and "passive" movements evaluated by means of objective qualitative and quantitative indicators. Proprioceptive deficiency was detected in 83% of patients with lesion in the right and in 71% of patients with lesion in the left hemisphere. The analysis of a status of PS for various movements showed that for all patients the proportion of test movements with impaired sensitivity in the more distal segment of the arm (the movements of pronation-supination of the forearm, flexion-extension and abduction-adduction of the wrist) was 47%. Most of these impairments (80%) were identified by the presence of qualitative copying errors indicating rough violations of proprioception. The proportion of test movements with impaired PS in the proximal segment of the arm (the movements of flexion-extension in the shoulder and elbow and abduction-adduction in the shoulder joints) was less - 38%, and these violations were less pronounced: copying of movements in only 29% of these tests occurred with errors of a qualitative nature, and the remaining 71% differed from the norm only in the inaccuracy of reproduction. The data obtained demonstrate a similarity in the patterns of distribution of motor and proprioception disorders by segments of the arm in post-stroke patients.

*The research was partially supported by the RFBR grant 19-015-00264.*

#### КАНОНОГРАММЫ В ИССЛЕДОВАНИИ ЭЭГ ИМПУЛЬСИВНЫХ И САМОКОНТРОЛЬНЫХ ЛИЦ

**М.Н. Русалова<sup>1</sup>, А.А. Митрофанов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва,

<sup>2</sup> Научный центр психического здоровья, Москва, e-mail: [mrusalova@rambler.ru](mailto:mrusalova@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1225.sudak.ns2020-16/392>

В работе сопоставляли отношения мощности ритмов ЭЭГ (канонотграмм) у импульсивных и самоконтрольных лиц. Использовали русский компьютерный вариант опросника темперамента STQ-77, содержащий 6 наиболее информативных пунктов (утверждений) для импульсивности и самоконтроля. Регистрацию ЭЭГ осуществляли по международной схеме 10-20 % от 16 отведений. В группе самоконтрольных обнаружено более высокое соотношение мощности альфа-ритма к мощности дельта, тета, бета, бета 2 и бета колебаний. В группе импульсивных отмечено преобладание мощности дельта-ритма над другими частотами ЭЭГ.

*Ключевые слова: Канонотграммы, ЭЭГ, импульсивные и самоконтрольные лица*

#### CANONOGRAMS IN THE EEG STUDIES OF IMPULSIVE AND SELF-CONTROLLED PERSONS

**Margarita N. Rusalova<sup>1</sup>, Andrei A. Mitrofanov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology RAS, Moscow

<sup>2</sup> Scientific Center of Mental Health, Moscow. e-mail: [mrusalova@rambler.ru](mailto:mrusalova@rambler.ru)

The present paper compares ratios of EEG rhythm power (canonograms) in impulsive and self-controlled persons. A Russian computer version of temperament questionnaire STQ-77, containing six the most informative items for estimating of impulsivity and self-control, was used. EEG was recorded according to international 10-20% scheme from 16 derivations. The group of self-controlled subjects had higher ratio of alpha rhythm power to delta, theta, beta, and beta 2 rhythm powers. The group of impulsive subjects had predominance of delta rhythm power over other EEG frequencies.

*Keywords: canonograms, EEG, impulsive and self-controlled persons*



**РОЛЬ ГЕНА SWISS CHEESE, ОРТОЛОГА NTE ЧЕЛОВЕКА, В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ  
ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКОГО БАРЬЕРА DROSOPHILA MELANOGASTER.**

**Рябова Е.В.<sup>1</sup>, Жмуйдина Д.Р.<sup>1,2</sup>, Сурина Н.В.<sup>1,2</sup>, Мелентьев П.А.<sup>1</sup>, Саранцева С.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ, Россия, Гатчина, Орлова роща

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия;  
[ryabova\\_ev@pnpi.nrcki.ru](mailto:ryabova_ev@pnpi.nrcki.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1226.sudak.ns2020-16/393>

*Drosophila melanogaster* на протяжении значительного времени используется для генетических исследований многих заболеваний человека, в том числе и нейродегенеративных, из-за схожих по своему строению и функциям нервных систем. Исследование функций генов дрозофилы, ортологов генов человека, позволяет лучше понять роль последних в развитии заболеваний. Например, ген *sws* *Drosophila melanogaster* является высококонсервативным, а его ортологи найдены у большой группы организмов – от бактерий до млекопитающих. У человека - ген *NTE* (PNPLA6), мутации в котором приводят к ряду заболеваний у людей, включая спастическую параплегию (НСП) типа SPG39, синдром Лоренса-Муна, синдром Гордона Холмса, синдром Гаучера-Нейгауза и синдром Оливера-Макфарлейна. Известно, что потеря *SWS* в нейронах приводит к нейродегенерации в мозге, а в псевдокартриджной глии - многослойному глиальному обертыванию в коре ламины. Ранее мы показали, что ген действительно экспрессируется в нервной системе, в частности, поверхностной глии, которая образует гематоэнцефалический барьер (ГЭБ) насекомого.

Гематоэнцефалический барьер является важным защитным механизмом нервной системы животных. ГЭБ *Drosophila melanogaster* образован клетками поверхностной глии: периневральной (PG) и субпериневральной (SPG). В нашей работе мы показали, что дисфункция гена *swiss cheese* уже на ранней стадии развития имаго приводит к нарушению морфологии и основной барьерной функции ГЭБ в результате изменения только одного типа поверхностной глии - субпериневральной (SPG). Интересен тот факт, что у мух уменьшается не только количество, но и размер ядер SPG, что приводит к скоплению клеток и большим межклеточными разрывам по всей поверхности центральной нервной системы, включая ventral nerve chord. Как следствие, ГЭБ теряет свою основную барьерную функцию. Перечисленные выше нарушения влияют на весь организм: снижаются показатели обучаемости у мух, сокращение продолжительности жизни насекомых, а также, как было показано ранее, нарушение геотаксиса. Необходимо отметить, что клетки периневральной глии не изменяли свою морфологию на поверхности мозга в ЦНС и ПНС насекомого на разных стадиях жизненного цикла мух. *Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-34-90151*

**THE ROLE OF SWISS CHEESE GENE, A HUMAN NTE ORTHOLOG, IN THE FUNCTIONING OF DROSOPHILA  
MELANOGASTER THE BLOOD-BRAIN BARRIER.**

**Ryabova Elena V.<sup>1</sup>, Zhmujdina Daria R.<sup>1,2</sup>, Surina Nina V.<sup>1,2</sup>, Melentev Pavel A.<sup>1</sup>, Sarantseva Svetlana V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Petersburg Nuclear Physics Institute Named by B.P. Konstantinov of National Research center "Kurchatov Institute", Leningrad region, Gatchina, Russia; <sup>2</sup>Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University

Recently, interest in glial cells has increased significantly due to their participation not only in supporting and trophic functions, but also in regulating important maturation aspects and functioning in the nervous system. Glia dysfunction leads are associated with various neurodegenerative diseases. Astrocytes and microglia are considered to be one of the factors affecting development of Alzheimer's disease, Parkinson's disease and Tauopathy.

Mutations the *NTE* gene (PNPLA6) lead to a complex syndrome in humans, which includes spastic paraplegia like SPG39, Gordon-Holmes syndrome, Boucher-Neuhäuser syndrome, Laurence-Moon syndrome, Oliver-McFarlane syndrome. The orthologue of the *NTE* in *Drosophila melanogaster* is *swiss cheese* (*sws*) gene, mutations *sws* cause progressive neuronal degeneration in flies. *SWS* and *NTE* are expressed in neurons and glial cells. *SWS* and *NTE* are settled in neurons and glial cells. It has been shown that the loss of *SWS* in the pseudo-cartridge glia forms a multi-layered glial wrap in the lamina cortex. In addition, the suppression of its expression in glial cells damages the *Drosophila melanogaster* axons. However, their role in the NSP pathogenesis is still unknown.

In a previously published article [2], neurodegeneration was shown and was changed the morphology in the subperineurial and ensheathing glia at *sws* knockdown. In this work, we displayed using laser confocal microscopy that when knockdown of the *sws* gene in dysfunction of the blood-brain barrier and a decrease in the number and size of cells of the surface glia, which form the blood-brain barrier in the *Drosophila* brain.

*The reported study was funded by RFBR, project number 19-34-90151.*

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ПАЦИЕНТОВ НА РАННИХ СТАДИЯХ БОЛЕЗНИ  
ПАРКИНСОНА В КАЧЕСТВЕ ВОЗМОЖНЫХ МАРКЕРОВ**

**Рябчикова Н.А.<sup>1</sup>, Базиян Б.Х.<sup>1</sup>, Чигалейчик Л.А.<sup>2</sup>**

1 ООО «БЗС Лайт» Сколково, Москва, Россия, 2.Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр неврологии, Москва, Россия, [nat@guesstest.ru](mailto:nat@guesstest.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1227.sudak.ns2020-16/393-395>

Когнитивные расстройства, как и нарушения двигательной активности, являются проявлениями болезни Паркинсона (БП). Принимая во внимание, что возможность идентифицировать пациентов со сниженной способностью познавательной способности приобретает особое значение возникает необходимость расширить диапазон продромальных маркеров. Поскольку управление и контроль



движениями глаз осуществляются многими уровнями мозга, саккадическая деятельность может использоваться как отражение динамических процессов в мозге при изучении различных форм когнитивной деятельности. Данные показывают, что вероятностное прогнозирование как одна из форм когнитивной деятельности в большой степени отражается в саккадической деятельности. Используемая нами психологическая методика «Прогнозис 2.5» позволяет определять когнитивные нарушения уже на ранних стадиях БП, которые не всегда обнаруживаются другими методами. Суть методики «Прогнозис 2.5» заключается в использовании когнитивных тестов для осуществления вероятностного прогнозирования ожидаемых событий, т.е. как предвосхищение будущего с целью оптимизации поведения. Исследуется процесс прогнозирования испытуемым одного из двух возможных стимулов, которые предъявит программа компьютера с учетом результатов предыдущей ситуации. При этом, наряду с ошибками, регистрируется также ЭЭГ, в которых выделяются участки с правильными и ошибочными ответами. Проводится сравнительный спектральный анализ и картирование этих участков мозга. Результаты, полученные при исследовании здоровых испытуемых, сопоставляются с аналогичными, полученными на здоровых испытуемых из группы риска. Выявляются ранние стадии БП по способности к интеллектуальной деятельности при сравнительном исследовании саккадических движений глаз пациентов и здоровых испытуемых соответствующего возраста. Все пациенты с БП предварительно прошли комплексное клинко-диагностическое обследование на базе Научного Центра Неврологии. Диагноз верифицировался согласно общепринятым критериям. В данном исследовании совместно использовались три методических приема: электрофизиологический (регистрация саккадических движений глаз), психологический (выявление порядка элементов в последовательности) и анализ клинического материала. Клинический метод включал в себя подробный анализ историй болезни пациентов, дополнительный сбор анамнеза заболевания, анализ жалоб на момент исследования, тестирование по шкалам MMSE (Mini-Mental State Examination), UPDRS (Fahn S., Elton R.L., 1987), Хен-Яра (Hoehn M.M., Yahr M.D., 1967). В обеих группах проводилась непрерывная регистрация саккадических движений глаз методом электроокулографии в различных состояниях: от спокойного бодрствования с открытыми глазами до выполнения когнитивных заданий нарастающей сложности с использованием компьютерного варианта психологической методики «Прогнозис-2», позволяющей оценить эффективность прогнозирования, внимания, памяти у взрослых испытуемых. При выполнении когнитивных заданий среднее число саккад/с у пациентов увеличивалось, но в меньшей степени, чем в группе здоровых испытуемых и по мере усложнения заданий даже слегка уменьшалось. Результаты при выполнении заданий здоровыми испытуемыми достоверно отличались (критерий Шапиро-Уилка) от таковых у пациентов (прогнозирование –  $p=0.01$ , воспроизведение  $p=0.00$ ). Полученные результаты позволяют сделать вывод, что существует зависимость между возникновением когнитивных нарушений у пациентов с болезнью Паркинсона и изменением количества саккад по сравнению с здоровыми испытуемыми. Таким образом, используемая нами психологическая методика «Прогнозис 2.5» вносит существенный вклад для выявления возможного дополнительного диагностического маркера предклинической стадии болезни Паркинсона.

*\* Настоящее исследование выполнено в содружестве с Государственным бюджетным Научным Центром Неврологии и поддержано международными организациями Beckley Foundation (U.K.), Bodiflo LLC (USA & Australia), ITAG (USA), РФФИ грант 15-04-00598, № 99 -04-482 99, Исследование внимания и прогностической деятельности, проект № 320 – 17 1999 -2003, РГНФ в рамках проекта № 15-03-00519а «Постнеклассическая парадигма искусственного интеллекта»,*

## STUDY OF COGNITIVE FUNCTIONS IN PATIENTS AT EARLY STAGES OF PARKINSON'S DISEASE AS A POSSIBLE MARKERS

Ryabchikova Natalya A.<sup>1</sup>, Bazyan Boris Kh.<sup>1</sup>, Chigaleichik Larisa A.<sup>2</sup>

1Fund of "Skolkovo" "BZS" company, Skolkovo's Institute of science and technology, Moscow, Russia, 2 Federal State budgetary Scientific Centre of Neurology, Moscow, Russia,

Cognitive dysfunction and impaired motor activity are the most important manifestations of Parkinson's disease (PD). Since the management and control of the eye movements are many levels of the brain, saccadic activity can be used as a reflection of dynamic processes in the brain in the study of different forms of cognitive activities, including prognosing human events. The main stages of the study were to determine the criteria of the movement disorders and dementia in Parkinson's disease of varying severity. Taking into account that the ability to identify patients with a high risk of rapid decline in cognitive abilities is of particular importance there is an acute lack of confirmed markers. We use a technique of "Prognosis 2.5" allows us to define cognitive impairment already in early stages of PD, which is not always found in other methods. Data show that probabilistic prognosing as a form of cognitive activity, reflecting the dynamic processes in the brain, to a large extent correlated with saccadic activities. Therefore, the use of the method "Prognosis 2.5", making a significant contribution in the detection of early stages of B. P. on the potential for intellectual activity in a comparative study of saccadic eye movements of patients and healthy subjects of corresponding age. All patients with PD had previously undergone complex clinical-diagnostic examination on the basis of Scientific Center of Neurology. The diagnosis was verified according to the conventional criteria. In this study, are shared in a three methodological technique: electrophysiological (registration of saccadic eye movements), psychological (identification the order of elements in sequence) and the analysis of clinical material. The clinical method included detailed analysis of case histories of patients, an additional collection of medical history, the analysis of complaints at the time of the study, testing on the scale MMSE (Mini-Mental State Examination), UPDRS (Fahn S., Elton R. L., 1987), Hyun-Yar (Hoehn M. M., Yahr M. D., 1967). In both groups, saccadic eye movements were continuously recorded by electrooculography in various conditions: from calm wakefulness with open eyes to cognitive tasks of increasing complexity using the computer version of the psychological methodology "Prognosis -2.5", which allows to evaluate the effectiveness of prognosing, attention, memory in adult subjects. During cognitive tasks, the average number of saccades / s in patients increased, but to a lesser extent than in the group of healthy subjects and even slightly decreased as tasks became more complicated. The results in the performance of tasks by healthy subjects significantly differed

(Shapirko-Wilk test) from those in patients (prediction -  $p = 0.01$ , reproduction  $p = 0.00$ ). The results obtained allow us to conclude that there is a correlation between the occurrence of cognitive impairment in patients with Parkinson's disease and a change in the number of saccades compared with healthy subjects, and the psychological technique "Prognosis 2.5" that we use is a fairly accurate tool for detecting preclinical as an additional diagnostic tool stages of various neurodegenerative diseases such as Parkinson's disease. This survey was done in collaboration with the Federal State budgetary Scientific Centre of Neurology of Russian Academy of Medical Science, supported by international organizations, Beckley Foundation (U.K.), Bodiflo LLC (USA & Australia), and ITAG (USA), RFBR Grant 15-04-00598, № 99 -04-482 99 № 320 – 17 1999 -2003, 15-03-00519a.

### **ВЛИЯНИЕ МЕТФОРМИНА НА УРОВЕНЬ СЕКРЕТИРУЕМОЙ КЛОТНО И ЛЕПТИНА В ПЛАЗМЕ КРОВИ ЖЕНЩИН С СИНДРОМОМ ПОЛИКИСТОЗА В ЯИЧНИКАХ**

**Савадали Сейфи М., Агаева Эльмира Н.**

Институт Физиологии им. А.И. Караева НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан, [eagayeva1@yahoo.com](mailto:eagayeva1@yahoo.com)

<https://doi.org/10.29003/m1228.sudak.ns2020-16/395-396>

СПКЯ является одним из наиболее распространенных эндокринных расстройств, которые поражают 5-15% женщин в возрасте фертильности. Это свидетельствует о том, что СПКЯ женщины бесплодны. Эта болезнь связана с большим количеством нарушений обмена веществ: резистентностью к инсулину, нарушением функции бета-клеток поджелудочной железы глюкозой, секреции гонадотропинов и стероидов, гиперандрогенизмом, ожирением, диабетом II типа, остеопорозом, эндометриозом. Для женщин, страдающих СПКЯ, для принятия фертильности они должны назначать метформин.

В данной работе исследовалось влияние метформина на уровни Клото и лептина в сыворотке крови у женщин с СПКЯ.

В этом исследовании были отобраны 45 пациенток, которые обращались в центр бесплодия Джахад-э-Данешахи в городе Ардебиль с синдромом ПКЯ, в соответствии с критериями NIH. 45 здоровых женщин также были отобраны в качестве контрольной группы. NIH были рассчитаны путем деления веса на квадрат роста. Индекс инсулин резистентности рассчитывали по HOMA-IR (гомеостатическая модель оценки инсулин резистентности). Уровни лептина в сыворотке измеряли с помощью набора ELISA, изготовленного из LDN, а уровни Клото измеряли с помощью набора ELISA, изготовленного Glory. В группе пациентов указанные измерения были повторены после месячного курса терапии метформином. Прием метформина: первая неделя 500 мг, вторая неделя 1000 мг, третья и четвертая неделя 1500 мг. Анализ данных проводился с использованием программного обеспечения SPSS, выпуск 20. Все результаты были классифицированы по средним стандартным отклонениям. Зависимый и независимый t-критерии были использованы для сравнения средних групп.

Пациенты с СПКЯ показали значительное улучшение после приема метформина в течение месяца. Вес пациентов показал некоторое снижение. Уровень глюкозы в плазме натощак и резистентность к инсулину значительно снизились ( $p < 0,01$ ). Гормональные анализы показали значительное снижение уровней лептина и инсулина, а также повышение уровня Клото. ИМТ не изменились осмысленно. Измерения уровней лептина и клото у 45 пациентов показали, что средние уровни лептина снизились с 34,74 до 28,41 нг / л, а уровни клото увеличились с 4,01 до 5,43 нг / л. Установлено, что лечение метформином может вызвать повышение уровня Клото и снижение уровня лептина и инсулина в сыворотке крови и снижение резистентности к инсулину без значительного влияния на вес женщин с СПКЯ. Вероятно, лептин оказывает свои физиологические эффекты в низких концентрациях, в то время как Клото, напротив, действует в более высоких концентрациях.

### **THE EFFECT OF METFORMIN ON SERUM LEVELS OF SECRETED KLOTHO AND LEPTIN IN WOMEN WITH POLYCYSTIC OVARY SYNDROME**

**Savadali Seyfi M., Agayeva Elmira N.**

Academician Abdulla Garayev Institute of Physiology, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

PCOS is one of the most prevalent endocrine disorders that afflict 5-15% of women in fertility age. That is illustrated PCOS women are infertile. This disease is associated with so much metabolic disorders: insulin resistance, dysfunction of beta-cells in pancreas intolerance of glucose, disorders on secretion of gonadotropins and steroids, hyperandrogenism, obesity, diabetes type II, osteoporosis, endometriosis. There for PCOS women for accept of fertility they must administer metformin.

The aim of the work was to study the effect of metformin on serum levels of secreted klotho and leptin in women with polycystic ovary syndrome. In this case-control study, 45 patients with PCOS who referred to the infertility center of Jahad-e-Daneshgahi in the city of Ardabil, were selected in accordance with the NIH criteria. 45 healthy women were also selected as the control group. BMIs were calculated by division of weight by square of height. Insulin resistance index was calculated by HOMA-IR (homeostatic model assessment of insulin resistance). The HOMA-IR is calculated by dividing the product of the fasting glucose (mg/dL) and insulin ( $\mu\text{U/mL}$ ) Concentration by a constant:  $[\text{glucose (mg/dL)}] [\text{insulin } (\mu\text{U/mL})] / 405$  or  $[\text{glucose (mmol/l)}] [\text{Insulin } (\mu\text{U/mL})] / 22.5$ . Leptin serum levels were measured by an ELISA kit made by LDN and Klotho levels were measured by an ELISA kit made by Glory. In the case group the indicated measurements were repeated after a one-month course of therapy with metformin. administration of Metformin began: first week 500mg, second week 1000 mg third and fourth week 1500 mg. Data analysis was done using SPSS software edition 20. All results were categorized in standard deviation averages. Dependent and independent t-test was used to compare means of groups.

PCOS patients showed significant improvements after receiving metformin for a month. Patients' weights showed some decline. Fasting plasma glucose levels and insulin resistance decreased significantly ( $p < 0.01$ ) Hormonal assays indicated significant decrease in leptin and insulin levels and rise in Klotho levels. Measurements

of leptin and klotho levels in 45 patients showed that the mean leptin levels decreased from 34.74 to 28.41 ng/l and the levels of klotho increased from 4.01 to 5.43 ng/l.

Thus, it has been shown that metformin treatment can cause a rise in Klotho and decline in leptin and insulin serum levels and decreases insulin resistance without considerable effects on the weights of women with PCOS. Probably, leptin exerts its physiological effects in low concentrations while Klotho in contrast, acts in higher concentrations.

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ХОДЬБЫ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ АКСИАЛЬНОЙ РАЗГРУЗКИ**

**Савеко А.А., Брыков В.И., Китов В.В., Томиловская Е.С., Козловская И.Б.**

ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия; asaveko@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m1229.sudak.ns2020-16/396>

Единственный опыт осуществления локомоций на поверхности космических объектов с отличным от земного уровнем гравитации выявил нарушения координации движений и функциональной работоспособности астронавтов (Johnston, R.S. и др., 1975). Количественных данных, на основании которых можно описать механизмы двигательных нарушений в подобных условиях, на сегодняшний день нет. В то же время наличие таких знаний приобретает особое значение в свете перспективы межпланетных полетов, в том числе на Луну и Марс. Таким образом, цель эксперимента состояла в исследовании влияния аксиальной разгрузки различной степени (лунная, марсианская, земная) на биомеханические, электромиографические и кинематические характеристики ходьбы. В эксперименте приняло участие 6 членов экипажа проекта SIRIUS-19, в ходе которого проводился локомоторный тест (5-минутная ходьба) с тремя различными режимами снижения аксиальной нагрузки: режим «Земля» – 100% от земного веса, режим «Марс» – 35% от земного веса, режим «Луна» – 15% от земного веса. Электромиографическую активность (ЭМГ) регистрировали с 4-х мышц голени и бедра: передней большеберцовой, камбаловидной, икроножной и четырёхглавой мышцы бедра. Локомоции осуществляли на беговой дорожке HP Cosmos, на которой регистрировались биомеханические характеристики ходьбы. Для создания аксиальной разгрузки использовали вывеску HP Cosmos airwalk и жилет для вывешивания HP Cosmos airwalk vest. В результате была выявлена зависимость изучаемых параметров от степени аксиальной разгрузки. Например, по сравнению с режимом «Земля» амплитуды пачек ЭМГ мышц-разгибателей (икроножной и камбаловидной мышц) в режиме «Марс» были ниже на  $7,23 \pm 0,09\%$  и  $17,01 \pm 0,18\%$  соответственно, а в режиме «Луна» – ниже на  $12,42 \pm 0,13\%$  и  $25,85 \pm 0,23\%$  соответственно. При этом опорные реакции в момент отталкивания носком, в котором активно задействованы данные мышцы, были ниже на  $65,44 \pm 8,40\%$  в марсианском режиме и на  $80,49 \pm 9,76\%$  – в лунном. Полученные результаты об эффектах снижения аксиальной нагрузки представляют интерес не только для предварительной оценки возможностей передвижений человека в условиях сниженной гравитации при посадке на лунную и марсианскую поверхности, но и для изучения механизмов влияния уровня опорной афферентации на биомеханику ходьбы, поскольку опорная афферентация является триггером запуска широкого спектра изменений в деятельности и состоянии различных двигательных механизмов (Козловская И.Б. и др., 2007).

### **COMPARATIVE ANALYSIS OF BIOMECHANICAL AND ELECTROMYOGRAPHIC PARAMETERS OF WALKING AT DIFFERENT DEGREES OF AXIAL UNLOADING**

**Saveko Alina A., Brykov Vitaly I., Kitov Vladimir V., Tomilovskaya Elena S., Kozlovskaya Inessa B.**

RF State Scientific Center – Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; asaveko@gmail.com

The only experience of performing locomotions on the surface of space objects with a different level of gravity from the Earth revealed disorders of the coordination of movements and functional performance of astronauts (Johnston, R. S. et al., 1975). To date, there are no quantitative data that can be used to describe the mechanisms of motor disorders in such conditions. At the same time, the availability of such knowledge is particularly important in perspective of interplanetary flights, including missions to the Moon and Mars. Thus, the purpose of the experiment was to study the effect of various degrees of the axial unloading (Moon, Mars, Earth) on the biomechanical, electromyographic and kinematic characteristics of walking. The experiment involved 6 crew members of the SIRIUS-19 project, during which a locomotor test was performed (5-minute walk) with 3 different modes of reducing the axial load: the "Earth" mode – 100% of the subject's weight, the "Mars" mode – 35% of the subject's weight, the "Moon" mode – 15% of the subject's weight. Electromyographic activity (EMG) was recorded from 4 muscles of the lower extremities: mm. anterior tibialis, soleus, gastrocnemius and quadriceps femoris. Locomotions were performed on the HP Cosmos treadmill, which recorded the biomechanical characteristics of walking. The HP Cosmos airwalk products were used to create the axial unloading. As a result, the correlation between the studied parameters and the degree of axial unloading was shown. For example, compared to the "Earth" mode, the amplitude of EMG bursts of the extensor muscles (mm. gastrocnemius and soleus) in the "Mars" mode were lower by  $7.23 \pm 0.09\%$  and  $17.01 \pm 0.18\%$ , respectively, and in the "Moon" mode were lower by  $12.42 \pm 0.13\%$  and  $25.85 \pm 0.23\%$ , respectively. At the same time, the ground reaction forces at the toe off moment (repulsion), in which these muscles are actively involved, were lower by  $65.44 \pm 8.40\%$  in the martian mode and by  $80.49 \pm 9.76\%$  in the lunar mode. The results are interesting not only for understanding the effects of reducing the axial load for the primary analysis of human movement capabilities in low gravity conditions when landing on the Moon and Mars, but also for studying the mechanisms of influence of the support afferentation level on the biomechanics of walking, because the support afferentation is a trigger for a wide range of changes in various motor mechanisms activity (Kozlovskaya I. B. et al., 2007).

## КТО И ЗАЧЕМ ПРЕВРАЩАЕТ НЕЙРОНАУКУ И НЕЙРОКОМПЬЮТИНГ В СЕКТУ

Савельев А.В.

Журнал «Нейрокомпьютеры: разработка, применение»; издательство «Радиотехника», патентное агентство «©Уникально честное патентование»; факультет государственного управления, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Высоковский механический завод, СДС «Военный регистр», Москва, Россия; gmkristo@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m1230.sudak.ns2020-16/397-398>

В последнее время в нашей стране наблюдается резкое усиление интереса к искусственному интеллекту, искусственным нейросетям, а также к попыткам их междисциплинарного симбиоза с нейронауками [1]. Вполне возможно, что это связано с Указом № 490 от 10.10.2019 Президента РФ «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации», в котором развитие искусственного интеллекта и нейрокомпьютинга на базе нейробиологических моделей и концептуального развития составляет важнейшую часть. Тем не менее, несмотря на всю прогрессивность указанных направлений, к сожалению, вокруг этого растёт и число спекуляций. Здесь можно выделить несколько течений. Во-первых, это постановка явно нерешаемых задач вплоть до полной невыгодности их решения. К таким задачам можно отнести, например, популярную сейчас идею, о переселении человека в компьютер и достижения, таким образом, бессмертия, основанную, по-видимому, на фантастических фильмах; «трудную» проблема сознания; мыслящие машины и их конфликт с человеком и тд. Это позволяет, создав образ научности, а на самом деле, псевдонаучности, разворачивая пропаганду ложных попыток решения, получать финансирование, что и является основным смыслом этих направлений. Всё это создаёт атрибутику практически полного совпадения с сектантской сущностью и идеологией. Во-вторых, создаются центры освоения бюджетных средств под видом востребованной терминологии, развиваемой около прогрессивных направлений, таких как нейронауки, искусственный интеллект, нейросети, нейрокомпьютинг и тд. К третьему течению можно отнести попытки сращивания нейронаук, искусственного интеллекта и религии. Сюда же можно отнести просто низкий профессионализм, объясняющийся резким снижением уровня профессионального образования, тенденцией вынужденности в наше время заниматься не своим делом и тд.

Цель работы и результаты. В работе проанализировано сравнение типичных критериев и аксиоматики, обычно присущих сектам, и соответствующим упомянутым течениям псевдонауки, паразитирующей вокруг искусственного интеллекта, нейрокомпьютеров, нейронаук. Эти направления принимают различные формы, а именно, видеотрансляций, вебинаров, конференций, постоянно действующих семинаров и базируются в самых передовых научно-учебных центрах, разрушая, тем самым, их изнутри. Усиление всего этого объясняется как снижением экспериментальной составляющей современной науки, утратой ей мотивации и востребованности её в целом вследствие уничтожения промышленности, так и полным кризисом фундаментальной науки в связи с разрушением научных школ, потерей кадрового состава, а также многократным снижением общего уровня образования и тд.

Главная опасность этого состоит в том, что, поскольку наука по этим причинам утратила и продолжает утрачивать реальную почву как базис «снизу», псевдонаука захватывает её места, вытесняя реальную науку «сверху». Это неизбежно будет способствовать ослаблению национальной безопасности России, что составляет хорошую пищу для Комиссии по борьбе с лженаукой, которая, к сожалению, в этом случае, пока ещё проявляет недостаточную активность.

1. Алексеев А.Ю., Кузнецов В.Г., Савельев А.В., Янковская Е.А. Становление нейрофилософии в отечественной науке // Философские науки. 2015. № 11. С. 48-66.

## WHO AND WHY TURNS NEUROSCIENCE AND NEUROCOMPUTING TO SECT

Saveliev Alexander V.

Journal "Neurocomputers: development, application"; Radiotekhnika publishing house, patent agency "Uniquely fair patenting"; Faculty of Government Administration; Moscow State University by M.V. Lomonosov, Vysokovsky Mechanical Plant, SDS Military Register, Moscow, Russia; gmkristo@yandex.ru

Recently, in our country there has been a sharp increase in interest in artificial intelligence, artificial neural networks, as well as in attempts to interdisciplinary their symbiosis with neurosciences [1]. It is possible that this is due to Decree No. 490 of 10.10.2019 of the President of the Russian Federation "On the Development of Artificial Intelligence in the Russian Federation", in which the development of artificial intelligence and neurocomputing based on neurobiological models and conceptual development is an essential part. Nevertheless, despite all the progressiveness of these areas, unfortunately, the number of speculations is growing around this. Several currents can be distinguished here. Firstly, this is the formulation of clearly unsolvable problems up to the complete disadvantage of their solution. Such tasks include, for example, the now popular idea of moving a person to a computer and thus achieving immortality, based, apparently, on science fiction films; "Difficult" problem of consciousness; thinking machines and their conflict with man, etc. This allows, by creating an image of scientific, and, in fact, pseudoscience, expanding the propaganda of false attempts to solve, to receive financing, which is the main meaning of these areas. All this creates the attributes of almost complete coincidence with the sectarian essence and ideology. Secondly, centers for the development of budget funds are being created under the guise of popular terminology developed around progressive areas, such as neuroscience, artificial intelligence, neural networks and neurocomputing, etc. The third trend includes attempts to merge neuroscience, artificial intelligence and religion. It can also be attributed simply low professionalism, which is explained by a sharp decrease in the level of professional education, the compulsion in our time to engage in non-business, and so on.

The purpose of the work and results. The paper analyzes the comparison of typical criteria and axiomatics, usually inherent in sects, and the corresponding mentioned currents of pseudoscience parasitizing around artificial intelligence, neurocomputers, neurosciences. These directions take various forms, namely, video broadcasts,



webinars, conferences, ongoing seminars and are based in the most advanced scientific and educational centers, thereby destroying them from the inside. The strengthening of all this is due to both a decrease in the experimental component of modern science, its demand as a whole due to the destruction of industry, and a complete crisis of fundamental science in connection with the destruction of scientific schools, loss of personnel, as well as a multiple decrease in the general level of education, etc. The main danger of this is that since science for these reasons has lost and continues to lose real soil as a basis "from below", pseudoscience takes its place, crowding out real science "from above". This will inevitably contribute to the weakening of Russia's national security, which is good food for the Commission to Combat against Pseudoscience, which, unfortunately, in this case, is still not active enough.

## **ДЛЯ ЧЕГО НУЖНЫ БИОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В НЕЙРОКОМПЬЮТЕРАХ**

**Савельев А.В.**

Журнал «Нейрокомпьютеры: разработка, применение»; издательство «Радиотехника», патентное агентство «©Уникально честное патентование»; факультет государственного управления, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Высоковский механический завод, СДС «Военный регистр», Москва, Россия; gmkrsto@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m1231.sudak.ns2020-16/398-399>

Если продолжить говорить о понятии **нейрокомпьютинга и нейрокомпьютера**, то прежде необходимо отметить «слабое» и «сильное» его понимание. Внимание на такой таксономии практически не акцентируется в настоящее время, в основном, по причине остановки и заикливания на «слабом» этапе развития нейрокомпьютинга. Это, как правило, цифровые программные эмуляции совершенно искусственных нейросетей (СИН), однако, настолько искусственных, что практически не имеют ничего общего с естественными нейронами, нейронными сетями и тем более, нервной тканью. Фактически всё, что подразумевается сейчас под СИН, является цифровыми алгоритмами аппроксимации функций методом наименьших квадратов в ортогональном базисе пороговых функций, основанном на математических методах 17-18 вв. Вот эта «пороговость» и даёт повод утверждать о мнимой «нейронности» этих алгоритмов, которые также основываются на известной теореме А.Н. Колмогорова (опуб. В 1956 г.) о возможности представления любой функции многих переменных суперпозицией функций одной переменной, решающей 13 проблему Д. Гильберта. Выделяется 4 поколения модификаций таких алгоритмов, работающих итеративно, что даёт повод говорить об их «обучении», благодаря чему опять проводится весьма призрачная параллель с естественными нейронными сетями. Такой концептуальный застой обуславливает возможность лишь незначительных модификаций алгоритмов, ничуть не приближающих их к биологическому объекту без какого-либо хотя бы малейшего использования его колоссальных преимуществ над техническими устройствами.

Цель работы и результаты. В докладе рассмотрена насущная необходимость перехода к «сильному» представлению нейрокомпьютинга, что, по мнению автора, лишь одно может спасти его от полного сущностного краха, если не принимать во внимание рекламное использование приставки «нейро-». Под «сильным» понятием нейрокомпьютинга подразумеваем использование в нём многочисленных данных нейробиологии, накопленных к настоящему времени. Кроме того, такое использование, а также подключение философских ресурсов вполне возможно помогло бы выработать объединяющую парадигму для самой нейробиологии, отсутствующей на сегодняшний день, но жизненно необходимую, о чём многократно упоминается ведущими учёными (Т.В. Черниговская, К.В. Анохин, СВ. Медведев и др.). В то же время, использование данных нейробиологии в нейрокомпьютинге позволяет извлекать новые знания из имеющихся данных, что даёт возможность решать частные задачи нейробиологии, что открывает неизвестное ранее новое широчайшее поле применения нейрокомпьютинга и расширяет его смысл, одновременно модифицируя сам нейрокомпьютинг. Приведены примеры использования приложений нейробиологических данных, а также роль теоретических философских и методологических принципов в раннем предсказании состоявшихся современных открытиях нейробиологии, таких как объёмная нейропередача, эндоканнабиноиды, электромеханический нейрон — функциональная морфодинамика дендритов и синапсов, зеркальные нейроны, антиципаторное проведение, предсказание нейронов «бабушки», Монро..., решение проблемы дистальных синапсов, объяснение парадокса Швиндта — Крилла, наноклеточный акцептор результата действия. Наряду с этим приведены примеры приложений нейрокомпьютинга в перспективных открытиях нейробиологии. Таким образом, показана необходимость взаимно бионического междисциплинарного объединения нейрокомпьютинга и нейробиологии, что позволило бы поднять нейрокомпьютинг на новый уровень и вдохнуть в него новую жизнь, придать ему и новый облик и создать новые направления.

## **FOR WHICH BIOLOGICAL MODELS ARE NEEDED IN NEUROCOMPUTERS**

**Saveliev Alexander V.**

Journal "Neurocomputers: development, application"; Radiotekhnika publishing house, patent agency "Uniquely fair patenting"; Faculty of Government Administration; Moscow State University by M.V. Lomonosov, Vysokovsky Mechanical Plant, SDS Military Register, Moscow, Russia; gmkrsto@yandex.ru

If we continue to talk about the concepts of neurocomputing and neurocomputer, then we must first note its "weak" and "strong" understanding. Attention to such a taxonomy is practically not accentuated at present, mainly because of the stop and looping at the "weak" stage of development of neurocomputing. These are, as a rule, digital software emulations of completely artificial neural networks (CAN), however, so artificial that they have practically nothing to do with natural neurons, neural networks, and even more so, nervous tissue. In fact, all that is meant by CAN right now is digital least-squares approximation of functions in the orthogonal basis of threshold functions based on mathematical methods of the 17th and 18th centuries. This "threshold" gives rise to the alleged

"neuronicity" of these algorithms, which are also based on the famous theorem of A.N. Kolmogorov (published in 1956) on the possibility of representing any function of many variables by a superposition of functions of one variable that solves D. Hilbert's 13th problem. Four generations of modifications of such algorithms that work iteratively are distinguished, which gives rise to talk about their "training," thanks to which again a very ghostly parallel is drawn with natural neural networks. Such a conceptual stagnation makes it possible only minor modifications of the algorithms that do not bring them any closer to a biological object without at least the slightest use of its colossal advantages over technical devices.

The purpose of the work and results. The report examined the urgent need for a transition to a "strong" representation of neurocomputing, which, according to the author, only one thing can save him from a complete essential collapse, if you do not take into account the advertising use of the prefix "neuro-". By "strong" concept of neurocomputing we mean the use of numerous data of neurobiology accumulated to date. In addition, such use, as well as the inclusion of philosophical resources, could very well help to develop a unifying paradigm for neurobiology itself, which is absent today, but vitally important, which is repeatedly mentioned by leading scientists (T.V. Chernigovskaya, K.V. Anokhin, SV. Medvedev et al.). At the same time, the use of neurobiology data in neurocomputing allows one to extract new knowledge from existing data, which makes it possible to solve particular problems of neurobiology, which opens up a previously unknown new widest field for the use of neurocomputing and expands its meaning, while modifying neurocomputing itself. Examples of the use of applications of neurobiological data, as well as theoretical philosophical and methodological principles in the early prediction of modern discoveries of neurobiology, such as volumetric neurotransmission, endocannabinoids, electromechanical neuron - functional morphodynamics of dendrites and synapses, mirror neurons, anticipatory conduction, prediction of grandmother, Monroe neurons ..., solution of the distal synapse problem, explanation of the Schwindt-Krill paradox, nanocellular acceptor of an action result. Along with this, examples of neurocomputing applications in promising discoveries of neurobiology are given. Thus, the need for a mutually bionic interdisciplinary union of neurocomputing and neurobiology is shown, which would make it possible to raise neurocomputing to a new level and breathe new life into it, give it a new look and create new directions.

#### **ПРОИСХОЖДЕНИЕ ИЗВИЛИН МОЗГА. МИКРОСТРУКТУРНОЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ Савельев А.В.**

Журнал «Нейрокомпьютеры: разработка, применение»; издательство «Радиотехника», патентное агентство «©Уникально честное патентование»; факультет государственного управления, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Высоковский механический завод, СДС «Военный регистр», Москва, Россия; gmkristo@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m1232.sudak.ns2020-16/399-400>

Интересно, что причины происхождения извилин полушарий мозга человека почти не исследованы, либо исследованы на достаточно примитивном уровне. С выяснением функциональной роли извилин дела тоже обстоят неважно — на сегодняшний день существует единственная гипотеза, что они необходимы для увеличения поверхности коры головного мозга. Известный простой модельно-физический эксперимент 2016 года Лакшминараянана Махадевана (Lakshminarayanan Mahadevan) из Гарвардского университета (США) [1] также направлен на это. Вопрос о причинах гирификации был поставлен С.В. Медведевым [2], однако, попыток решения его не было предложено. Наиболее близко к решению проблемы подошла группа исследователей из Университета Ньюкасла под руководством Юджиян Ванг (Yujiang Wang), базируясь на гипотезе Д.ван Эссена (David C Van Essen) о натяжении аксонов, проведя исследования на 1000 испытуемых, показали динамику этого натяжения и, следовательно, динамику складчатости коры с возрастом, тем не менее, причины связи функциональной активности нейронов с натяжением не были установлены. Да и сама гипотеза натяжения вызывает вопросы. Прежде всего, какой функциональный смысл этого натяжения? Почему существует именно такая строгая упорядоченность извилин, а не стохастический разброс, который должен был бы быть, если придерживать гипотезы натяжения? Ведь небольшое нарушение этой упорядоченности приводит к тяжёлым патологиям (пахигирия, лиссэнцефалия, полимикрогирия и тд.). Почему увеличение площади коры реализовано таким сложным путём? Цель работы и результаты. Нами была предложена гипотеза образования извилин на основе открытого нами явления вихревого распространения спайков в аксонах нейронов [3], основанного на зависимости характера и степени миелинизации от электрической активности нейронов. Микроуровень, индикатором на котором является миелинизация, связанная с определённой функциональной активностью нейронов, проявляется на макроуровне в виде суперпозиции, отражающейся в специфическом, а поэтому строго упорядоченном рисунке формирования извилин коры головного мозга. Была опубликована в 2009 г. статья в журнале НАН Украины «Искусственный интеллект» и доклад в 2009 г. в материалах международной научной конференции (Москва: Хоста, Сочи) [3], а также серия статей в 2009 г. с описанием смоделированного нами явления вихревого распространения спайка в аксоне нейрона, сформулированной гипотезой определяющей связи миелинизации с электрической активностью аксона и соответствующего описания возможных экспериментов по проверке зависимости характера миелинизации в онтогенезе нейрона при электрической либо химической стимуляции его аксонных разрядов. После этого описанный нами эксперимент самого первого простейшего уровня с большим успехом был воспроизведён в 2011 г. в Национальном институте детского здоровья и развития, Bethesda, США, Hiroaki Wake, Philip R. Lee, R. Douglas Fields и опубликована статья в журнале «Science», что вызвало большой резонанс научной общественности [4]. Таким образом, была показана возможная связь суммарной нейронной активности от микро- до макроуровня с морфогенезом, что детерминирует строгую упорядоченность гирификации.

2. Tallinen T., Jun Young Chung, Rousseau F., Girard N. Lefèvre J., Mahadevan L. On the growth and form of cortical convolutions // Nature Physics. — 2016. — Vol. 12. — No. 6. — P. 588-593.
3. Медведев С.В. Мозг против мозга. Новеллы о мозге. М.: Бослен, 2017. 288 с.

4. Савельев А.В. Открытие вихрей в нервной системе // Материалы международной научной конференции, Москва: Хоста, Сочи, 2009, С. 204-222.
5. Hiroaki Wake, Philip R. Lee R., Fields D. Control of local protein synthesis and initial events in myelination by action potentials // Science, 16 September 2011, V. 333, (6049): P. 1647-1651, отзывы см.: P. 1587-1588, Science Signaling Podcast: 4 (191), ec264.

#### **ORIGIN OF CRINKLE BRAIN CORTEX. MICROSTRUCTURAL AND FUNCTIONAL RESEARCH**

**Saveliev Alexander V.**

Journal "Neurocomputers: development, application"; Radiotekhnika publishing house, patent agency "Uniquely fair patenting"; Faculty of Government Administration; Moscow State University by M.V. Lomonosov, Vysokovsky Mechanical Plant, SDS Military Register, Moscow, Russia; gmkristo@yandex.ru

Interestingly, the causes of the origin of the convolutions of the hemispheres of the human brain are almost not investigated, or investigated at a primitive level. With the elucidation of the functional role of the convolutions, things are also unimportant - today there is the only hypothesis that they are necessary to increase the surface of the cerebral cortex. The well-known simple model-physical experiment of 2016 of Lakshminarayanan Mahadevan from Harvard University (USA) [1] is also aimed at this. The question of the causes of gyrification was posed by S.V. Medvedev [2], however, no attempts were made to solve it. The closest to solving the problem was a group of researchers from the University of Newcastle led by Yujiang Wang, based on the hypothesis of David C Van Essen about axon tension, having conducted studies on 1000 subjects, showed the dynamics of this tension and, therefore, the dynamics of cortical folding with age. However, the reasons for the connection of the functional activity of neurons with tension have not been established. And the tension hypothesis itself raises questions. First of all, what is the functional meaning of this tension? Why is there such a strict ordering of convolutions, a slight violation of which leads to severe pathologies (pachygyria, lissencephaly, polymicrogyria, etc.)? Why is the increase in the area of the cortex realized in such a difficult way?

The purpose of the work and results. We have proposed a hypothesis of the formation of convolutions based on the phenomenon of vortex propagation of spikes in the axons of neurons that we discovered [3], based on the dependence of the nature and degree of myelination on the electrical activity of neurons. The micro level, an indicator of which is myelination associated with a certain functional activity of neurons, manifests itself at the macro level in the form of a superposition reflected in a specific and therefore strictly ordered pattern of the formation of convolutions of the cerebral cortex. An article was published in 2009 in the journal of the NAS of Ukraine "Artificial Intelligence" and a report in 2009 in the materials of an international scientific conference (Moscow: Khosta, Sochi) [3], as well as a series of articles in 2009 describing the phenomenon simulated by us vortex propagation of a spike in the axon of a neuron, formulated by the hypothesis of the determining relationship between myelination and electrical activity of the axon and the corresponding description of possible experiments to test the dependence of the nature of myelination in the ontogenesis of a neuron during electrical or chemical axonal stimulation it discharges. After that, the experiment of the very first simplest level described by us was successfully reproduced in 2011 at the National Institute of Child Health and Development, Bethesda, USA, Hiroaki Wake, Philip R. Lee, R. Douglas Fields and an article was published in the journal Science, which caused a great resonance of the scientific community [4]. Thus, a possible relationship between the total neural activity from the micro to the macro level with morphogenesis was shown, which determines the strict ordering of gyrification.

#### **ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕЙРОИНТЕРФЕЙСА МОТОРНО-ВООБРАЖАЕМОГО ТИПА С БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ**

**Савосенков А.О.<sup>1</sup>, Григорьев Н.А.<sup>1</sup>, Лукоянов М.В.<sup>1,2</sup>, Гордлеева С.Ю.<sup>1</sup>, Казанцев В.Б.<sup>1</sup>**

1-Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия; 2-Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Россия; [andrey.savosenkov@gmail.com](mailto:andrey.savosenkov@gmail.com).

<https://doi.org/10.29003/m1233.sudak.ns2020-16/400-401>

Успешность взаимодействия оператора и нейроинтерфейса можно определить множеством параметров, такими как точность классификации или уровень десинхронизации моторного ритма в момент воображения движений. Однако рассмотреть правильность выполняемых идеомоторных актов и их вклад можно благодаря оценке активации корковых структур, в частности, моторной коры. Так как разрабатываемый интерфейс мозг-компьютер (ИМК) направлен на реабилитационные процедуры людей с нарушением моторных функций верхних конечностей - возбудимость коры является наиболее значимым аспектом оценки результативности идеомоторных тренировок, индивидуально связанным со снижением порога возбуждения во время представления воображаемого движения. Целью работы являлось исследование влияния тренировок оператора в контуре интерфейса мозг компьютер с обратной связью (ОС) на возбудимость моторной коры головного мозга.

В исследовании приняли участие 10 здоровых испытуемых-добровольцев (6 женщин и 4 мужчины) в возрасте 18-28 лет (среднее±стандартное отклонение 22,3±3). Эксперимент представлял собой четырехдневный протокол. В первый день осуществлялось ознакомление испытуемого с противопказааниями, прохождение тестов (САН и Эдинбургский опросник мануальной асимметрии), обучение методике воображения движений и запись тестов работы испытуемого с ИМК без обратной связи. Дальнейшие три дня исследования включали в себя тренировку испытуемого воспроизведению воображаемых движений в ИМК без использования обратной связи и с использованием вибротактильной ОС. Также отдельный день выделялся для контроля тактильной ОС, во время которой обратная связь подается постоянно – вне зависимости от успеха мысленного представления движения испытуемым. Измерение возбудимости коры осуществлялось определением величины моторного ответа, регистрируя электромиограмму со скелетных мышц во время активации моторных зон транскраниальным магнитным



стимулятором в состоянии покоя испытуемого и при воображении движения правой/левой рукой. Результаты показывают, что воображаемые движения повышают возбудимость моторной коры, независимо от типа предшествующей тренировки в контуре ИМК с ОС или без нее. Также были зарегистрированы достоверные различия в изменении возбудимости моторной коры головного мозга и уровне десинхронизации моторного ритма в момент воображения движений.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ соглашение № 19-79-0025400254 и Гранта Президента НШ-2653.2020.2.*

## **RESEARCH OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE MOTOR-IMAGERY NEUROINTERFACE WITH QUICK-RESPONSE FEEDBACK**

**Savosenkov Andrey O.<sup>1</sup>, Grigor'ev Nikita A.<sup>1</sup>, Lukoyanov Maxim V.<sup>1,2</sup>,  
Gordleeva Susanna Yu.<sup>1</sup>, Kazantsev Viktor B.<sup>1</sup>**

1-National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia; 2-Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia; [andrey.savosenkov@gmail.com](mailto:andrey.savosenkov@gmail.com).

The success of the interaction between the operator and the neurointerface can be determined by many parameters, such as the classification accuracy or the level of desynchronization of the motor rhythm at the time of imagination of movements. However, it is possible to consider the correctness of the ideomotor acts performed and their contribution by evaluating the activation of cortical structures, in particular, the motor cortex. Since the developed brain-computer interface (BCI) is aimed at the rehabilitation procedures of people with impaired motor functions of the upper extremities, the excitability of the cortex is the most significant aspect of evaluating the effectiveness of ideomotor training. It individually associated with excitation threshold decrease during the imaginary movement. The aim of the work was to study the effect of operator training in the feedback based brain computer interface on the excitability of the motor cortex.

The study involved 10 healthy subjects (6 women and 4 men) aged 18-28 years (mean  $\pm$  standard deviation  $22.3 \pm 3$ ). The experiment took four days. On the first day, the subjects were introduced to contraindications. Also they had psychological testing and EHI, training in the technique of imagination of movements, and recording BCI trainings without feedback. The next three days of the study included subject's training to reproduce imagery movements in the BCI using vibrotactile feedback and without using a feedback. Also, a separate day was allocated to control the tactile feedback, during which it is constantly provided - regardless of the success of the mental representation of the movement by the subjects. Measurement of the excitability of the cortex was carried out by determining the magnitude of the motor response, recording an electromyogram from skeletal muscles during activation of the motor areas by a transcranial magnetic stimulator at rest of the subject and with the imagination of movement with the right / left hand.

The results show that imagery movements increase the excitability of the motor cortex, regardless of the type of previous BCI training with or without feedback. Significant differences were also registered in changes in the excitability of the motor cortex and the level of desynchronization of the motor rhythm at the time of imagination of movements.

*This work was supported by the RSF agreement No. 19-79-0025400254 and Grant of the President НШ-2653.2020.2.*

## **ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ЖЕНСКИХ ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ НА ЯДЕРНО-ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЕ ОТНОШЕНИЕ В НЕЙРОНАХ АМИГДАЛЫ**

**Садртдинова И.И., Хисматуллина З.Р.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Башкирский государственный университет, Уфа, Россия, [indira.ildarovna@mail.ru](mailto:indira.ildarovna@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1234.sudak.ns2020-16/401-402>

Амигдала является важным звеном репродуктивной системы организма, участвуя в процессах половой дифференциации, полового созревания, регуляции секреции гонад и формирования полового поведения. Переднее кортикальное ядро (СОа) амигдалы относится к числу элементов нейроэндокринной системы мозга, так как его нейроны имеют рецепторы к половым стероидам и реагируют на их уровень изменением своей функциональной активности. В результате различных функциональных состояний клетки – изменяется ее ядерно-цитоплазматическое отношение (ЯЦО). Следовательно, по параметрам ЯЦО принято судить о метаболической активности СОа амигдалы при разных уровнях половых гормонов. Исследование выполнено на половозрелых самках крыс линии WAG/Rij в возрасте 6 мес, массой тела 200–220 г. (контрольная группа (n=10), овариоэктомизированная группа (n=10), третью группу составили овариоэктомизированные животные с последующей заместительной гормональной терапией (ЗГТ) эстрадиолом и прогестероном (n=10)). При работе полностью соблюдались Международные принципы Хельсинкской декларации о гуманном отношении к животным (2000 г.). Вычисляли площади ядер, цитоплазмы с последующим определением ЯЦО. Статистическая обработка данных производилась в программе «Statistica v.10.0». Данные морфометрического исследования в СОа являются свидетельством того, что экспериментально вызванный дефицит половых гормонов приводит к уменьшению площади ядра с  $15,86 \pm 1,61$  до  $12,8 \pm 1,12$  результате \*\*\* мкм<sup>2</sup> (p<0,05). После ЗГТ площадь ядра увеличилась до  $12,06 \pm 0,8$  мкм<sup>2</sup>. Кроме того, после овариоэктомии наблюдали уменьшение площади цитоплазмы с  $16,63 \pm 0,75$  до  $8,89 \pm 0,77$  мкм<sup>2</sup>, а после ЗГТ – увеличение ее площади до  $8,89 \pm 0,77$  результате \*\*\* мкм<sup>2</sup> (p<0,05). Показатели ЯЦО в СОа после овариоэктомии по сравнению с контролем увеличились с  $1,02 \pm 0,04$  до  $1,44 \pm 0,12$ , что говорило о существенном понижении функциональной состоянии нейронов, после ЗГТ уменьшились до  $1,28 \pm 0,02$  (p<0,05), что говорило о повышении функционального состояния нейронов.

Исходя из полученных нами результатов можно сделать следующее заключение: уровень половых гормонов влияет на ядерно-цитоплазматические отношения нейронов СОа. Использование



морфометрических показателей, таких как площадь клетки, её компонентов и ЯЦО нейронов мозга, позволяет более объективно оценивать патологические изменения и переводит исследование на более высокий уровень доказательной медицины.

#### THE INFLUENCE OF THE LEVEL OF FEMALE SEX HORMONES ON THE NUCLEAR CYTOPLASMIC RATIO NEURONS OF AMYGDALA

Sadrtudinova Indira I., Khismatullina Zukhra R.

"Bashkir State University, Ufa, Russia, [indira.ildarovna@mail.ru](mailto:indira.ildarovna@mail.ru)

Amygdala is an important link in the reproductive system of the body, participating in the processes of sexual differentiation, puberty, regulation of the secretion of gonads and the formation of sexual behavior. The anterior cortical nucleus (COa) of the amygdala is one of the elements of the neuroendocrine system of the brain, since its neurons have receptors for sex steroids and react to their level by changing their functional activity. As a result of various functional states of the cell, its nuclear-cytoplasmic ratio (NCR) changes. Therefore, according to the parameters of the NCR, it is customary to judge the metabolic activity of COa amygdala at different levels of sex hormones. The study was performed on female WAG / Rj rats aged 6 months, weighing 200–220 g (control group (n = 10), ovariectomized group (n = 10), the third group consisted of ovariectomized animals followed by hormone replacement therapy (HRT) with estradiol and progesterone (n = 10)). When working, the International principles of the Helsinki Declaration on the Humane Treatment of Animals (2000) were fully respected. The areas of nuclei and cytoplasm were calculated, followed by the determination of NCR. Statistical data processing was performed in the program "Statistica v.10.0". The data of morphometric studies in COa indicate that the experimentally induced deficiency of sex hormones leads to a decrease in the area of nucleus from  $15.86 \pm 1.61$  to  $12.8 \pm 1.12 \mu\text{m}^2$  ( $p < 0.05$ ). After HRT, the area of nucleus increased to  $12.06 \pm 0.8 \mu\text{m}^2$ . In addition, after ovariectomy, a decrease in the area of the cytoplasm from  $16.63 \pm 0.75$  to  $8.89 \pm 0.77 \mu\text{m}^2$  was observed, and after HRT, an increase in its area to  $8.89 \pm 0.77 \mu\text{m}^2$  ( $p < 0.05$ ). Compared to the control, the NCR in COa after ovariectomy increased from  $1.02 \pm 0.04$  to  $1.44 \pm 0.12$ , which indicated a significant decrease in the functional state of neurons, after HRT decreased to  $1.28 \pm 0.02$  ( $p < 0.05$ ), which indicated an increase in the functional state of neurons. Based on our results, we can draw the following conclusion: the level of sex hormones affects the nuclear-cytoplasmic relations of COa neurons. The use of morphometric indicators, such as the area of the cell, its components and the NSR of brain neurons, allows a more objective assessment of pathological changes and takes the study to a higher level of evidence-based medicine.

#### ИЗМЕНЕНИЕ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЛИПИДОВ МОЗГА МЫШЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИЕТЫ

Сажина Н.Н.<sup>1</sup>, Попов И.Н.<sup>2</sup>, Семенова М.Г.<sup>1</sup>, Антипова А.С.<sup>1</sup>, Мартиросова Е. И.<sup>1</sup>, Пальмина Н.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им.

Н.М.Эмануэля РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup>Институт антиоксидантной терапии, Берлин, Германия,

[natnik48s@yandex.ru](mailto:natnik48s@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1235.sudak.ns2020-16/402-403>

В настоящее время большое количество исследований посвящено разработке и созданию эффективных систем доставки незаменимых полиненасыщенных жирных кислот (омега-3 и омега-6) и различных функциональных нутрицевтиков в организм человека через пищевые системы. Одними из таких систем являются нанокомплексы на основе липосом соевого фосфатидилхолина (ФХ) с включенными нутрицевтиками, длительное потребление которых может оказать влияние на антиоксидантный статус различных органов и тканей.

Целью нашей работы было изучение влияния состава функциональной липосомной диеты на антиоксидантную активность (АОА) липидов мозга мышей. Методом термоинициированной хемилюминесценции (ТIC) было проведено исследование изменения АОА липидов мозга 8 групп мышей в зависимости от состава липосом, введенных в их длительную (3 месяца) комплексную диету. Две группы мышей (1 и 8) были контрольными (в начале и конце эксперимента), не потребляющие липосомы. Компонентами 6 видов липосом для остальных групп, кроме ФХ, из которого формировались липосомы, в разном сочетании служили: эфирное масло гвоздики (ЭМГ), рыбий жир и казеинат натрия (Cas-Na). ЭМГ вводилось в липосомы для защиты их от окисления, рыбий жир и ФХ были источниками незаменимых омега-3 и омега-6 жирных кислот. Cas-Na служил защитной питательной белковой оболочкой липосом для лучшей доставки их в организм мышей. Выполнена сравнительная оценка эффективности действия каждой из липосомных диет на АОА липидов мозга мышей *in vivo*.

Результаты работы показали, что диета мышей, содержащая липосомы из ФХ с добавлением в них рыбьего жира, ЭМГ и инкапсулированных белковой оболочкой из Cas-Na, оказалась самой эффективной в отношении увеличения АОА липидов мозга мышей по сравнению с другими диетами и контролем. Вероятно, это объясняется накоплением в липидах мозга мышей очень активного жирорастворимого антиоксиданта эвгенола, содержащегося в ЭМГ. Из рыбьего жира, кроме омега-3 и других жирных кислот, в клетки мозга попадают еще жирорастворимые витамины Е, А и D. Инкапсуляция липосом белковой оболочкой из Cas-Na способствует лучшей доставке антиоксидантов из липосом в клетки мозга и препятствует их расходованию в процессах ПОЛ.

Такую функциональную диету можно рекомендовать для практического использования.

## CHANGE OF ANTI-OXIDATIVE ACTIVITY OF MOUSE BRAIN LIPIDS DEPENDING ON FUNCTIONAL DIET COMPOSITION

**Sazhina Natalya N.<sup>1</sup>, Popov Igor N.<sup>2</sup>, Semenova Maria G.<sup>1</sup>, Antipova Anna S.<sup>1</sup>,  
Martirosova Elena I.<sup>1</sup>, Palmina Nadezhda P.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Emanuel Institute of Biochemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia,

<sup>2</sup>Institute Antioxidative Therapie, Berlin, Germany, [natnik48s@yandex.ru](mailto:natnik48s@yandex.ru)

Today, works on development of liposomal structures based on soy phosphatidylcholine (PC) as containers for delivery of various functional nutraceuticals (substances that are of both nutritive and pharmaceutical value), including essential polyunsaturated  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 fatty acids (PUFAs), antioxidants, vitamins, and organic acids, in tissues and cells of living organisms are of considerable interest. The long-term consumption of these nanocomplexes may induce the change of antioxidant status of various organs and tissues.

The aim of our work was to study the effect of the composition of a functional liposome diet on the antioxidant activity (AOA) of mouse brain lipids. The method of thermo-initiated chemiluminescence (TIC) was used to study changes in the AOA of brain lipids in 8 groups of mice depending on the composition of liposomes introduced into their long-term (3 months) complex diet. Two groups of mice (1 and 8) were control (at the beginning and end of the experiment), not consuming liposomes. The components of 6 types of liposomes for the remaining groups were: PC, from which liposomes were formed; as well as in different combinations: clove essential oil (EOC), fish oil and sodium caseinate (Cas-Na). EOC was introduced into liposomes to protect them from oxidation, fish oil and PC were sources of essential omega-3 and omega-6 fatty acids. Cas-Na served as a protective nutritive protein coat of liposomes for better delivery to mice. A comparative assessment of the effectiveness of the action of each of the liposome diets on AOA of brain lipids of mice *in vivo* was performed.

The results of the work showed that a mice diet containing liposomes from PC with addition of fish oil, EOC and Cas-Na proved to be the most effective in increasing the AOA of mice brain lipids compared to other diets and controls. This is probably due to the accumulation in mice brain lipids of a very active fat-soluble antioxidant eugenol contained in EOC. From fish oil, except omega-3 and other fatty acids, fat-soluble vitamins E, A and D accumulate in brain cells. Encapsulation of liposomes by the protein envelope from Cas-Na contributes to better delivery of antioxidants from liposomes into brain cells and prevents their lipid peroxidation processes.

This functional diet may be recommended for practical use.

## КОРРЕЛЯЦИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЭГ С ОСОБЕННОСТЯМИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ У ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА (РАС).

**Салимова К.Р., Переверзева Д.С., Тюшкевич С.А., Данилина К.К., Мамохина У.А., Горбачевская Н.Л.**

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный психолого-педагогический университет, Москва, Россия. [ksalimova@yandex.ru](mailto:ksalimova@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1236.sudak.ns2020-16/403-404>

Нарушения социального взаимодействия, трудности вербальной и невербальной коммуникации, а также нарушения в эмоциональной и когнитивной сферах, которые наблюдаются при РАС, обусловлены отклонением онтогенетических закономерностей формирования ЦНС (Горбачевская и др, 2016). Было показано (Martineau J. et al., 2008), что в ЭЭГ это может проявляться в виде атипичных спектральных характеристик сенсомоторного ритма. Известно также, что при РАС нарушаются процессы пространственной группировки и интеграции (Переверзева Д.С., 2013).

Целью настоящего исследования было изучение особенностей ЭЭГ у детей с РАС, а также их связи с особенностями пространственных представлений. Дети 7-9 лет с диагнозом РАС проходили тестирование с помощью методики КАВС-II, использовались субтесты «Треугольники» и «Счет блоков». Они оценивают понимание ребенком пространственных отношений, способность к зрительному конструированию, а также пространственное восприятие. Параллельно у всех детей проводили запись ЭЭГ. Параметры фоновой ЭЭГ при закрытых глазах у всех детей сравнивались с базой нормативных ЭЭГ-данных. Кроме того, исследовалась корреляция спектральных характеристик ЭЭГ с баллом по субтестам «Треугольники» и «Счет блоков».

ЭЭГ детей с РАС отличалась от ЭЭГ нормотипичных детей того же возраста достоверно повышенным уровнем бета-2 активности. Корреляция значений показателей по субтесту «Треугольники» с параметрами спектральной плотности ЭЭГ выявила, что у детей, лучше выполняющих этот субтест, наблюдалось достоверное увеличение спектральной мощности сенсомоторного ритма в основном (11-13 Гц) и бета- (14-15 Гц) диапазонах в центральных зонах коры. Корреляция показателей по субтесту «Блоки» с параметрами спектральной плотности ЭЭГ также выявила более высокие значения спектральной мощности мю-ритма в бета-диапазоне частот (15-18 Гц) в теменно-центральных зонах коры головного мозга. Согласно полученным данным, можно предположить, что ЭЭГ детей с РАС с более развитыми пространственными способностями характеризуется большей представленностью сенсомоторного ритма в альфа и бета-1 полосах частот.

## EEG SPECTRAL CHARACTERISTICS AND THEIR RELATIONSHIP WITH VISUAL-SPATIAL ABILITIES IN CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS.

**Salimova Ksenia R., Pereverzeva Daria S., Tyushkevich Svetlana A., Danilina Kamilla K.,  
Mamokhina Ulyana A., Gorbachevskaya Natalia L.**

Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia, [ksalimova@yandex.ru](mailto:ksalimova@yandex.ru)

Impaired social interaction, difficulties in verbal and nonverbal communication, as well as impairments of emotional and cognitive spheres, typical for autism spectrum disorders (ASD), are caused by abnormal ontogenetic development of the central nervous system (Gorbachevskaya et al., 2016). Martineau et al. showed (Martineau J.

et al., 2008) that abnormal spectral characteristics of sensorimotor rhythm may reflect these impairments. It is also known that children with ASD have a deficit in spatial grouping and integration (Pereverzeva D.S., 2013).

The aim of the study was to evaluate EEG characteristics as well as their relationship with special-visual abilities in children ASD. Children of 7-9 years old diagnosed ASD were tested KABC-II. We used "Triangles" and "Block counting" subtests, as they evaluate the child's understanding of spatial relationships and abilities for constructing and spatial perception. Apart from that, all children were recorded EEG. EEG parameters with eyes closed were compared with the EEG database. In addition, we correlated EEG spectral characteristics with "Triangles" and "Block Count" scores.

EEG of ASD children was characterized by a significantly increased level of beta-2 activity. We revealed a significant positive correlation between the "Triangles" score and EEG spectral power of the sensorimotor rhythm in the typical (11-13 Hz) and beta (14-15 Hz) ranges in the central zones of the cortex. There also was a significant positive correlation between "Block counting" subtest score and EEG spectral power of mu rhythm in the beta frequency range (15-18 Hz) in the parietal-central zones. According to the obtained data it may be assumed, that EEG of ASD children with more developed spatial abilities is characterized by a higher representation of the sensorimotor rhythm in the alpha and beta-1 frequency bands.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВКЛАДА ПЕРЕКРЫТИЯ ОЧАГА ИНСУЛЬТА И КОРТИКО-СПИНАЛЬНОГО ТРАКТА В РЕАБИЛИТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМ ИНСУЛЬТОМ**

**Салтыкова А.Д.<sup>1</sup>, Куликова С.П.<sup>2</sup>, Назарова М.А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Пермь, Россия, [ADSaltykova@hse.ru](mailto:ADSaltykova@hse.ru); <sup>2</sup>Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Пермь, Россия, [SPKulikova@hse.ru](mailto:SPKulikova@hse.ru); <sup>3</sup>Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Пермь, Россия, [mnazarova@hse.ru](mailto:mnazarova@hse.ru).

<https://doi.org/10.29003/m1237.sudak.ns2020-16/404-405>

Понимание нейрональных механизмов восстановления двигательных функций после инсульта необходимо для выбора оптимальных терапевтических и реабилитационных подходов. Одним из широко используемых, но в тоже время неоднозначных МРТ маркеров является так называемая очаговая нагрузка на кортикоспинальный тракт (КСТ). Этот показатель соответствует объему перекрытию очага и КСТ, который отвечает за проведение сигналов, связанных с моторной деятельностью. Неудивительно, что более высокие показатели повреждения КСТ влекут за собой более выраженный дефицит двигательных функций. Однако, не до конца ясно, насколько можно использовать данный показатель для дифференциации между пациентами с различными моторными исходами. Предыдущие исследования показали, что показатели диффузионной МРТ, такие как фракционная анизотропия (ФА) во внутренней капсуле КСТ, могут успешно использоваться для прогнозирования восстановления двигательных функций после инсульта. Однако такие параметры требуют сбора дополнительных данных и проведения дополнительного анализа. В то же время, объем и локализация очага могут быть измерены автоматически на основе только T1-взвешенных структурных изображений, что делает их привлекательными кандидатами для использования в клинической практике. В этом исследовании мы проанализировали, может ли очаговая нагрузка на КСТ успешно объяснить двигательное восстановление в группе пациентов с хроническим ишемическим инсультом. Очаги инсульта были автоматически идентифицированы на структурных T1-взвешенных изображениях с использованием пакета LINDA. LINDA использует сигнал как от самого вокселя, так и от его соседей, с помощью классификатора на основе случайного леса, определяет границу очага, последовательно увеличивая разрешение изображения с низкого до высокого (Pustina et al., 2016). Далее объем перекрытия очага инсульта и КСТ были рассчитаны автоматически с использованием программного пакета PALS (Ito et al., 2018). Полученные результаты были использованы для классификации пациентов по трём группам двигательного восстановления с использованием дерева решений J48 из программного обеспечения WEKA. Однако точность классификации была намного ниже по сравнению с результатами классификации, основанными на другом широко используемом МРТ параметре: асимметрии фракционной анизотропии во внутренней капсуле КСТ.

### **EXPLORING THE CONTRIBUTION OF THE LESION LOAD OF THE CORTICOSPINAL TRACT TO STROKE RECOVERY IN CHRONIC STROKE PATIENTS**

**Saltykova Anastasiia D.<sup>1</sup>, Kulikova Sofya P.<sup>2</sup>, Nazarova Maria A.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>National Research University Higher School of Economics, Perm, Russia, [ADSaltykova@hse.ru](mailto:ADSaltykova@hse.ru);

<sup>2</sup>National Research University Higher School of Economics, Perm, Russia, [SPKulikova@hse.ru](mailto:SPKulikova@hse.ru);

<sup>3</sup>National Research University Higher School of Economics, Perm, Russia, [mnazarova@hse.ru](mailto:mnazarova@hse.ru).

Understanding neurological mechanisms of motor recovery after stroke is important for selecting appropriate therapeutic and rehabilitation strategies. One of the most widely-used but yet rather controversial MRI predictors is a co-called lesion load on the cortico-spinal tract (CST). This metric corresponds to the overlap between the volumes of the lesion and the cortico-spinal tract which is responsible for conducting neuronal signals that lead to motion generation. Not surprisingly higher lesion loads are associated with higher stroke-related motor deficits. However, it is not fully clear whether lesion load could be reliably used to make fine differentiation between patients' groups with different motor outcomes. Previous studies suggest that diffusion MRI metrics, like fractional anisotropy in the internal capsule of the CST, may be used as reliable parameters to predict motor outcome after stroke. Yet, such parameters require acquisition of additional data (diffusion MRI sequences) and performing additional analysis. At the same time, lesion load could be measured based only on T1-weighted structural images in a fully automatic way making it an appealing candidate for use in clinical practice. In this study we evaluated the potential of the lesion load to explain the motor outcome in a cohort of patients with chronic ischemic stroke. Lesions were automatically identified on structural T1-weighted images using LINDA package. LINDA considers



both the signal in the voxel itself and the signal of neighboring voxels and performs hierarchical improvements of lesion estimation from low to high resolution using random forests classifiers (Pustina et al., 2016). Once lesions are identified, lesion loads on CST were calculated automatically using PALS software package (Ito et al., 2018). Finally, the obtained results were used to classify patients according to their motor outcome using decision tree classifier J48 implemented in WEKA software. However, the classification accuracy was much lower compared to the classification results based on another widely accepted MRI parameter: asymmetry of the fractional anisotropy in the internal capsule of the CST.

## ИЗУЧЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ФУНКЦИЯМИ ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Саранцева Е. И.<sup>1</sup>, Искра Т. Д.<sup>1</sup>, Наволокин Н. А.<sup>1,2</sup>, Широков А. А.<sup>1,3</sup>

Тучин В. В.<sup>1</sup>, Семьякина-Глушковская О. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», Саратов, Россия, [sophora68@mail.ru](mailto:sophora68@mail.ru); <sup>2</sup>Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского, Саратов, Россия; <sup>3</sup>Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов Российской академии наук, Саратов, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1238.sudak.ns2020-16/405>

Более двух тысячелетий в нейрофизиологии считалось, что лимфатические сосуды в мозге отсутствуют. Однако в 2015 году были опубликованы результаты, доказывающие их существование (Nature 2015, 523, 337–341). В связи с этим появились новые пути изучения неизвестных ранее процессов, происходящих в тканях мозга. В результате наших экспериментов получены первые результаты, указывающие на присутствие лимфатических сосудов в периваскулярных пространствах, их тесной анатомической и функциональной связи с церебральной, менингеальной и периферической лимфатической системами. Принципиально новой идеей является изучение так называемого «лимфатического окна» в тканях мозга. Эта идея основана на предварительных результатах о «лимфатическом входе» макромолекул со стороны периферической лимфатической системы в менингеальные и церебральные лимфатические сосуды.

Новым подходом является изучение лимфатического очищения мозга, в частности, от метаболитов, продуктов крови после внутримозговых кровоизлияний или от макромолекул, попадающих в ткани мозга по причине нарушения проницаемости гематоэнцефалического барьера (ГЭБ). Для понимания этих процессов нами впервые были разработаны специальные подходы для визуализации прозрачных лимфатических сосудов в оболочках мозга с применением оптической когерентной томографии и флуоресцентной микроскопии.

На основании полученных результатов будут разработаны прорывные технологии управления очистительными и дренажными функциями лимфатической системы мозга для нейрореабилитационной медицины.

*Исследования поддержаны грантами РНФ: 17-15-01263; 18-15-00172; 17-75-20069; 18-75-10033, 19-15-00201; грантом Министерства образования и науки 17.1223.2017/ПЧ; грантами РФФИ: 17-02-0058/18 и 19-515-55016 Китай\_а.*

## STUDYING AND MANAGING THE FUNCTIONS OF THE LYMPHATIC SYSTEM

Sarantseva Elena I.<sup>1</sup>, Iskra Tatiana D.<sup>1</sup>, Navolokin Nikita A.<sup>1,2</sup>, Shirokov Alexander A.<sup>1,3</sup>, Tuchin Valeriy V.<sup>1</sup>,  
Semyachkina-Glushkovskaya Oxana V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Saratov State University named after N. G. Chernyshevsky, Saratov, Russian Federation, [sophora68@mail.ru](mailto:sophora68@mail.ru);

<sup>2</sup>Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, Saratov, Russian Federation; <sup>3</sup>Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms, Russian Academy of Sciences (IBPPM RAS), Saratov, Russian Federation

For more than two millennia in neurophysiology, it has been thought that there are no lymph vessels in the brain. However, in 2015, results proving their existence were published in fundamental articles (Nature 2015, 523, 337–341). In this regard, appeared new ways of studying previously unknown processes occurring in the brain tissue. As a result of our experiments we proved presence of lymphatic vessels in the perivascular spaces and uncovered their anatomical and functional connection with the cerebral, meningeal, and peripheral lymphatic systems. Fundamentally new method is to study the so-called "lymphatic window" in the brain tissue. This idea is based on preliminary results on the "lymphatic entry" of macromolecules from the peripheral lymphatic system into the meningeal and cerebral lymphatic vessels.

A new approach is the study of lymphatic cleansing of the brain, in particular, from metabolites, blood products after intracranial hemorrhage, or from macromolecules that enter the brain tissue due to a violation of the permeability of the blood-brain barrier (BBB). To understand these processes, we first developed special approaches for visualizing transparent lymphatic vessels in the meninges using optical coherence tomography and fluorescence microscopy. Based on this results, breakthrough technologies for controlling the cleansing and drainage functions of the lymphatic system of the brain for neurorehabilitation medicine will be developed.

*The research is supported by grants from the Russian Science Foundation: 17-15-01263; 18-15-00172; 17-75-20069; 18-75-10033, 19-15-00201; Grant of the Ministry of Education and Science 17.1223.2017 / PC; RFBR grants: 17-02-0058 / 18 and 19-515-55016 China\_a.*



## РОЛЬ ГЛИАЛЬНЫХ КЛЕТОК В НЕЙРОПАТОЛОГИИ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ НАРУШЕНИЯМИ ЭКСПРЕССИИ ГЕНА *NTE* ЧЕЛОВЕКА

Саранцева С.В., Мелентьев П.А., Рябова Е.В., Комиссаров А.Е., Жмуйдина Д.Р.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального Исследовательского центра «Курчатовский институт», Гатчина, Орлова роща, стр.1., Россия, [Sarantseva\\_SV@pnpi.nrcki.ru](mailto:Sarantseva_SV@pnpi.nrcki.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1239.sudak.ns2020-16/406>

Глиальные клетки (ГК) являются наиболее распространенными клетками ЦНС млекопитающих и составляют до 90% от общего количества клеток мозга, обеспечивая питание и нормальное функционирование нейронов, а также поддерживают постоянство среды вокруг них. Глия играет роль электрического изолятора, а также служит пространственным барьером для распространения медиаторов и ионов, участвует в навигации роста нейронов. Благодаря своей способности к делению в течение всей жизни организма ГК участвуют в процессе восстановления и регенерации нервной ткани. ГК являются не только «опорными» клетками для нейронов, но также регулируют важные аспекты развития и функционирования нервной системы.

Основная цель работы - изучение роли глиальных клеток в развитии нейропатологических процессов, лежащих в основе нейродегенеративных заболеваний человека, обусловленных нарушениями в работе гена нейротоксичной эстеразы (neuropathy target esterase, *NTE*). Ген *NTE* играет важную роль в развитии синдрома отложенной нейротоксичности (organophosphorus compound-induced delayed neuropathy, OPIDN), вызванной интоксикацией фосфорорганическими соединениями, а также мутации в нем приводят к развитию одной из форм наследственной спастической параплегии (НПС, HSP 39) и ряду синдромов.

Плодовую мушку *Drosophila melanogaster* успешно используют в качестве модельного организма для исследования функции глии в процессе развития. Использование *Drosophila melanogaster* дает возможность изучать различные нейрон – глия взаимодействия в интактном организме, а использование широкого набора молекулярно-генетических методов позволяет исследовать фундаментальные вопросы природы ГК в норме и патологии.

В работе использованы два основных экспериментальных подхода: экспрессия в *Drosophila* гена *NTE* человека, а также изучение гена *swiss cheese* (*sws*) *Drosophila*, ортолога гена *NTE*. Мутации в *sws* приводят к ранней гибели, прогрессирующей с возрастом нейродегенерации в мозге, апоптозу нейронов и глиальных клеток, и образованию многослойной глиальной мембраны. Интересен тот факт, что *sws* ведет себя автономно в нервных и ГК, так дегенерация в нейропиле предотвращалась только при гиперэкспрессии *sws* в нейронах, а образование аномальных складчатых структур блокировалось гиперэкспрессией *sws* только в глиальных клетках.

Показана роль разных подтипов глиальных клеток в развитии нейродегенерации, окислительного стресса, продолжительности жизни и поведения.

## THE ROLE OF GLIAL CELLS IN NEUROPATHOLOGY CAUSED BY IMPAIRED EXPRESSION OF THE HUMAN *NTE* GENE

Sarantseva Svetlana V., Melentev Pavel A., Ryabova Elena V., Komissarov Artem E., Zhmujdina Darya R.

Petersburg Nuclear Physics Institute named by B.P. Konstantinov of National Research Centre  
«Kurchatov Institute», Gatchina, Russia, [Sarantseva\\_SV@pnpi.nrcki.ru](mailto:Sarantseva_SV@pnpi.nrcki.ru)

Glial cells are the most common mammalian CNS cells and account for up to 90% of the total number of brain cells, providing nutrition and normal functioning of neurons, as well as maintaining the constancy of the environment around them. Glia plays the role of an electrical insulator, and also serves as a spatial barrier for the propagation of mediators and ions, and participates in the navigation of neuronal growth. Due to their ability to divide throughout the life of the body, glial cells participate in the process of restoring and regenerating nervous tissue. Glial cells are not only "support" cells for neurons, but also regulate important aspects of the development and functioning of the nervous system.

The main goal of the work is to study the role of glial cells in the development of neuropathological processes underlying human neurodegenerative diseases caused by disorders in the neurotoxic esterase gene (neuropathy target esterase, *NTE*). The *NTE* gene plays an important role in the development of delayed neurotoxicity syndrome (organophosphorus compound-induced delayed neuropathy, OPIDN), caused by intoxication with organophosphorus compounds, as well as mutations in it lead to the development of a form of hereditary spastic paraplegia (NPS, HSP 39) and a number of syndromes.

The fruit fly *Drosophila melanogaster* is successfully used as a model organism for the study of glia function during development. The use of *Drosophila melanogaster* makes it possible to study various neuron-glia interactions in an intact organism, and the use of a wide range of molecular genetic methods allows us to investigate fundamental questions about the nature of glial cells in norm and pathology.

Two main experimental approaches were used: the expression of the human *NTE* gene in *Drosophila*, as well as the study of the *swiss cheese* (*sws*) *Drosophila* gene, an orthologous *NTE* gene. Mutations in *sws* lead to early death, progressive with age neurodegeneration in the brain, apoptosis of neurons and glial cells, and the formation of a multilayer glial membrane. An interesting fact is that *sws* behaves autonomously in neural and glial cells, so degeneration in the neuropil was prevented only by overexpression of *sws* in neurons, and the formation of abnormal folded structures was blocked by overexpression of *sws* only in glial cells.

The role of different subtypes of glial cells in the development of neurodegeneration, oxidative stress, life expectancy and behavior is shown.

## **ВЛИЯНИЕ МЕТИЛОБОГАЩЕННОЙ ДИЕТЫ МАТЕРИ НА ЭКСПРЕССИЮ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ АБСАНС-ЭПИЛЕПСИИ И КОМОРБИДНОЙ ДЕПРЕССИИ У ВЗРОСЛОГО ПОТОМСТВА**

**Саркисова К.Ю., Габова А.В., Федосова Е.А., Шацкова А.Б.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия, [karine.online@yandex.ru](mailto:karine.online@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1240.sudak.ns2020-16/407>

Многочисленные данные свидетельствуют о том, что воздействие средовых факторов на ранних стадиях онтогенеза может оказать существенное влияние на фенотип взрослого потомства посредством эпигенетических модификаций экспрессии генов. Метилирование ДНК является одним из наиболее изученных эпигенетических механизмов регуляции экспрессии генов, и этот процесс находится под влиянием факторов окружающей среды. Нарушения метилирования ДНК обнаружены при многих неврологических и психических заболеваниях, включая эпилепсию и депрессию. В этой связи особый интерес представляют экспериментальные исследования возможности эпигенетической коррекции генетически обусловленных патологий с помощью метилобогатых диет, влияющих на метилирование ДНК и экспрессию генов. Цель настоящей работы – выяснить, может ли метилобогатая диета матери на ранних стадиях развития вызвать коррекцию генетической абсанс-эпилепсии и коморбидной депрессии у взрослого потомства крыс линии WAG/Rij. Для достижения этой цели самкам крыс линии WAG/Rij предоставляли контрольную диету или метилобогатую диету (холин, бетаин, фолиевая кислота, витамин B12, L-метионин, цинк) в течение одной недели до спаривания, во время беременности и в течение одной недели после рождения детенышей. Регистрацию ЭЭГ и поведения в тестах вынужденного плавания и предпочтения сахарозы проводили у 7-месячного потомства крыс линии WAG/Rij. Обнаружено, что у взрослого потомства крыс линии WAG/Rij, рожденного матерями, потреблявшими метилобогатую диету, симптомы абсанс-эпилепсии (число пик-волновых разрядов) и коморбидной депрессии (длительность иммобильности в тесте вынужденного плавания и предпочтение сахарозы) были выражены значительно меньше по сравнению с потомством крыс линии WAG/Rij, рожденного матерями, потреблявшими контрольную диету. Материнская метилобогатая диета не оказывала значимого влияния на среднюю длительность пик-волновых разрядов и длительность плавания. Результаты свидетельствуют о том, что метилобогатая диета матери на пренатальной и ранней постнатальной стадиях онтогенеза препятствует развитию генетически детерминированного патологического фенотипа у потомства, и указывают на роль эпигенетических механизмов в патогенезе генетической абсанс-эпилепсии и коморбидной депрессии. *Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-015-00327а.*

## **THE EFFECTS OF MATERNAL METHYL-ENRICHED DIET ON THE EXPRESSION OF GENETIC ABSENCE EPILEPSY AND COMORBID DEPRESSION IN ADULT OFFSPRING**

**Sarkisova Karine Yu., Gabova Alexandra V., Fedosova Ekaterina A., Shatskova Alla B.**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, [karine.online@yandex.ru](mailto:karine.online@yandex.ru)

Numerous data indicate that environmental factors at the early stages of ontogenesis can exert substantial effect on the phenotype of adult offspring through epigenetic modifications of gene expression. DNA methylation is one of the most studied epigenetic mechanisms of the regulation of gene expression, and this process is affected by environmental factors. Impairments of DNA methylation were found in many neurological and psychiatric diseases, including epilepsy and depression. In this regard, experimental studies on the possibility for epigenetic correction of genetically-based pathologies using methyl-enriched diets that affect DNA methylation and gene expression are of particular interest. The aim of this work is to find out whether maternal methyl-enriched diet early in development can produce a correction of genetic absence epilepsy and comorbid depression in adult offspring of WAG/Rij rats. To achieve this goal, females of WAG/Rij rats were fed control diet or methyl-enriched diet (choline, betaine, folic acid, vitamin B12, L-methionine, zinc) for one week before mating, during pregnancy and for one week after birth of pups. Registration of EEG and behavior in the forced swimming and sucrose preference tests was performed in 7 months old offspring of WAG/Rij rats. It has been found that in adult offspring of WAG/Rij rats born to mothers fed methyl-enriched diet, the symptoms of absence epilepsy (mean number of spike-wave discharges) and comorbid depression (immobility time in the forced swimming test and sucrose preference) were expressed significantly less compared with offspring of WAG/Rij rats born to mothers fed control diet. Maternal methyl-enriched diet did not exert significant effect on the mean duration of spike-wave discharges and the duration of swimming. Results suggest that maternal methyl-enriched diet at the prenatal and early postnatal stages of ontogenesis counteracts the development of genetically determined pathologic phenotype in offspring, and highlight the role of epigenetic mechanisms in the pathogenesis of genetic absence epilepsy and comorbid depression. *The reported study was funded by RFBR, project number 20-015-00327a.*

## **КОГНИТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МОЗГА**

**Сафонов Н.Е., Мышкин И.Ю., Атаманова М.А.**

ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова», Ярославль, Россия  
(150057, Ярославль, пр-д Матросова, 9), [myshkin@uniyar.ac.ru](mailto:myshkin@uniyar.ac.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1241.sudak.ns2020-16/407-408>

В качестве рабочей гипотезы мы приняли положение о том, что разнообразие, «сложность» периодических электрических процессов мозга отражает не его только функциональное состояние, но и определяет продуктивность и успешность когнитивной деятельности. Мерой оценки сложности ЭЭГ может быть ее корреляционная размерность.

В серии экспериментов, у испытуемых в состоянии бодрствования в покое регистрировали ЭЭГ в лобном, теменном и затылочном отведениях, монополярно в обеих полушариях по системе 10-20. В среднем величины корреляционной размерности для всей выборки составили от 4,8 до 5,9. В дальнейшем, была проанализирована связь показателя корреляционной размерности ЭЭГ и суммарного критерия уровня интеллекта – IQ, который измеряли с помощью компьютерного варианта теста Амтхауэра. Полученные в результате обработки теста Амтхауэра данные показали, что в экспериментальной группе испытуемых количественные показатели уровня интеллекта - IQ, составили от 86 до 110 баллов; среднее значение IQ - 97 баллов. Таким образом, выборка в основном была представлена лицами со средней величиной коэффициента IQ. Была обнаружена нелинейная связь уровня интеллекта, определяемого по коэффициенту IQ и индивидуальными величинами уровня корреляционной размерности ЭЭГ. Значимую корреляцию выявили только между показателем интеллекта – IQ и величинами CD ЭЭГ лобных областей ( $r = +0,38$ ,  $r = +0,26$ ). Для других областей тенденция тоже была положительной, но не значимой. Это вполне объяснимо. Г. Айзенк (1995) рассматривая понятие интеллекта, выделяет его наиболее фундаментальную часть - биологический интеллект. В природе этого компонента важную роль играет генетический фактор. В тесте Амтхауэра интеллект рассматривается как подструктура в целостной структуре личности. Эта субструктура является упорядоченной целостностью умственных способностей, которые формируются и проявляются в деятельности. На их диагностику и направлены 9 субтестов методики. Поэтому показатель IQ может быть обусловлен не только индивидуальными предпосылками, но и факторами научения, которые диагностирует тест.

#### **COGNITIVE PROCESSES AND INDIVIDUAL ELECTRIC ACTIVITY OF THE BRAIN**

**Safonov Nikita.E., Myshkin Ivan.Yu., Atamanova Maria.A.**

FSBEI HPE Yaroslavl State University named after P.G. Demidova", Yaroslavl, Russia  
(150057, Yaroslavl, 9 Matrosova Ave.), myshkin@uniyar.ac.ru

As a working hypothesis, we accepted the position that the diversity, "complexity" of the periodic electrical processes of the brain reflects not only its functional state, but also determines the productivity and success of cognitive activity. A measure of the complexity of an EEG can be its correlation dimension.

In a series of experiments, in subjects in a state of wakefulness at rest, EEG was recorded in the frontal, parietal and occipital leads, unipolar in both hemispheres according to the 10-20 system. On average, the values of the correlation dimension for the entire sample were from 4,8 before 5,9. Further, the relationship between the correlation dimension of the EEG and the total criterion of the level of intelligence - IQ, which was measured using the computer version of the Amthauer test, was analyzed. The data obtained as a result of processing the Amthauer test showed that in the experimental group of subjects quantitative indicators of the level of intelligence - IQ, ranged from 86 to 110 points; the average IQ is 97 points. Thus, the sample was mainly represented by individuals with an average IQ. A nonlinear relationship was found between the level of intelligence, determined by the IQ coefficient and individual values of the level of the correlation dimension of the EEG. A significant correlation was revealed only between the intelligence index - IQ and CD values of EEG of the frontal areas ( $r = +0,38$ ,  $r = +0,26$ ). For other areas, the trend was also positive, but not significant. This is understandable. G. Eisenck (1995) examining the concept of intelligence, highlights its most fundamental part - biological intelligence. In the nature of this component, an important role is played by the genetic factor. In the Amthauer test, intelligence is seen as a substructure in a holistic personality structure. This substructure is an ordered integrity of mental abilities that are formed and manifest in activity. 9 subtests of the technique were directed to their diagnosis. Therefore, the IQ indicator can be determined not only by individual prerequisites, but also by learning factors that the test diagnoses.

#### **ЛОШАДЬ И СТРЕСС: ПРОВОКАЦИЯ И РЕЛАКСАЦИЯ**

**Святловская Е.А., Никонова Е.А.**

Детский парк "Фили" семейный клуб "Кукувайя", Москва, Россия

В течение нескольких лет мы работали над программой для обучения верховой езде людей (детей и взрослых), которые испытывают при обучении серьезные трудности, не имея явных физических и/или психических противопоказаний.

Первым существенным результатом было выделение группы всадников, страдающих неврозом, который не проявляется остро, а просто существенно снижает качество жизни, сказываясь в общей тревожности, соматических проявлениях. Работа велась на детских группах, и мы обнаружили, что верховая езда проявляет проблему, подспудно серьезно снижающую качество жизни в обычных обстоятельствах, обостряя ее до состояния, в котором с ней становится возможно взаимодействовать, ослабляя или вовсе убирая симптомы в процессе тренировок.

Темой предлагаемого доклада является другое, выявленное нами явление, которое оказалось чрезвычайно распространенным, несмотря на то, что нам не удалось найти ни одного упоминания об этом в специальной литературе по спорту.

Речь идет о слабых нарушениях схемы тела, которые никак не привлекают к себе внимания в обычной жизни. В психиатрической литературе описаны только очень грубые нарушения схемы тела, связанные с тяжелыми психическими заболеваниями. Мы в своей работе обнаружили слабые, практически не воспринимаемые человеком нарушения, которые, однако, мешают ему адекватно и полноценно пользоваться своим телом в ситуациях, требующих максимальной координации и контроля.

Причины появления этой проблемы, по-видимому, могут быть разные. В частности, одной из таких причин могут быть перенесенные травмы. У нас в культуре присутствует установка на игнорирование боли, но одновременно возникает и игнорирование травмированного органа. В результате на практике мы столкнулись с тремя случаями, когда человек недостаточно пользовался ногой, которая была когда-то сломана, не потому, что сохранялись физические последствия травмы, а потому, что он был

психологически не готов полностью вернуть себе функционал травмированной ноги. Во всех трех случаях нога стала работать заметно эффективнее после 4-5 занятий, что и позволяет предположить психологическое происхождение проблемы. Интересно, что медицинские, физиотерапевтические и методы лечебной физкультуры уже не могли снять это «недоощущение».

Другой распространенной проблемой оказалось смещение субъективного чувства опоры. По нашим предположениям это явление идет из детства, когда только формируется схема тела и почему-то это формирование не достигает полного развития.

Возможно одной из причин появления таких нарушений является простая задержка или искажение развития, которые могут быть связаны с гиподинамией детей в современном обществе. Если это так, то проблема будет расширяться и нарастать. Хотелось бы привлечь внимание тренеров и исследователей к этому явлению.

### **HORSE AND STRESS: PROVOCATION AND RELAXATION**

**Sviatlovskaya Eugenia A., Nikonova Eugenia A.**

Children's Park Fili, Family Club Kukuvaia, Moscow, Russia

During some years we were developing a program of teaching horse riding for people (children and adults) who have serious problems in mastering the specific skills, in spite of absence of any obvious physical or mental obstacles.

Our first result was identifying some groups of different even opposite kinds of problems. The first group we had a success with consisted of children, who had minor neurosis or chronic anxiety, which wasn't very strong in the everyday life, but significantly reduced the quality of life. In that cases horse riding made the problem obvious and let influence on it through special exercises and organizing of work. Our approach has reduced or removed the symptoms from their lives not only in the riding hall but at school and home as well.

In this report we are trying to describe another quite common case which, as far as we were able to find out, had not been described in any published articles about training in sports. We speak about minor disorders in perception of the body schema, people never pay attention to, but they can influence their learning abilities in sports.

In psychiatric books severe disorders of that kind are described in connection to severe mental illness. In our work we found minor, almost insensible for the person disorders, which nevertheless manifest themselves in stressful situations, requiring maximum of coordination and control.

We can assume there is not one cause of this effect. For example, we have worked with three cases, when people had difficulties after breaking legs. Our clients didn't use their legs properly, even though there weren't any real physical consequences. In those three cases we managed to improve the riding considerably in 4-5 lessons, that's why we consider the problem as psychological, not physiological.

Another widely spread problem is subjective displacement of "support feeling". According to our assumptions this displacement can grow from the very young age, when the body schema was just developing. There must be some causes prevent this development from completing. The increasing hypodynamia in modern society may be one of them. If we are right, the phenomena is going to become even more common. We think it's important to attract attention of coaches and riders to the problem.

### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОГРАММЫ MBSR ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЙ СФЕРЫ СПОРТСМЕНОВ СПОРТИВНЫХ СБОРНЫХ КОМАНД РОССИИ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД**

**Севостьянова М.С.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный сибирский научно-клинический центр  
Федерального медико-биологического агентства», Красноярск, Россия; [SevostyanovaMS@yandex.ru](mailto:SevostyanovaMS@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1242.sudak.ns2020-16/409-410>

В предсоревновательный и соревновательный периоды даже у опытных спортсменов с высокими показателями жизнестойкости под влиянием ситуационных стресс факторов, в условиях неопределенности, морально-психологического давления и необходимости экстренной мобилизации могут случаться проблемы с саморегуляцией, доходящие до «срывов», в результате чего спортсмену затруднительно войти в оптимальное боевое состояние на старте и показать максимальные спортивные результаты.

С приближением соревнований степень нервно-психического напряжения спортсмена стремительно нарастает, дисфункциональные состояния усугубляются, а репертуар техник экстренной самопомощи у большинства атлетов, к сожалению, ограничен. Обучение индивидуальному психотехническому минимуму играет ключевую роль в психологической подготовке к стартам. Вооружая спортсмена техниками самопомощи, важно ориентироваться на возможность их реализации в соревновательных условиях – доступность (не требуется каких-либо дополнительных средств для реализации) и простоту (принцип действия и польза упражнения должны быть понятны самому спортсмену). Данным критериям в полной мере соответствуют современные практики, ориентированные на концепцию «осознанности».

В рамках обеспечения психологической подготовки к соревнованиям спортсменов высшей квалификации на базе Федерального сибирского научно-клинического центра ФМБА России (г. Красноярск) 32 спортсменки спортивных сборных команд РФ по различным видам спорта принимали добровольное участие в программе снижения стресса на основе практик осознанности (программа MBSR - Mindfulness-Based Stress Reduction). Всего было пройдено 10 сеансов продолжительностью 60 минут каждый с периодичностью 3 раза в неделю. Показатели стресса оценивались до и после программы с помощью «Шкалы психологического стресса PSM-25» и методики «Оценка нервно-психического напряжения (Т.А. Немчина)». Контрольная группа представлена спортсменками спортивных сборных команд России, не принимавшими участие в программе (n=30). Эффективность программ оценивалась с помощью Т-критерия Вилкоксона. Были



обнаружены статистически достоверные различия выраженности уровня стресса и степени нервно-психического напряжения до и после занятий (Тэмп=30,5, Тэмп=5,5), что свидетельствует об эффективности программы MBSR для стабилизации психоэмоциональной сферы спортсменов в соревновательный период.

## **EVALUATION OF THE MBSR PROGRAM EFFICIENCY FOR STABILIZATION OF THE PSYCHOEMOTIONAL SPHERE OF THE RUSSIAN NATIONAL SPORTS TEAMS DURING THE COMPETITIVE PERIOD**

**Sevostyanova Mariia S.**

The Federal State-Financed Institution Federal Siberian Research Clinical Centre, Federal Medical Biological Agency of Russia, Krasnoyarsk, Russia; [SevostyanovaMS@yandex.ru](mailto:SevostyanovaMS@yandex.ru)

During the pre-competitive and competitive periods even the experiences athletes, who are highly resilient under the influence of various situational stress factors, in state of uncertainty, moral and psychological pressure and the need for emergency mobilization, can experience problems with self-regulation and have breakdowns which result in the athlete finding it difficult to enter optimal combat status at start and to achieve the best results.

The closer the competition, the higher is the degree of the psychological tension for an athlete, the dysfunctional conditions exacerbate, and the range of the emergency self-help techniques is limited for most athletes, unfortunately. Learning the individual psychotechnical minimum plays a key role in psychological preparation for the competitions. Arming an athlete with various self-help techniques it is important to focus on how possible it is to implement them in during the sports events – one needs to consider accessibility (no additional means are required for implementation) and simplicity (the action principle and the benefits of the exercise have to be clear to the athlete). These criteria are fully consistent with modern practices focused on the concept of "awareness".

On the basis of the Federal Siberian Research Clinical Centre, FMBA of Russia (Krasnoyarsk) as a part of the psychological preparation for the competitions of the highly qualified athletes, 32 female athletes of the Russian teams in various sports took part in the voluntary stress reduction program which was based on the mindfulness practices (MBSR - Mindfulness-Based Stress Reduction). A total of 10 sessions were completed with a duration of 60 minutes each with a frequency of 3 times a week. Stress indicators were assessed before and after the program using the "PSM-25 Psychological Stress Scale" and the "Neuropsychiatric Stress Assessment (by T.A. Nemchina)" methodologies. The control group is represented by athletes of the Russian sports teams who did not participate in the program (n = 30). The effectiveness of the program was evaluated using the Wilcoxon T-test. Statistically significant differences were found between the severity of the stress level and the degree of neuropsychiatric stress before and after sessions (Temp = 30.5, Temp = 5.5), which indicates the effectiveness of the MBSR program for stabilizing the psycho-emotional sphere of athletes in the competitive period.

## **К ПРОБЛЕМЕ ОБЪЕКТИВАЦИИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ДЕТСКОМ СПОРТЕ**

**Севостьянова М.С.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный сибирский научно-клинический центр  
Федерального медико-биологического агентства», Красноярск, Россия; [SevostyanovaMS@yandex.ru](mailto:SevostyanovaMS@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1243.sudak.ns2020-16/410-411>

В последние годы практика обращения спортсменов за квалифицированной психологической помощью участилась. Ошибочно недооценивать важность систематической психологической подготовки к соревнованиям и психофизиологической реабилитации после тренировочных сборов для достижения максимальных спортивных результатов и сохранения здоровья, в том числе и в детско-юношеском спорте. В качестве наиболее частых запросов к спортивному психологу родители юных спортсменов формулируют жалобы на повышенную тревожность, характерное состояние «предстартового мандража», низкую самооценку, неуверенность в себе, страх соперничества, снижение результатов на соревнованиях по сравнению с тренировочным процессом, общее ухудшение самочувствия ребенка, более частые заболевания, повышенную утомляемость, апатию, доходящую до состояния депрессии, отсутствие мотивации и нежелание делать что-либо. Корректная формулировка целей и задач психокоррекционной работы с ребенком является отправной точкой в планировании мероприятий интервенции. Однако, не всегда родительская оценка действительности отражает реальную картину происходящего, а объективная психологическая диагностика степени и характера нервно-психического напряжения именно в детском спорте на сегодняшний момент затруднительна в виду отсутствия соответствующего инструментария и «нечувствительности», например, известной группы проективных методов диагностики (ДДЧ, РНЖ, МЦВ) или валидизированных шкал и опросников (CMAS, CDI, опросник школьной тревожности Филлипса) к диагностике психических состояний в детском спорте, что свидетельствует о необходимости разработки специализированного опросника для диагностики дисфункциональных эмоциональных состояний в спорте. Для определения шкал будущего опросника методом контент анализа были проанализированы ответы 84 спортсменов 6-12 лет на вопрос «Если бы у тебя была волшебная палочка (золотая рыбка, лампа с джинном) и три желания, что бы ты загадал в отношении своих занятий спортом?». В результате анализа были выделены следующие эмоционально окрашенные для детей «спортивные» темы – умение стабильно входить в свое идеальное боевое состояние, распознавать и оперативно корректировать дисфункциональные психические состояния на старте и в ситуациях неопределенности, эффективно применять самомотивирующие установки в ходе тренировочного процесса для поддержания оптимального уровня возбуждения, волевого усилия и вовлеченности, выдерживать критику и недовольство со стороны тренера, родителей, партнеров по команде, адекватно воспринимая неудачи и ошибки, переводя их в актуальные задачи.

## ON THE PROBLEM OF OBJECTIVATION OF PSYCHOLOGICAL DIAGNOSTICS OF THE NEUROPSYCHIC STRESS IN CHILDREN'S SPORTS

Sevostyanova Mariia S.

The Federal State-Financed Institution Federal Siberian Research Clinical Centre, Federal Medical Biological Agency of Russia, Krasnoyarsk, Russia; [SevostyanovaMS@yandex.ru](mailto:SevostyanovaMS@yandex.ru)

In the recent years athletes have started seeking professional psychological help more frequently. It would be a mistake to underestimate the importance of systematic psychological preparation for competitions and psychophysiological rehabilitation after training camps used in order to achieve maximum athletic results and maintain health, including those for children and youth in sports. The issues on which parents most often seek help of sports psychologists are increased anxiety, specific state of the "pre-start jitters", low self-esteem, self-doubt, fear of competition, reduced results in competitions compared to those acquired in the process of training, general deterioration of child's well-being, increased disease prevalence, fatigue, apathy (reaching the state of depression), lack of motivation and reluctance to do anything. The correct statement of goals and objectives of the psycho-correctional work with the child is the starting point in the intervention activities planning. However, parental assessment of reality does not always reflect the real state of affairs and the objective psychological diagnosis of the degree and nature of the neuropsychic stress in children's sports specifically is currently difficult due to the lack of appropriate tools and "insensitivity" of measure means (for instance, the well-known group of projective diagnostic methods (House-Tree-Person test, Drawing a non-existent animal, the Luscher color test) or validated scales and questionnaires (CMAS, CDI, Phillips School Anxiety Questionnaire)) to the diagnosis of mental conditions in children's sports which indicated the need to develop a specialized questionnaire for the diagnosis of dysfunctional emotional states in sports. In order to determine the scale of the prospective questionnaire using the content analysis method, we analyzed the responses of 84 athletes aged 6-12 to the question "If you had a magic wand (a goldfish, a genie lamp) and three wishes, what would you wish for (concerning your sports activities)?" As a result of the analysis, the following sport topics were defined as emotionally "marked" for children: the ability to steadily enter their ideal combat state, recognize and promptly correct dysfunctional mental states at the start and in situations of uncertainty, effectively apply self-motivating attitudes during the training process to maintain the optimal level of excitement, the volitional effort and involvement, withstand criticism and dissatisfaction from the coach, parents, teammates, adequately perceiving failures and mistakes, converting them into challenges.

## ЭФФЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ВИБРАЦИИ МЫШЦ РУКИ И ПРОИЗВОЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ЕЕ БИЦЕПСА НА СКОРОСТЬ СГИБАНИЯ В СУСТАВАХ РУКИ У ЗДОРОВЫХ ИСПЫТУЕМЫХ.

Селионов В.А.<sup>1</sup>, Солопова И.А.<sup>1</sup>, Кастеллоте Х.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт проблем передачи информации, РАН, Москва, Россия, [selionov@iitp.ru](mailto:selionov@iitp.ru)

<sup>2</sup>Факультет физической медицины и реабилитации, Школа медицины, Университет Комплутенсе, Мадрид, Испания

<https://doi.org/10.29003/m1244.sudak.ns2020-16/411-412>

Быстрая реакция на визуальные стимулы важна для многих видов повседневной жизни и спорта. Предметом современных исследований является изучение терапевтических эффектов локальной вибрации (ЛВ) при нейрореабилитации. Известно, что локальная механическая вибрация, приложенная непосредственно к мышце, оказывает мощное, зависящее от длительности, воздействие на рефлекторную дугу мышечного веретена. Использовали ЛВ мышц, которая целенаправленно воздействует непосредственно на интересующую мышечно-сухожильную единицу. Цель данного исследования состояла в том, чтобы определить, как влияет на время реакции (ВР) локальная вибрация мышц верхней конечности, а также влияние сильного изометрического напряжения двуглавой мышцы плеча.

Мы манипулировали сенсорной информацией посредством вибрации мышц-сгибателей плеча и предплечья и произвольного напряжения двуглавой мышцы руки в течение 30 секунд (эффект Конштамма) с последующим расслаблением, и оценивали время реакции в ответ на предъявление зрительного стимула на экране монитора. В положении сидя при трех условиях: без вибрации (контрольная проба: до, посередине и в конце эксперимента), с вибрацией с частотами 20 Гц и 60 Гц и длительностью приложения вибрации – 10 секунд, 60 секунд и 90 секунд. Во время каждого условия отводились поверхностные миограммы от мышц руки, регистрировались углы в локтевом и лучезапястном суставах. Определили ВР как интервал времени от начала стимула до начала движения в суставе. Синусоидальная ЛВ (амплитудой ~1 мм) прикладывалась перпендикулярно к двуглавой мышце плеча и к сгибателю кисти той же (левой) руки.

В контрольной пробе испытуемые выполняли сгибание в суставах значительно быстрее в конце эксперимента, чем в его начале. Средняя скорость сгибания в разных суставах значительно различалась ( $P < 0.05$ ) у половины испытуемых (у остальных различия были незначимыми) и составляла 0.431 с (0.406 с – в конце эксперимента) в локтевом суставе, 0.414 с (0.391 с – в конце) – в лучезапястном суставе. Реакция системы на вибрацию была неоднозначна и сочетала в себе явления и возбуждения и торможения. Как вибрация мышц-сгибателей предплечья, так и вибрация мышц-сгибателей кисти оказывала двоякое действие на время реакции в локтевом и лучезапястном суставах: примерно в половине случаев ВР статистически значимо ( $P < 0.05$ ) укорачивалось, и в половине случаев – удлиннялось. Не наблюдалось различий во влиянии вибрации на мышцы плеча и предплечья. Следует подчеркнуть, что наибольшее влияние на ВР оказывала вибрация с частотой 20 Гц в течение 60 секунд. После произвольного изометрического сокращения мышц среднее значение ВР значимо ( $P < 0.01$ ) укорачивалось в среднем от 0.398 с до 0.368 с у большинства испытуемых. Центральные влияния оказывали большее воздействие на возбудимость нейронных сетей спинного мозга, чем вибростимуляция мышц.

Можно предположить, что эффекты ЛВ могут быть объяснены пластичностью как в спинном мозге, так и на кортикальном уровне. Полученные результаты предполагают, что ЛВ может вызывать улучшение

активации мышц руки и может использоваться для лечения дисфункции, являющейся результатом патологии мышцы в результате нейротравмы.

*Работа осуществлялась при поддержке РФФИ № 19-015-00264.*

## **EFFECTS OF INFLUENCE OF VIBRATION OF THE ARM MUSCLES AND VOLUNTARY TENSION OF ITS BICEPS ON THE SPEED OF FLEXION IN THE ARM JOINTS IN HEALTHY SUBJECTS**

**Selionov Victor A<sup>1</sup>, Solopova Irina A<sup>1</sup>, Castellote Juan M<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>Institute for Information Transmission Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Department of Physical Medicine and Rehabilitation, School of Medicine, Complutense University of Madrid, Madrid, Spain

Quick response to visual stimuli is important for many types of daily life and sports. The subject of modern research is the study of the therapeutic effects of local vibration (LV) in neurorehabilitation. It is known that local mechanical vibration applied directly to the muscle has a powerful, duration-dependent effect on the reflex arc of the muscle spindle. We used a muscle LV that purposefully acts directly on the muscle-tendon unit of interest. The purpose of this study was to determine how local vibration of the upper limb muscles affects the reaction time (RT), as well as the influence of strong isometric tension of the biceps muscle of the shoulder.

We manipulated sensory information by vibrating the flexor muscles of the shoulder and forearm and voluntary biceps of the arm muscle tension for 30 seconds (the Konstamm effect), followed by relaxation, and estimated the reaction time in response to the presentation of a visual stimulus on the monitor screen. In the sitting position under three conditions: without vibration (control sample: before, in the middle and at the end of the experiment), with vibration with frequencies of 20 Hz and 60 Hz and the duration of the application of vibration - 10 seconds, 60 seconds and 90 seconds. During each condition, surface myograms from the arm muscles, and angles in the elbow and wrist joints were recorded. We defined the RT as the time interval from the beginning of the stimulus to the beginning of movement in the joint. A sinusoidal LV (with an amplitude of ~1 mm) was applied perpendicular to the biceps muscle of the shoulder and to the flexor of the hand of the same (left) arm.

In the control sample, subjects performed joint flexion significantly faster at the end of the experiment than at the beginning. The average speed of flexion in different joints significantly differed ( $P < 0.05$ ) in half of the subjects (the other differences were insignificant) and was 0.431 s (0.406 s – at the end of the experiment) in the elbow joint, 0.414 s (0.391 s – at the end) - in the wrist joint. The system's response to vibration was ambiguous and combined the phenomena of both excitation and inhibition. As vibration of the muscles-flexors of the forearm, and the vibration of the muscles-flexor of the hand had a dual effect on the reaction time in the elbow and wrist joints: in about half the cases, RT was statistically significant ( $P < 0.05$ ) shortened, and in half of the cases lengthened. There were no differences in the effect of vibration on the shoulder and forearm muscles. It should be emphasized that the greatest impact on RT was caused by vibration with a frequency of 20 Hz for 60 seconds. After voluntary isometric muscle contraction, the mean RT value significantly ( $P < 0.01$ ) was shortened on average from 0.398 s to 0.368 s in most subjects. Central influences had a greater effect on the excitability of neural networks in the spinal cord than did muscle vibration stimulation.

It can be assumed that the effects of LV can be explained by plasticity both in the spinal cord and at the cortical level. The results suggest that LV can cause improved activation of arm muscles and can be used to treat dysfunction resulting from muscle pathology as a result of neurotrauma.

*Work was supported by the RFBR № 19-015-00264.*

## **ПРИМЕНЕНИЕ СОМАТИЧЕСКИХ ТЕХНИК, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СОВРЕМЕННОЙ ХОРЕОГРАФИИ, С ЦЕЛЬЮ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ НОРМЫ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА В ПРОСТРАНСТВЕ**

**Семашко Л.В.**

Детский центр физической реабилитации и спорта Грсско, Москва, Россия; [lvsemashko@gmail.com](mailto:lvsemashko@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1245.sudak.ns2020-16/412-413>

**Цели:** достижение индивидуальной анатомо-физиологической нормы положения тела в пространстве и ее интеграция в учебно-трудовом процессе и в быту.

**Задачи:** самостоятельное осознанное и рефлексорное воссоздание подвижной индивидуальной анатомической нормы положения тела в пространстве.

**Методы:** соматические "hands on" техники, осознанное восстановление ранних и установочных рефлексов, аутентичное движение и танцевальные импровизации, авторский «Фото тест» и другие компьютерные методы функциональных исследований.

**Результат исследования:** найден и подтвержден механизм, восстановления индивидуальной анатомической нормы положения тела в пространстве; определена позиция эффективного прохождения рефлексов, ведущих к возможной на каждый определенный момент, индивидуальной анатомической нормы положения тела в пространстве с дальнейшим формированием индивидуальной анатомо-физиологической нормы состояния организма.

**Выводы:** Наилучшим способом создания условий для осознанной восстановительной работы является индивидуальный подход к ученикам, основанный на репаттернинге ранних и установочных рефлексов с применением техник "hands on", создающих состояние наивысшей психосоматической готовности к значительным изменениям и перестройкам во всех физиологических системах организма человека в сочетании с танцевальной импровизацией и аутентичным движением. Стабильные результаты восстановительно-развивающей работы появляются в среднем по группе через 3 месяца от начала регулярных занятий. Проверка осуществляется простым в применении и экономичным авторским «Фото тестом» с компьютерной программой. Каждому ученику требуется индивидуальный подход для освоения методики и интеграции в жизненный и учебно-трудовой процесс.



**Заключение:** Методика осознанного восстановления индивидуальной анатомо-физиологической нормы положения тела в пространстве эффективна в терапии, даже при значительных изменениях, и профилактике нарушений работы опорно-двигательной системы. Она повышает адаптационные возможности организма и улучшает качество жизни, что является насущной потребностью каждого человека.

#### APPLICATION OF PSYCHOSOMATIC TECHNIQS OF CONTEMPORARY CHOREOGRAPHY FOR REHABILITATION OF INDIVIDUALLY NORMAL ANATOMICAL AND PHYSIOLOGICAL BODY POSITION IN SPACE

Lilia V. Semashko

Centre for Physcial Rehabilitation and Sport "Grossko", Moscow, Russia; [lvsemashko@gmail.com](mailto:lvsemashko@gmail.com)

**Goals:** to reach an individually normal anatomical and physiological body position in space and integrate it into work and education processes and lifestyles.

**Methods:** the author's "Photo test", psychosomatic "hands-on" technics, rehabilitation method for early reflexes and righting reflexes in accordance with gravitation, authentic motion and dancing improvisations, conscious sustention of individually normal poise.

**Research results:** the mechanism of actions rehabilitating individually normal anatomical and physiological body position in space has been found. It starts with the learning of free and natural breath that creates conditions for one of the earliest reflexes – head-neck reflex – which gives the way for further rehabilitation of righting reflexes. Repatterning of righting reflexes allows, in the most effective manner, for a possible, in every particular moment, individually normal anatomical and physiological body position in space, and for physiological changes that form a new functional body state of grown-ups, imitating a natural way of development of a child without abnormalities in their lives. During the rehabilitation process, statistically significant positive changes of physiological systems' functional state take place – in particular, breathing capacity (at rest) increases, muscles' plasticity and joint mobility enlarge, augmentation of reaction rate and precision in movement take place. The adaptive capacity of an organism and psychophysical tolerance are ensured. Combined, these allow for unhampered self-expression through motion and employment of new skills in work and education processes. Implementation of the method was exercised in different educational institutions in Moscow.

**Findings:** Results are verified by the authors' "Photo test" with a computer program. The test is easy to use, low-cost and effective at any level of rehabilitation work. The best means to enable a conscious actuation of rehabilitation is an individual approach to clients/students, based on repatterning of early reflexes and righting reflexes, using "hands-on" technics which create a state of highest psychosomatic readiness for considerable changes and modifications in all physiological systems of a human organism. Every client needs an individual approach and time for the therapy of locomotive system disorders to be effective.

**Conclusion:** The usage of the provided, original method increases the adaptive capacity of an organism and is a vital need of every human being.

#### К ВОПРОСУ ОБ ИНТЕГРАЦИИ ИМПЛАНТОВ ПРИ ЗАКРЫТИИ ДЕФЕКТОВ КОСТЕЙ СВОДА ЧЕРЕПА В РАННИЙ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

Семичев Е.В.<sup>1</sup>, Иванов О.В.<sup>1</sup>, Медведева Н.Н.<sup>2</sup>, Собакарь Е.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный Сибирский научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Красноярск, Красноярский край, Россия; [evsemichev@yandex.ru](mailto:evsemichev@yandex.ru). <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Красноярск, Красноярский край, Россия; [medvenad@mail.ru](mailto:medvenad@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1246.sudak.ns2020-16/413-414>

В современной нейрохирургии потребность в восстановлении целостности и формы черепа остается на достаточно высоком уровне. Возрастает пациентов с дефектами костей свода черепа. В последнее время расширены показания к проведению декомпрессии, также возросло количество операций, где костный лоскут не устанавливается. С развитием промышленности в медицину внедряются все новые материалы для краниопластики, однако идеального материала не найдено, а также нет единой концепции, описывающей интеграцию импланта, что и предопределило цель нашего исследования. В экспериментальном исследовании по формированию дефектов костей свода черепа и их закрытию принимали участие 15 кроликов самцов, массой 1800-2000 гр. Анестезию у кроликов осуществляли однократным внутривенным введением раствора Zoletil-100® (производство Virbac, Франция) в сочетании с препаратом Хулавет (производство Венгрия) в стандартных дозировках при дыхательной поддержке увлажненным кислородом. Проводили стандартное нейрохирургическое вмешательство с установкой имплантов (стандартные импланты VT6 и импланты из Ni-Ti) и послойным ушиванием раны, дренажи не устанавливали. Сроки проведения гистологических исследований: 3-и, 7-е и 14-е сут. В указанные сроки послеоперационных осложнений не отмечалось. Использовали стандартные гистологические методы оценки на светооптическом уровне с окраской гематоксилином и эозином, пикрофуксином по Ван-Гизону и по Шморлю. Выводы: 1. В обеих группах исследования в месте оперативного вмешательства наблюдается катаболизм тканевых структур и пролиферацию клеточных элементов: видны явления отека тканей и отдельные клетки следующих клеточных дифференциров: остеокласты, макрофаги, клетки крови в основном лимфоциты, остеобласты и остеокласты. 2. Установлено, что репарация костей свода черепа протекает со сменой типичных стадий заживления костной ткани в указанные сроки в не зависимости от импланта. 3. На 14-е сут в группе с применением Нитинола в зоне операции прослеживаются явления образования и дифференцировки тканевых структур, следствием которых является формирование остеоидной ткани в результате действия, прежде всего, клеток остеобластического дифференциров.



## ON THE IMPLANT INTEGRATION IN CLOSING THE DEFECTS OF CALVARIA SKULL BONES IN THE EARLY POSTOPERATIVE PERIOD

**Semichev Evgeniy V.<sup>1</sup>, Ivanov Oleg V.<sup>1</sup>, Medvedeva Nadezhda N.<sup>2</sup>, Sobakar Evgeniy G.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Federal State-Financed Institution Federal Siberian Research Clinical Centre, Federal Medical Biological Agency of Russia, Krasnoyarsk, Krasnoyarsky Krai, Russia; [evsemichev@yandex.ru](mailto:evsemichev@yandex.ru).

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky of the Ministry of Health of the Russian Federation, Krasnoyarsk, Krasnoyarsk Krai, Russia; [medvenad@mail.ru](mailto:medvenad@mail.ru)

The need for the restoration of skull's integrity and shape remains at a high level in the modern neurosurgery. The number of patients with cranial vault bone defects is increasing. Recently, indications for decompression have been expanded, and the number of surgeries during which the bone flap is not installed has also increased. With the development of industry, new materials for cranioplasty are being introduced into medicine but the perfect material has not been found yet and there is no single concept describing the integration of the implant does not exist which has predetermined the purpose of our study.

The experimental study on the defect formation in the bones of the cranial vault and their closure involved 15 male rabbits weighing 1800-2000 g. Rabbits were anesthetized with a single intravenous injection of the solution of Zoletil-100® (manufactured by Virbac, France) in combination with Xylavet (manufactured in Hungary) in standard dosages with the respiratory support with the moistened oxygen. We have conducted the standard neurosurgical intervention with the installation of implants (standard VT6 implants and Ni-Ti implants) and layered wound closure with no drainage installed. Histological tests were performed on the 3<sup>rd</sup>, 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> days. No postoperative complications were noted at the indicated times. We have used standard evaluation methods at the light-optical level with hematoxylin and eosin staining, and with picrofuchsin (Van Gieson's stain and Schmorl's stain).

Results: 1. In representatives of both study groups, tissue structure catabolism and cellular element proliferation are observed at the site of the surgical intervention: the phenomena of the tissue edema and the individual cells of the following cellular differons, osteoclasts, macrophages, blood cells in the main lymphocytes, osteocytes and osteoblasts. 2. It has been established that reparation of the cranial vault bones proceeds with the change of the typical stages of bone tissue healing at the indicated time, regardless of the implant. 3. On the 14<sup>th</sup> day in the group that had Nitinol in the surgery zone, the phenomena of formation and differentiation of tissue structures are traced, the result of which is the formation of osteoid tissue resulting from the action of osteoblastic cell-differons in the first place.

## РЕКУРРЕНТНЫЙ КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМИОГРАММЫ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ СИНХРОНИЗАЦИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЕДИНИЦ ПРИ ЭКСЦЕНТРИЧЕСКОМ И КОНЦЕНТРИЧЕСКОМ РЕЖИМАХ МЫШЕЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ

**Сергеева К.В., Тамбовцева Р.В.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма», Москва, Россия; [Sergeeva\\_xenia@mail.ru](mailto:Sergeeva_xenia@mail.ru)

Большая часть классических исследований физиологии мышечной деятельности, сформировавших основу базового понимания работы мышц, основаны на изучении двух типов мышечных сокращений: изометрическом (постоянная длина мышцы) и концентрическом (укорочение мышцы при постоянной нагрузке). К сожалению, о механике и энергетике мышц во время активного эксцентрического удлинения известно гораздо меньше. Этот режим представляет большой интерес и заслуживает подробного рассмотрения.

Во время эксцентрического сокращения мышца может производить значительно большую силу, чем мышца, которая сокращается изометрически или концентрически при прочих равных условиях. Большая силовая емкость уступающих сокращений обусловлена в значительной мере пассивными силами структурного белка титина. Предполагается, что помимо структурных белков, большая выработка силы может обеспечиваться за счет избирательного рекрутирования быстрых мышечных волокон и увеличения синхронизации двигательных единиц, приводящей к одновременной тяге всех активных мышечных волокон.

Целью настоящей работы был рекуррентный количественный анализ (RQA) данных поверхностной электромиографии (ЭМГ) для косвенной оценки синхронизации импульсной активности двигательных единиц четырехглавой мышцы бедра в эксцентрическом и концентрическом режимах мышечного сокращения при выполнении упражнения разгибание голени с интенсивностью 25%, 50%, 80% и 100% от индивидуального эксцентрического и концентрического повторного максимума. В частности, нами установлено, что % детерминизма (%DET), являющегося чувствительным индексом, позволяющим обнаруживать синхронизацию двигательных единиц, был выше во время эксцентрических сокращений ( $p < 0,01$ ) на всех уровнях мышечного усилия. Также выявлено, что с увеличением интенсивности сокращения и суммарной амплитуды сокращения, представленной среднеквадратическим значением (RMS), степень синхронизации снижается для обоих режимов мышечных сокращений ( $r = 0,9$  и  $0,8$  для эксцентрического и концентрического режима соответственно). Применение рекуррентного анализа показало его потенциальную способность для оценки синхронности работы двигательных единиц.

## RECURRENT QUANTIFICATION ANALYSIS OF AN ELECTROMYOGRAM TO DETECT SYNCHRONIZATION OF MOTOR UNITS IN ECCENTRIC AND CONCENTRIC MODES OF MUSCLE CONTRACTION

Sergeeva K.V., Tambovtseva R.V.

«Russian state university of physical training, sports, youth and tourism», Moscow, Russia;  
Sergeeva\_xenia@mail.ru

Most of the classical studies in muscle physiology, which have formed the foundation of our basic understanding of how muscle works, are founded on two important experimental approaches: isometric (constant length) and concentric (shortening against a constant load) muscle contractions. Unfortunately, much less is known of both the mechanics and the energetics of activated muscle during eccentric lengthening, but is of great interest and deserves detailed consideration.

Eccentric contractions are characterized by much higher force production than isometric or concentric contractions. The greater force capacity of muscle during lengthening contractions is largely due to the passive forces of the structural protein titin. It is assumed, that in addition to structural proteins, greater power output can be provided by selective recruitment of fast-twitch muscle fibers and increased synchronization of motor units, which leads to simultaneous traction of all active muscle fibers.

The purpose of the present study was to perform a recurrent quantification analysis (RQA) of surface electromyographic (EMG) data for indirect assessment of motor unit synchronization of the quadriceps muscle in eccentric and concentric modes of contraction during leg extension at 25%, 50%, 80% and 100% of the individual eccentric and concentric repetition maximum. In particular, we found that % determinism (%DET), which is a sensitive variable that is able to detect motor unit synchronization, was higher during eccentric contractions ( $p < 0.01$ ) at all levels of muscle effort. It was also found that degree of synchronization decreased with increasing contraction intensity and EMG amplitude, represented by root mean square (RMS), similarly in each contraction mode ( $r = 0.9$  and  $0.8$  for the eccentric and concentric modes, respectively). The use of nonlinear analysis showed its potential capability in detecting the synchronization of motor units.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТИМУЛЯЦИИ ПРОПРИОЦЕПТИВНОЙ СИСТЕМЫ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СТУДЕНТОВ С ВЫСОКОЙ ТРЕВОЖНОСТЬЮ

Сергеева М.С., Борисова О.В., Маслова О.А., Коняев Д.А., Беляев А.А., Кандаев Н.А., Арсенов А.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара, Россия; [marsergr@yandex.ru](mailto:marsergr@yandex.ru)

Цель работы - исследование влияния интенсивной стимуляции проприоцептивной системы на психофизиологические показатели студентов с высоким уровнем тревожности.

В исследовании приняты участие девушки 18-22 лет – студенты СамГМУ, давшие информированное согласие. По результатам тестирования тревожности (личностной и ситуативной, шкала Спилберга-Ханина) и стрессоустойчивости были сформированы три группы испытуемых. Две группы испытуемых с высокой стрессочувствительностью: экспериментальная группа (ЭГ,  $N = 20$ ) и контрольная группа I (КГ I,  $N = 20$ ). Третью группу составили студенты с низкой стрессочувствительностью – контрольная группа II (КГ II,  $N = 20$ ). Регистрировались вариабельность сердечного ритма (BCR), время сложной сенсомоторной реакции ССМР (тест Go/NoGo), проводилась корректурная буквенная проба до (фон) и после 1,5 – минутной физической нагрузки на аппарате для реабилитации Power Plate в ЭГ. В КГ I и КГ II регистрация перечисленных параметров производилась однократно (фон). Запись кардиоинтервалограммы производилась с помощью пульсоксиметра «ЭЛОКС-01С3» в программе «ELOGRAPH» во время выполнения корректурной пробы. Статистическая обработка полученных данных осуществлялась программами Microsoft Excel и IBM SPSS Statistics 12. Достоверность измерений параметров оценивалась непараметрическими методами (t-тест Вилкоксона и критерий Манна-Уитни).

После проприоцептивной стимуляции обнаружены статистически значимые изменения психофизиологических параметров испытуемых ЭГ: увеличение уровня симпатического регуляторного влияния на ритм сердца и ЧСС, уменьшение уровня парасимпатического регуляторного влияния на сердечный ритм и времени ССМР ( $p < 0,05$ ). Выявлены межгрупповые различия исследуемых параметров КГ I и ЭГ: после физической нагрузки у испытуемых ЭГ увеличивались производительность внимания и скорость переработки зрительной информации ( $p < 0,05$ ). По сравнению с КГ II у испытуемых ЭГ после проприоцептивной стимуляции увеличилась скорость переработки зрительной информации и уменьшилось среднее количество ошибок в тестах ССМР ( $p < 0,05$ ).

Обнаруженный эффект оптимизации функционального состояния студентов с высокой тревожностью и низкой стрессоустойчивостью после проприоцептивной стимуляции может быть основой разработки протоколов профилактической активации проприоцептивной сенсорной системы для снижения академического стресса у студентов.

## STUDY OF THE EFFECT OF STIMULATION OF THE PROPRIOCEPTIVE SYSTEM ON THE FUNCTIONAL STATE OF STUDENTS WITH HIGH ANXIETY

Sergeeva Mariya S., Borisova Oksana V., Maslova Olga A., Konyaev Daniel A., Belyaev Aleksey A., Kandaev Nikolay A., Arsenev Arseniy V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation  
Samara, Russia; [marsergr@yandex.ru](mailto:marsergr@yandex.ru)

The purpose of the work is to study the effect of intensive stimulation of the proprioceptive system on the psychophysiological parameters of students with a high level of anxiety.

The study involved girls 18-22 years old - students of Samara State Medical University, who gave informed consent. According to the results of anxiety testing (personal and situational, the Spielberger-Khanin scale) and

stress resistance, three groups of subjects were formed. Two groups of subjects with high stress sensitivity: experimental group (EG, N = 20) and control group I (CGI, N = 20). The third group consisted of students with low stress sensitivity - control group II (CGII, N = 20). We recorded heart rate variability (HRV), the time of the complex sensorimotor reaction SSMP (Go / Nogo test), a corrective letter test was performed before (fon) and after 1.5 minutes of physical activity on the Power Plate rehabilitation apparatus in the EG. In CGI and CGII, the listed parameters were recorded once (fon). The recording of a cardiointervalogram was carried out using an ELOKS-01C3 pulseoximeter in the ELOGRAPH program during a corrective letter test. Statistical processing of the obtained data was carried out using Microsoft Excel and IBM SPSS Statistics 12. The reliability of parameter measurements was evaluated by nonparametric methods (Wilcoxon t-test and Mann – Whitney test).

After the proprioceptive stimulation statistically significant changes in the psychophysiological parameters of the tested EG were found: an increase in the level of sympathetic regulatory influence on the heart rhythm and heart rate, a decrease in the level of parasympathetic regulatory effect on the heart rhythm and time of SSMP ( $p < 0.05$ ). Intergroup differences between the studied parameters of the CGI and the EG were revealed: after physical exertion, the test subjects of the EG increased the productivity of attention and the processing speed of visual information ( $p < 0.05$ ). Compared with CGII, in the EG subjects, after proprioceptive stimulation, the processing speed of visual information increased and the average number of errors in the SSMP tests decreased ( $p < 0.05$ ).

The discovered effect of optimizing the functional state of students with high anxiety and low stress resistance after proprioceptive stimulation can be the basis for developing protocols for the prophylactic activation of the proprioceptive sensory system to reduce students' academic stress.

### **ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ, ВЫЗВАННЫЕ ГИПОКСИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ У МУЖЧИН РАЗЛИЧНЫХ СПОРТИВНЫХ СПЕЦИАЛИЗАЦИЙ**

**Сечин Д.И., Тамбовцева Р.В.**

Российский Государственный Университет Физической Культуры, Спорта, Молодежи и Туризма,  
Москва, Россия; [dimasechin@gmail.com](mailto:dimasechin@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1247.sudak.ns2020-16/416>

Использование гипоксических факторов получило широкое распространение в спорте высших достижений, однако зачастую данные воздействия могут использоваться при направленности противоречащей специфике формируемого состояния.

Целью исследования являлось определение изменений психофизиологических показателей у мужчин спортсменов различных специализаций под влиянием гипоксического стимула. Базой экспериментального исследования является лаборатория кафедры биохимии и биоэнергетики спорта им. Н.И. Волкова РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК). В исследовании приняли участие 50 квалифицированных спортсменов мужчин в возрасте от 19 до 23 лет. Исследование проведено в 3 этапа: 1) предварительное психофизиологическое тестирование; 2) 30-ти минутное вдыхание газовой смеси с 10% содержанием кислорода; 3) повторное психофизиологическое тестирование.

Выявлен положительный эргогенный эффект выраженный в улучшении сенсомоторных функций у спортсменов исследуемой выборки. Снижение времени, затрачиваемого на сенсомоторные реакции, варьируется в диапазоне от 4 до 16% в зависимости от предъявляемого стимула У 18 испытуемых (36% наблюдений) отмечается изменение доминирующей стороны при выполнении тестирований выполняющихся правой и левой рукой и ногой.

Экспериментальным путем показана возможность влияния гипоксического воздействия на результативность сложно-координационной деятельности, базирующейся на моторной асимметрии. Полученные результаты играют важную роль для разработки подходов к совершенствованию технико-тактической подготовленности спортсменов.

### **PSYCHOPHYSIOLOGICAL CHANGES CAUSED BY HYPOXIC INFLUENCE IN MEN OF VARIOUS SPORTS**

**Sechin Dmitry I., Tambovtseva Ritta V.**

Russian State University Of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism. Moscow, Russia,  
[dimasechin@gmail.com](mailto:dimasechin@gmail.com)

The use of hypoxic factors has become widespread in sports of the highest achievements, but often these effects can be used when the direction is contrary to the specificity of the formed state.

The aim of the study was to determine changes in psychophysiological parameters in male athletes of various specializations under the influence of a hypoxic stimulus. The basis of the experimental study is the laboratory of the Department of Biochemistry and Bioenergy of Sports N.I. Volkova RSUPESYT (SCOLIPE). The study involved 50 qualified athletes of men aged 19 to 23 years. The study was carried out in 3 stages: 1) preliminary psychophysiological testing; 2) 30-minute inhalation of a gas mixture with 10% oxygen content; 3) repeated psychophysiological testing.

A positive ergogenic effect was revealed, expressed in the improvement of sensorimotor functions in athletes of the studied sample. The decrease in the time spent on sensorimotor reactions varies from 4 to 16% depending on the presented stimulus. 18 subjects (36% of observations) showed a change in the dominant side when performing tests performed with the right and left hand and foot.

The possibility of the influence of hypoxic effects on the effectiveness of complex coordination activities based on motor asymmetry is shown experimentally. The results obtained play an important role in developing approaches to improving the technical and tactical preparedness of athletes.

## ДИНАМИКА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ У МУЖЧИН С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ КОГНИТИВНОЙ НАГРУЗКИ

Сиваченко И. Б.<sup>1</sup>, Медведев Д. С.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека» ФМБА России, г. Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup> Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, г. Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1248.sudak.ns2020-16/417-418>

Крайне актуальной является проблема влияния на человека значительных когнитивных нагрузок, способствующих формированию информационного стресса. Любая умственная деятельность человека сопровождается определенной степенью эмоционального напряжения. Отклонение психофизиологических коррелятов эмоционального напряжения от оптимального уровня влечет за собой увеличение энергозатрат организма и снижение эффективности работы.

В современных исследованиях отмечается рост интереса к изучению возможности повышения устойчивости человека к когнитивным нагрузкам за счет механизмов физической активности [1]. Поэтому оценка динамики психофизиологических реакций у мужчин с различным уровнем физической активности в условиях значительной когнитивной нагрузки стала целью данной научной работы.

В исследовании приняли участие 214 мужчин в возрасте 20-30 лет. Уровень физической активности испытуемых определялся на основании анкетирования и результатов оценки переносимости нагрузки аэробной мощности на беговой дорожке «Intertrack-750» Schiller AG, Швейцария. Дополнительно была проведена оценка интенсивности использования приёмов психической саморегуляции (опросник «Методы выбора способов саморегуляции на экзамене») и психологические индикаторы состояния на момент исследования (тесты САН, ИТТ). Моделируемая ситуация когнитивной нагрузки заключалась в выполнении заданий Горбова-Шульте в условиях дефицита времени, повышенной мотивации (моделировался процесс соревнования) и влияния помех (метронома с частотой - 1 стук в секунду). Устойчивость к нагрузке оценивалась на основании результатов непрерывной регистрации (АБП-4 АПК «Эгоскоп») показателей состояния сосудистого тонуса и кровенаполнения сосудов (ФПГ), частоты сердечных сокращений (ЧСС), электрической активности кожи (КПр). Для оценки степени напряжения регуляторных механизмов использовался расчётный индекс функциональных изменений (соотношение значения показателя на этапах выполнения заданий и значений исходного уровня).

Установлено, что имеется взаимосвязь между уровнем физической активности и показателями адаптации человека к значительным когнитивным нагрузкам. Динамика КПр, ЧСС и показателей ФПГ у лиц с умеренной физической активностью отражает оптимальные реакции на предъявляемые условия воздействия факторов стресса. Выявленные закономерности подтверждаются как с позиции динамической регуляции систем организма в процессе выполнения заданий в условиях воздействия факторов стресса, так и с точки зрения эффективности деятельности когнитивной сферы.

### Литература

1. Зеленин, М.Т., Русанова И., Мальчикова, Е.В. Влияние физической подготовленности на стресс-устойчивость студентов младших курсов / М.Т. Зеленин // Научно-медицинский вестник центрального Черноземья. – 2009. – № 37. – С. 155-157.

## DYNAMICS OF PSYCHOPHYSIOLOGY REACTIONS BY MEN WITH A DIFFERENT LEVEL OF PHYSICAL ACTIVITY IN CONDITIONS OF COGNITIVE LOAD

Sivachenko Ivan B.<sup>1</sup>, Medvedev Dmitrii S.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Research Institute of Hygiene, Occupational Pathology and Human Ecology Federal State Unitary Enterprise, Federal Medical Biological Agency, St. Petersburg, Russia.

<sup>2</sup> North-West state medical University. I. I. Mechnikov. Saint-Petersburg, Russia.

The problem of the influence on the person of significant cognitive loads preceding the formation of information stress becomes extremely urgent. Any mental activity of a person is practically accompanied by a certain degree of emotional tension. The deviation of physiological correlates of emotional tension from the optimal level leads to a decrease in efficiency of work and reflects the degree of influence of the capacity.

It is shown a high physical training level favors optimization of the functional status in conditions of cognitive load [1]. The purpose of the work is to evaluate the dynamics of psychophysiology reactions by men with a different level of physical activity in conditions of cognitive load.

Participants of the study - 214 practically healthy men, at the age of 20-30 years. The level of physical activity was determined on the basis of a questionnaire and a methodology for assessing the tolerance to aerobic exercise capacity. («Intertrack-750» Schiller AG Additionally, an assessment was made of the intensity of the use of mental self-regulation techniques (questionnaire "Methods for choosing methods of self-regulation in the exam") and psychological indicators of the state at the time of the study (SAN, ITT tests). The simulated load situation consisted in fulfilling the tasks of Gorbov-Shulte in conditions of time deficit, increased motivation and interference. The degree of emotional stress was assessed on the results of sustained registration (ABP-4 "Egoscope" Medical MTD) physiological correlates: vascular tone and vascular blood flow, heart rate, electrical skin activity. The evaluation of voltage of regulatory mechanisms was assessed using the calculated index of functional changes.

It is established that a different level of involvement in physical culture and sports activities is specifically associated with the indicators of adaptation of a person to conditions of a significant cognitive load. Dynamics of skin electrical activity, heart rate, vascular tone and vascular blood flow in people with moderate physical activity reflects optimal reactions to the load conditions. The revealed patterns are confirmed both from the point of view of the dynamic regulation of body systems in the process of performing tasks under the influence of stress factors, and from the point of view of the effectiveness of the activity of the cognitive sphere.



References. 1. Zelenin, M. T., Rusanov I., Malchikova, E. V. Influence of physical fitness on stress resilience of students of younger courses /M.T. Zelenin//Nauchno-medicinskijvestnikcentral' nogoChernozem' ya. – Voronezh. – № 37, 2009, –pp. 155-157.

## **ОЦЕНКА СТРЕССОВОГО СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ШУМОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

**Сидоренко А.В., Солодухо Н.А.**

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь; [sidorenkoa@yandex.ru](mailto:sidorenkoa@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1249.sudak.ns2020-16/418>

В настоящее время широкое распространение информационных технологий, методов обработки и анализа сложных сигналов способствует более точной оценке воздействия электромагнитных излучений, включая шумовое, на функционирование центральной нервной системы и эмоциональное состояние человека. Стрессовое состояние может оказать существенное влияние на жизнедеятельность оператора мобильных систем, при действии электромагнитных шумовых излучений.

В научной литературе имеются сообщения об изменениях ряда параметров электроэнцефалограмм (ЭЭГ), в том числе и нелинейных, при наличии стрессовых состояний человека.

Целью работы является оценка изменений эмоционального состояния оператора, включающего стресс, под воздействием электромагнитных шумовых излучений с использованием количественных параметров ЭЭГ: спектральной плотности мощности, корреляционной размерности, сложности Лемпел-Зива, энтропии Шеннона, показателя Ляпунова, экспоненты самоподобия и перестановочной энтропии.

Регистрации ЭЭГ осуществлялась по стандартной международной схеме "10/20" электроэнцефалографом "Нейрокартограф" фирмы МБН. Обработка и анализ электроэнцефалограмм проводились в разработанной нами информационно-измерительной системе, адаптированной для работы с ЭЭГ. Исследовались электроэнцефалограммы следующих отведений: Fp1, Fp2, Fpz, P3, C3. Электроэнцефалограммы обрабатывались в режимах: фон; наличие источника шумового электромагнитного излучения. В качестве фоновых использовались электроэнцефалограммы здорового человека.

Обработка электроэнцефалограмм с получением количественных параметров показала, что динамика пяти параметров ЭЭГ (спектральная плотность мощности тета- и бета-ритмов в отведениях Fp1, Fp2, Fpz, спектральная плотность мощности в отведении C3; корреляционная размерность, сложность Лемпел-Зива в отведениях Fp1, Fp2, Fpz) свидетельствует об испытании стресса оператором в условиях электромагнитных шумовых излучений. Следует отметить, что полученная при этом нами информация об изменении спектральной плотности мощности альфа-ритма в отведениях электроэнцефалограмм Fp1, Fp2, Fpz не соответствует стрессу.

В целом, в результате проведенных исследований экспериментально установлено, что электромагнитное шумовое излучение является стрессовым, и это обстоятельство необходимо учитывать при работе оператора с оборудованием в мобильных системах.

## **EVALUATION OF THE STRESS CONDITION OF THE OPERATOR INFLUENCED BY ELECTROMAGNETIC NOISE RADIATION**

**Sidorenko Alevtina V., Saladukha Mikita A.**

Belarusian State University, Minsk, Belarus; [sidorenkoa@yandex.ru](mailto:sidorenkoa@yandex.ru)

Nowadays, due to the progress of information technologies and the development of processing and analytical methods for complex signals, the effect of electromagnetic radiation on the central nervous system and emotional state of humans may be estimated with greater accuracy. In fact, stress caused by the influence of electromagnetic noise radiation can affect vital functions of a mobile system operator.

The literature data point to variations of several parameters characteristics for human encephalograms (EEGs) including nonlinear in stress conditions. The aim of this work is to evaluate if the operator is in stress under the influence of electromagnetic noise radiation.

The following parameters were used to assess whether a human is in stress: power spectral density of alpha-, beta-, theta-rhythms, correlation dimension, Lempel-Ziv complexity, Shannon entropy, first Lyapunov exponent in Fp1, Fp2, Fpz leads; power spectral density of delta-, theta-, alpha-, beta-rhythms in C3 lead; self-similarity exponent in C3 lead; permutation entropy in P3 lead. For electrode definition international 10-20 system was used.

EEGs were registered according to the "10/20" scheme with the help of a "Neurocartograph" electroencephalograph produced by the MBN company. The electroencephalograms were processed and analyzed with the use of the specially designed and adequately adapted information measuring system. The object of research was represented by electroencephalograms of the following leads: Fp1, Fp2, Fpz, P3, C3. They were processed in the background regime and in the presence of a source of electromagnetic noise radiation. Electroencephalograms of a healthy person were used as a background.

Based on dynamics of variations in the five parameters (power spectral density of theta-, beta-rhythms in the Fp1, Fp2, Fpz leads; power spectral density in C3 lead; correlation dimension, Lempel-Ziv complexity in the Fp1, Fp2, Fpz leads), it has been concluded that the operator was in stress; though dynamics of variations in one parameter (power spectral density of alpha-rhythm in the Fp1, Fp2, Fpz leads) showed no clear answer. At the same time, dynamics of variations in the 4 parameters (Shannon entropy, Lyapunov exponent in Fp1, Fp2, Fpz leads; permutation entropy in P3 lead; self-similarity in C3 lead) suggests pointed to the fact that the operator was not under stress conditions.

Consequently, electromagnetic noise radiation is a stress factor which has to be taken into account when working with the equipment of mobile systems.

## **ФИЗИОМЕТРИЧЕСКИЕ И ПСИХОМОТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ У СТУДЕНТОВ 1, 2 И 3 КУРСОВ ОБУЧЕНИЯ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ПОВСЕДНЕВНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ**

**Сидоров Р.В.**

ФГБОУ ВО "Уральский государственный экономический университет", город Екатеринбург, Россия,  
<http://www.usue.ru>

<https://doi.org/10.29003/m1250.sudak.ns2020-16/419>

Повседневная двигательная активность является необходимым условием развития личности и поддержания состояния здоровья человека, у студентов мышечная нагрузка в значительной степени снижена в связи с интеллектуальной перегруженностью. Вопрос взаимосвязи психомоторных показателей с вариативностью двигательных действий, выполняемых в повседневной жизни на организованных и самостоятельных занятиях физическими упражнениями и спортом является важным для составления плана тренировок мышечных групп, который обеспечит дальнейшее развитие сложных психомоторных способностей психического и моторного компонента.

В исследовании приняло участие 275 юношей в возрасте от 17 до 19 лет, количество студентов, обучающихся на 1 курсе, составило 60%, на втором и третьем курсе 29% и 11% соответственно. В качестве критерия разделения студентов разных курсов обучения по уровню двигательной активности использовалось время тренировочных или учебных занятий избранным видом спорта или специализацией физической культуры в неделю. Первая группа определилась из студентов, уровень повседневной двигательной активности которых составлял не более 4 часов занятий в неделю, в объеме университетской программы по элективным курсам физической культуры и спорта (45%). Вторую группу составили студенты, которые помимо занятий по программе вуза занимались дополнительно каким-либо направлением физической культуры, что составляет от 4 до 6 часов занятий в неделю (32%). Третья группа представлена студентами-спортсменами, в основном это члены сборных команд университета и округа, занимающихся избранным видом спорта на системной основе, что выражается в 6 – 12 часовой занятости (23%).

Отмечена положительная корреляционная взаимосвязь между показателем простой зрительно-моторной реакции при бинокулярном обследовании у представителей студентов-спортсменов  $201,47 \pm 6,01$  мс с уровнем физического развития по показателям динамометрии левой руки  $43,63 \pm 1,7$  кг. В первой и второй группе показатель ПЗМР отличался незначительно и составил  $193,89 \pm 7,59$  мс и  $195,25 \pm 6,3$  мс соответственно. Имеются достоверные различия по показателям динамометрии правой и левой руки у студентов первой группы (соответственно  $29,52 \pm 1,8$  кг и  $28,74 \pm 1,7$  кг,  $p < 0,05$ ) по отношению к студентам-спортсменам. Студенты первой группы имели значимые различия по показателю точности выполнения заданий ПЗМР числу преждевременных нажатий по сравнению с другими группами.

## **PHYSIOMETRIC AND PSYCHOMOTOR INDICATORS AT STUDENTS 1, 2 AND 3 OF THE EDUCATION COURSES WITH DIFFERENT LEVEL OF DAILY MOTOR ACTIVITY**

**Sidorov Roman V.**

"Ural State Economic University", Yekaterinburg, Russia, <http://www.usue.ru>

Everyday motor activity is a prerequisite for the development of personality and maintaining the state of human health, in students the muscle load is significantly reduced due to intellectual overload. The question of the relationship of psychomotor indicators with the variability of motor actions performed in everyday life in organized and independent physical exercises and sports is important for drawing up a training plan for muscle groups, which will ensure the further development of complex psychomotor abilities of the mental and motor component.

The study involved 275 young men aged 17 to 19, the number of students enrolled in the 1st year was 60%, in the second and third year 29% and 11%, respectively. As a criterion for dividing students of different courses of study according to the level of physical activity, the time of training or study sessions of the chosen sport or specialization of physical education per week was used. The first group was determined by students, whose daily physical activity was no more than 4 hours of classes per week, in the volume of the university program in elective courses of physical education and sports (45%). The second group consisted of students who, in addition to classes under the university program, were additionally engaged in some area of physical education, which is from 4 to 6 hours of classes per week (32%). The third group is represented by student athletes, mainly members of the university and district teams engaged in a selected sport on a systematic basis, which is expressed in 6-12 hours of employment (23%).

A positive correlation was observed between the indexes of simple visual-motor reaction during binocular examination of representatives of student athletes  $201.47 \pm 6.01$  ms with a level of physical development according to dynamometric indicators of the left arm of  $43.63 \pm 1.7$  kg. In the first and second groups, the SVMR indicator did not differ significantly and amounted to  $193.89 \pm 7.59$  ms and  $195.25 \pm 6.3$  ms, respectively. There are significant differences in the dynamics of the right and left hands of students of the first group (respectively  $29.52 \pm 1.8$  kg and  $28.74 \pm 1.7$  kg,  $p < 0.05$ ) in relation to student athletes. Students of the first group had significant differences in terms of the accuracy of completing tasks of the SVMR number of premature clicks compared with other groups.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК КОГНИТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ, ГОТОВЯЩИХСЯ К ОПЕРАЦИИ ПО ТРАНСПЛАНТАЦИИ СЕРДЦА И КОРОНАРНОМУ ШУНТИРОВАНИЮ**

**Сидоровская Ю.М., Еремина Д.А.**

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; [sidorovskaya\\_yulya@mail.ru](mailto:sidorovskaya_yulya@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1251.sudak.ns2020-16/419-420>

Социально-психологическая значимость сердечно-сосудистых заболеваний все более возрастает в современном мире. Однако отсутствие комплексных психологических исследований в данной области

создает острую необходимость в учете специфики психосоциальных и когнитивных характеристик пациентов из разных нозологических групп кардиологических больных, что существенно повысит эффективность не только проводимых лечебных и реабилитационных мероприятий, но и также улучшит качество жизни пациентов.

Целью настоящего исследования явился сравнительный анализ психосоциальных и когнитивных характеристик больных хронической сердечной недостаточностью (ХСН) и ишемической болезнью сердца (ИБС), готовящихся к трансплантации сердца (ТС) и коронарному шунтированию (КШ) соответственно.

Всего в исследовании приняло участие 98 пациентов, среди которых было 63 больных ИБС и 35 больных ХСН. Из них 80 (81,63%) — мужчин и 18 (18,37%) женщин; средний возраст пациентов с ХСН составил  $50,97 \pm 11,24$ , пациентов с ИБС —  $55,95 \pm 5,97$ .

В исследовании был использован психодиагностический комплекс, включающий клинико-психологический и экспериментально-психологический методы исследования.

По результатам исследования, статистически достоверные различия ( $p \leq 0,05$ ) наблюдались при сравнении мнестических, аттентивных и мыслительных процессов у групп больных, страдающих ХСН и ИБС. А именно, больные ХСН, имеющие более тяжелый медико-биологический диагноз и, как правило, более неблагоприятные течение и исход заболевания, демонстрируют более низкие результаты по основным параметрам когнитивного функционирования ( $p \leq 0,05$ ), чаще предъявляют жалобы на субъективное ухудшение памяти и внимания. Для группы больных ИБС характерны более высокие показатели основных параметров когнитивного функционирования в сравнении с этими же показателями у больных ХСН.

*Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых-кандидатов наук № МК-1933.2019.6.*

#### **COMPARATIVE ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF COGNITIVE FUNCTIONING OF PATIENTS PREPARING FOR AN OPERATION ON HEART TRANSPLANTATION AND CORONARY BYPASS**

**Sidorovskaya Yulia M., Eremina Daria A.**

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia; [sidorovskaya\\_yulya@mail.ru](mailto:sidorovskaya_yulya@mail.ru)

The socio-psychological significance of cardiovascular diseases is increasing in the modern world. However, the lack of comprehensive psychological research in this area creates an urgent need to take into account the specifics of the psychosocial and cognitive characteristics of patients from different nosological groups of cardiac patients, which will significantly increase the effectiveness of not only therapeutic and rehabilitation measures, but also improve the quality of life of patients.

The aim of this study was a comparative analysis of the psychosocial and cognitive characteristics of patients with chronic heart failure (CHF) and coronary heart disease (CHD), preparing for heart transplantation (HT) and coronary artery bypass grafting (CABG), respectively.

In total, 98 patients took part in the study, among whom were 63 IHD patients and 35 patients with CHF. Of these, 80 (81.63%) are men and 18 (18.37%) women; the average age of patients with heart failure was  $50.97 \pm 11.24$ , patients with coronary heart disease —  $55.95 \pm 5.97$ .

The study used a psychodiagnostic complex, including clinical, psychological and experimental-psychological research methods.

According to the results of the study, statistically significant differences ( $p \leq 0.05$ ) were observed when comparing mnemonic, attentive, and thought processes in groups of patients suffering from heart failure and coronary heart disease. Namely, patients with CHF who have a more severe biomedical diagnosis and, as a rule, are more unfavorable for the course and outcome of the disease, show lower results in the main parameters of cognitive functioning ( $p \leq 0.05$ ), more often complain of subjective memory impairment and attention. The group of patients with coronary artery disease is characterized by higher rates of the main parameters of cognitive functioning in comparison with the same parameters in patients with CHF.

*This project was supported by the grants of the President of the Russian Federation for state support of young Russian scientists, project № МК-1933.2019.6.*

#### **К ВОПРОСУ О СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ЭКТО-АТФАЗЫ ЭРИТРОЦИТОВ СКОРПЕНЫ (SCORPAENA PORCUS L.).**

**Силкин Ю.А., Силкин М.Ю., Силкина Е.Н.**

Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского — природный заповедник РАН — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей им. А.О.Ковалевского РАН, г. Феодосия, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1252.sudak.ns2020-16/420-421>

Расположенные на поверхности эритроцитов рыб экто-АТФазы служат регуляторами внеклеточной концентрации АТФ и других нуклеотидов. Считается, что они играют роль своего рода «выключателей» и снимают с Р-рецепторов индукцию сигнала, осуществляемую внеклеточными нуклеотидами. Важной характеристикой этих эритроцитарных ферментов является их чувствительность к определенным ингибиторам АТФаз, благодаря которым удается установить сходство и различие поверхностных экто-АТФаз эритроцитов разных рыб, и, в конечном счете, систематизировать ферменты.

Исследовали воздействие ряда ингибиторов на экто-АТФазную активность эритроцитов скорпены. Нами показано, что фермент у скорпены был нечувствителен к действию убаина и слабо ингибировался (13-20%) высокой концентрацией (2.0 мМ) фуросемида. Добавление в инкубационную среду 2.0 мМ ЭДТА ингибировало на 80% экто-АТФазную активность эритроцитов скорпены. Эффект 50% ингибирования ( $I_{50}$ ) активности экто-фермента достигался при концентрации ЭДТА порядка 1.3 мМ. Высокая способность ингибирования фермента  $\text{Na}_2\text{-ЭДТА}$  ( $\text{Na}_2\text{-этилендиаминотетраацетатом}$ ) обусловлена его высоким



сродством к двухвалентным катионам -  $Mg^{2+}$  и/или  $Ca^{2+}$ . Без этих катионов не может иницироваться образование фермент-субстратного комплекса, что является неперенным условием каталитической активности экто-фермента.

Экто-АТФаза эритроцитов рыб достаточно эффективно ингибировалась другим ингибитором АТФаз – ванадатом. При 5.0 мМ концентрации ингибитора в среде инкубации активность фермента падала на 53%, что практически соответствовало значению его  $I_{50}$  (4.5 мМ) для изучаемого фермента.

Фторид натрия (NaF) при низких (до 10.0 мМ) концентрациях был малоэффективен и незначительно блокировал активность фермента. Эффективное ингибирование ионом фтора экто-АТФазы эритроцитов скорпены наступало тогда, когда концентрация ингибитора была более 10.0 мМ. В наших экспериментах  $I_{50}$  для экто-энзима скорпены была равна 60.0 мМ NaF.

Способность миллимолярных концентраций азиды натрия  $NaN_3$  блокировать фермент заслуживает особого внимания. Благодаря его активности среди экто-АТФаз (Е-типа АТФаз) было выделено два семейства ферментов чувствительных и нечувствительных к этому фактору (LeBel, et al., 1980). Нечувствительные экто-АТФазы к азиду натрия выделили в подсемейство Е-типа АТФаз (Plesner, 1995). Чувствительные к азиду АТФазы, или азид-ингибируемые АТФазы были выделены в отдельное подсемейство. Это было сделано еще и из-за способности этих ферментов, осуществлять последовательный гидролиз двух фосфорных остатка АТФ. Эти энзимы были названы АТФДифосфат-гидролазы (АТФД-азы). Экто-АТФаза эритроцитов скорпены полностью соответствует свойствам этого подсемейства (Е – АТФаз) и по способности гидролизовать АДФ, а также благодаря способности миллимолярных концентраций азиды ингибировать их экто-АТФазную активность. Таким образом, благодаря проведенным исследованиям, впервые, удалось определить АТФДифосфат-гидролазную принадлежность экто-АТФазы эритроцитов скорпены.

## TO THE QUESTION OF THE SYSTEMATIC AFFILIATION OF THE ECTO-ATPASE OF SCORPION RED CELLS (SCORPAENA PORCUS L.)

Silkin Yu.A., Silkin M. Yu., Silkina E.N.

Karadag Scientific Station named after T.I. Vyazemsky - a natural reserve of the Russian Academy of Sciences - a branch of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Federal Research Center "Institute of Biology of the South Seas named after A.O. Kovalevsky RAS, Feodosia

Ecto-ATPases located on the surface of fish erythrocytes serve as regulators of the extracellular concentration of ATP and other nucleotides. It is believed that they play the role of a kind of "switch" and remove signal induction from extracellular nucleotides from P receptors. An important characteristic of these erythrocyte enzymes is their sensitivity to certain ATPase inhibitors, due to which it is possible to establish the similarity and difference of the surface ecto-ATPases of erythrocytes of different fish, and, ultimately, to systematize the enzymes.

The effect of a number of inhibitors on the ecto-ATPase activity of scorpion erythrocytes was investigated. We showed that the enzyme in scorpion fish was insensitive to the action of ouabain and was weakly inhibited (13–20%) by a high concentration (2.0 мМ) of furosemide. The addition of 2.0 мМ EDTA to the incubation medium inhibited the ecto-ATPase activity of erythrocytes in 80%. The effect of 50% inhibition ( $I_{50}$ ) of the ecto-enzyme activity was achieved at an EDTA concentration of about 1.3 мМ. The high ability to inhibit the enzyme  $Na_2$ -EDTA ( $Na_2$ -ethylenediaminetetraacetate) is due to its high affinity for divalent cations -  $Mg^{2+}$  and / or  $Ca^{2+}$ . Without these cations, the formation of the enzyme-substrate complex cannot be initiated, which is an indispensable condition for the catalytic activity of the ecto-enzyme.

Ecto-ATPase of the fish erythrocytes was rather effectively inhibited by another ATPase inhibitor, vanadate. At 5.0 мМ the inhibitor concentration in the incubation medium, the enzyme activity decreased by 53%, which practically corresponded to its  $I_{50}$  value (4.5 мМ) for the studied enzyme.

Sodium fluoride (NaF) at low (up to 10.0 мМ) concentrations was ineffective and slightly blocked the activity of the enzyme. Effective inhibition of fluoride ion ecto-ATPase of scorpion erythrocytes occurred when the concentration of the inhibitor was more than 10.0 мМ. In our experiments, the  $I_{50}$  for the ecto-enzyme scorpion was 60.0 мМ NaF.

The ability of millimolar concentrations of sodium azide  $NaN_3$  to block the enzyme deserves special attention. Due to its activity among ecto-ATPases (E-type ATPases), two families of enzymes sensitive and insensitive to this factor were isolated (LeBel, et al., 1980). Insensitive ecto-ATPases to sodium azide were isolated in the subfamily E-type ATPases (Plesner, 1995). Azide-sensitive ATPases, or azide-inhibited ATPases, were isolated into a separate subfamily. This was also done because of the ability of these enzymes to carry out sequential hydrolysis of two phosphorus ATP residues. These enzymes were called ATPDiphosphate hydrolases (ATPDases). Erythrocyte ecto-ATPase is fully consistent with the properties of this subfamily (E - ATPase) and in its ability to hydrolyze ADP, as well as due to the ability of millimolar concentrations of azide to inhibit their ecto-ATPase activity. Thus, thanks to the conducted studies, for the first time, it was possible to determine the ATPDiphosphate-hydrolase affinity of the erythrocytes ecto-ATPase scorpion fish.

## ПРОИЗВОДНЫЕ 3-ГИДРОКСИПИРИДИНА, ОБЛАДАЮЩИЕ НЕЙРОПРОТЕКТОРНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Симакина Е.А.<sup>1</sup>, Скачилова С.Я.<sup>1</sup>, Яснецов В.В.<sup>1</sup>, Юрочкина А.М.<sup>1</sup>, Воронина Т.А.<sup>2</sup>, Денисенко А.В.<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>АО "Всероссийский научный центр по безопасности биологически активных веществ", г. Старая Купавна, Московская область, Россия, [vnchav@bk.ru](mailto:vnchav@bk.ru); <sup>2</sup>ФГБУ «Научно-исследовательский институт фармакологии им. В.В.Закусова», г. Москва, Россия, [zakusovpharm@mail.ru](mailto:zakusovpharm@mail.ru)

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», г. Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1253.sudak.ns2020-16/421-422>

Одной из актуальных проблем медицины является лечение цереброваскулярной патологии, которая по данным ВОЗ в настоящее время является одной из основных причин летальности населения. Для



лечения данной патологии применяют нейропротекторы различных химических классов. Наиболее популярны препараты с дополнительным антиоксидантным действием. Одним из широко применяемых нейропротекторных препаратов с антиоксидантным действием является мексидол. Этот препарат был разработан АО «ВНЦ БАВ» совместно с НИИ Фармакологии им. Закусова.

В рамках развития исследований по синтезу биологически активных соединений получен ряд новых производных 3-гидроксипиридина с различными анионами (ЛХТ-317, ЛХТ-418, ЛХТ-518). Новые соединения изучены на различных моделях гипоксии, ишемии мозга, амнезии. Для исследования гипоксии выбраны модели: нормобарическая, гипоксическая с гиперкапнией, гемическая, гипобарическая.

Показано, что ЛХТ-317, ЛХТ-418 и ЛХТ-518 проявляют отчетливую антигипоксическую активность в дозах 10 мг/кг, 30 мг/кг, 100 мг/кг соответственно, при внутрибрюшинном введении белым нелинейным мышам-самцам. На моделях ишемии мозга (перевязка обеих сонных артерий, тотальная ишемия с гравитационными перегрузками) ЛХТ-317 в дозах 10 мг/кг и 30 мг/кг, ЛХТ-418 в дозе 50 мг/кг проявляют выраженную активность защиты мозга от ишемии при внутрибрюшинном введении крысам линии Вистар, а препарат сравнения мексидол был активен в дозе 100 мг/кг. Показано, что ЛХТ-518 на этой модели в дозе 100 мг/кг малоактивен.

ЛХТ-317 и ЛХТ-418 оказывают прямое влияние на нейроны разных структур головного мозга, в том числе гиппокампа. При этом возбуждающее действие ЛХТ-317 на корковые нейроны реализуется преимущественно через AMPA-рецепторы. Эти свойства ЛХТ-317 могут быть связаны с центральным действием, в том числе, на высшие интегративные функции мозга и в их защите от различных экстремальных воздействий. Соединение ЛХТ-518, кроме антигипоксической активности, проявил актопротекторную и термопротекторную активности.

**3-HYDROXYPYRIDINE DERIVATIVES, POSSESSING NEUROPROTECTIVE ACTIVITY**  
**Simakina Ekaterina.A.<sup>1</sup>, Skachilova Sofya.Ya.<sup>1</sup>, Yasnetsov Victor.V.<sup>1</sup>, Yurochkina Alexandra.M.<sup>1</sup>,  
Voronina Tatiana.A.<sup>2</sup>, Denisenko Andrey.V.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> All-Union Scientific Center for the Safety of Biologically Active Substances, JSC, Staraya Kupavna, Moscow Region, Russia, vncbav@bk.ru

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Institution Scientific Research Institute of Pharmacology named after V.V.Zakusova, Moscow, Russia, zakusovpharm@mail.ru

<sup>3</sup> D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

One of the urgent problems of medicine is the treatment of cerebrovascular pathology, which according to WHO is currently one of the main causes of mortality in the population. To treat this pathology, neuroprotectors of various chemical classes are used. The most popular drugs with an additional antioxidant effect. One of the widely used antioxidant neuroprotective drugs is Mexidol. This drug was developed by JSC "VSC BAV" together with the Research Institute of Pharmacology named after Zakusova.

As part of the development of studies on the synthesis of biologically active compounds, a number of new derivatives of 3-hydroxypyridine with various anions (LHT-317, LHT-418, LHT-518) were obtained. New compounds have been studied on various models of hypoxia, cerebral ischemia, amnesia. To study hypoxia, the following models were selected: normobaric, hypoxic with hypercapnia, hemic, hypobaric.

It was shown that LHT-317, LHT-418 and LHT-518 show a distinct antihypoxic activity at doses of 10 mg / kg, 30 mg / kg, 100 mg / kg, respectively, when administered intraperitoneally to white non-linear male mice. On models of brain ischemia (ligation of both carotid arteries, total ischemia with gravitational overload), LHT-317 at doses of 10 mg / kg and 30 mg / kg, LHT-418 at a dose of 50 mg / kg show a pronounced activity of protecting the brain from ischemia with intraperitoneal administration Wistar rats, and Mexidol was active at a dose of 100 mg / kg. It was shown that LHT-518 in this model at a dose of 100 mg / kg is not very active.

LHT-317 and LHT-418 have a direct effect on the neurons of various brain structures, including the hippocampus. In this case, the exciting effect of LHT-317 on cortical neurons is realized mainly through AMPA receptors. These properties of LHT-317 can be associated with a central effect, including on higher integrative functions of the brain and in their protection from various extreme influences. Compound LHT-518, in addition to antihypoxic activity, showed actoprotective and thermoprotective activity.

**ПОРТАТИВНЫЙ "ГЕО-ДЭМИ" ПРИБОР ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО  
МОНИТОРИНГА ДОЗЫ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ПОГЛОЩАЕМОГО ЧЕЛОВЕКОМ С  
ПРИВЯЗКОЙ К ГЕОГРАФИЧЕСКОМУ ПОЛОЖЕНИЮ**

**Симаков А.Б.<sup>1,2</sup>, Водохлебов И.Н.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Общество с ограниченной ответственностью «Лазер Ай», Москва, Россия;

<sup>2</sup>Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ (НИЯУ МИФИ), Москва, Россия;  
absimakov@mephi.ru

<https://doi.org/10.29003/m1254.sudak.ns2020-16/422-423>

В ООО «Лазер Ай» при поддержке НИЯУ МИФИ разрабатывается информационно-экологическая система (ИЭС) «ГЕО-ДОЗА», которая в рамках мегаполиса будет состоять из нескольких тысяч портативных детекторных «ГЕО-ДЭМИ» приборов, размещаемых на добровольцах и таксомоторах, свободно перемещающихся по городу и, позволяющих одновременно регистрировать дозу СВЧ излучения, поглощаемого человеком и его географическое положение. Многоканальная информация в реальном времени передается в единый городской центр для обработки и визуального представления. При этом карта города будет (online) раскрашиваться в привычные «светофорные» цвета: зеленый - «безопасно», желтый - «норма», красный - «опасно». Система будет важным инструментом мониторинга экологической безопасности в составе городских систем «Умный город» и «Безопасный город». Кроме того, создаваемая ИЭС является новым аппаратно-программным средством для проведения уникальных медико-

биологических, санитарно-гигиенических и эпидемиологических исследований по воздействию микроволнового излучения на здоровье и самочувствие горожан, как в масштабах города, так и в его отдельных районах. Базовым элементом ИЭС являются мобильные «ГЕО-ДЭМИ» приборы. Эти портативные приборы позволяют измерять основные характеристики поглощения человеком микроволнового излучения в диапазонах современной мобильной связи и отслеживать с помощью GPS блока его местоположение.

«ГЕО-ДЭМИ» приборы имеют следующие технические характеристики:

- а) частотный диапазон регистрируемых СВЧ излучений составляет 0,9 - 3 ГГц;
- б) динамический диапазон: от 10 мВт/см<sup>2</sup> до 1,6 мВт/см<sup>2</sup>;
- в) максимальная величина измерения SAR составляет 7,3 Вт/кг;
- г) погрешность GPS позиционирования: не более 7, 6 метра.

Кроме возможности работы в составе многоканальной радиотелеметрической системы «ГЕО-ДОЗА», каждый прибор «ГЕО-ДЭМИ» может накапливать данные на внутренней карте памяти (КП), затем передавать этот массив информации на персональный компьютер, с целью контроля личной суточной СВЧ нагрузки человека при его перемещениях по городу, дома, на работе и т.д. В дальнейшем предполагается включение в структуру прибора дополнительного биомедицинского канала (ЭКГ), и создание новой ИЭС «БИО-ГЕО-ДОЗА» для уникальных исследований индивидуального влияния СВЧ на вариабельность сердечного ритма и здоровье конкретного человека.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда развития малых форм предприятий в научно-технической сфере (договор №2ГРСОПР-С7-15/49672 от 11.09.2019).*

#### **A PORTABLE "GEO-DEMI" DEVICE FOR ENVIRONMENTAL AND SANITARY-HYGIENIC MONITORING OF THE DOSE OF MICROWAVE RADIATION ABSORBED BY A PERSON WITH REFERENCE TO A GEOGRAPHICAL LOCATION**

**Simakov Andrey Borisovich<sup>1,2</sup>, Vodokhlebov Igor Nikolaevich<sup>1,2</sup>.**

<sup>1</sup>Laser Eye LLC, Moscow, Russia; <sup>2</sup>National research nuclear university "MEPHI", Moscow, Russia;  
absimakov@mephi.ru

Laser Ay LLC, with the support of NRNU MEPhI, is developing the GEO-DOSA information and environmental system (IES), which within the metropolis will consist of several thousand portable GEO-DEMI detector devices placed on volunteers and taxis that move freely in the city and allowing to simultaneously recording the dose of microwave radiation absorbed by a person and his geographical location. Real-time multichannel information is transmitted to a single city center for processing and visual presentation. In this case, the city map will be (online) painted in the usual "traffic light" colors: green - "safe", yellow - "normal", red - "dangerous". The system will be an important tool for monitoring environmental safety as part of the Smart City and Safe City urban systems. In addition, the newly created IES is a new hardware and software tool for conducting unique biomedical, sanitary-hygienic and epidemiological studies on the effects of microwave radiation on the health and well-being of citizens, both on a citywide scale and in its individual areas. The basic element of the IES is the mobile "GEO-DEMI" devices. These portable devices allow you to measure the main characteristics of human absorption of microwave radiation in the ranges of modern mobile communications and track its location using a GPS unit. "GEO-DEMI" devices have the following characteristics:

- a) frequency range of the microwave radiation is 0.9 to 3 GHz;
- b) dynamic range: from 10  $\mu$ W / cm<sup>2</sup> to 1.6 mW / cm<sup>2</sup>;
- c) maximum SAR is 7.3 W / kg;
- d) GPS positioning error: not more than 7, 6 meters.

In addition to the ability to work as part of the GEO-DOSA multichannel radio telemetry system, each GEO-DEMI device can accumulate data on an internal memory card (MC), then transfer this array of information to a personal computer, in order to control the personal daily microwave load of a person his movements around the city, at home, at work, etc. In the future, it is planned to include an additional biomedical channel (ECG) in the structure of the device, and to create a new "BIO-GEO-DOSE" system for unique researches of the individual effect of microwave radiation on heart rate variability (HRV) and the health of a particular person.

*The work was supported by the Russian FASIE, grant No. C7-15/49672.*

#### **АНТИОКСИДАНТЫ В XXI ВЕКЕ – ПОЛЬЗА ИЛИ ВРЕД?**

**Скачилова С.Я., Шилова Е.В.**

АО "Всероссийский научный центр по безопасности биологически активных веществ" г. Старая Купавна  
Московской обл., Россия; [skachilova@mail.ru](mailto:skachilova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1255.sudak.ns2020-16/423-424>

Нормальные и патологические процессы в организме связаны с обеспечением клеточных структур кислородом. На деятельность клеточных структур организма влияет не только молекулярный кислород, но и реакционноспособные активные формы кислорода (АФК), свободные радикалы (синглетный кислород и др.). Проводятся обширные исследования в биологии и медицине по влиянию АФК на нормальные и патологические процессы, протекающие в организме. Свободные радикалы в норме выполняют в организме различные биологические функции, метаболические процессы и др. Превышение количества свободных радикалов контролируется естественной системой антиоксидантной защиты организма (высокоактивные ферменты супероксиддисмутаза, каталаза, глутатион). Однако естественная антиоксидантная система не обеспечивает защиту организма при неблагоприятных факторах. В результате свободные радикалы повреждают жизненно-важные клеточные структуры организма: ДНК, белки, липиды, что нарушает важные обменные процессы и приводит к различным заболеваниям: сердечно-сосудистым, атеросклерозу, нейродегенеративным, онкологическим, старению и др.

В начале XXI века европейские ученые разработали проект по лечению оксидативного стресса. XXI век ознаменовался широким применением лекарственных препаратов (ЛП) с антиоксидантной активностью для лечения различных патологий: нейродегенеративные, сердечно-сосудистые, гепатиты, диабет, онкология. Для снятия оксидативного стресса применяют L-карнозин, (S)-тролокс и его производные (S. Stvolinsky et al, 2012). В Государственном реестре лекарственных средств РФ зарегистрированы антиоксиданты, антигипоксанты, мембраностабилизаторы, такие как тиоктовая кислота, триметазидин, мексидол, гипоксен, эмоксипин, галавит, таурин, полиоксидоний и другие. Разработаны различные физико-химические методы оценки антиоксидантной активности ЛП и пищевых продуктов. Наряду с успешным применением ЛП с антиоксидантной активностью появился ряд исследований и публикаций о прооксидантных эффектах и опасных последствиях от перегрузки организма антиоксидантами при превышении пороговой дозы. Приведены данные 12 исследований физиологических параметров организма спортсменов с применением аскорбиновой кислоты, токоферола, бета-каротина и их комбинаций (A. Carnauba et al, 2014 год). Авторы исследований делают вывод, что антиоксидантные добавки не влияют на восстановление организма после нагрузки и спортивные результаты. В 2013 году международная группа исследователей-клиницистов под руководством Christian Gluud показала, что биодобавки с антиоксидантами повышают смертность как пациентов с различными заболеваниями, так и здоровых людей (Science Daily, 2014).

Имеющиеся противоречивые данные о пользе и вреде антиоксидантов обусловлены двумя основными аспектами: проблемы с определением уровня оксидативного стресса и применение оптимальных и/или необходимых доз, обуславливающих метаболические обменные процессы индивидуального организма.

### ANTIOXIDANTS IN THE XXI CENTURY – BENEFIT OR HARM?

Skachilova Sofia Ya., Shilova Elena V.

All-Union Scientific Center for the Safety of Biologically Active Substances, JSC, Staraya Kupavna Moscow region, Russia; [skachilova@mail.ru](mailto:skachilova@mail.ru)

Normal and pathological processes in organism are associated with the supply of cellular structures with oxygen. The activity of organism cellular structures is affected not only by molecular oxygen, but also by reactive oxygen species (ROS), free radicals (singlet oxygen, etc.). Extensive research is being conducted in biology and medicine on the effect of ROS on normal and pathological processes in the body. Free radicals normally perform various biological functions in organism, metabolic processes, etc. The excess of free radicals is controlled by antioxidant body protection system (highly active superoxide dismutase, catalase, glutathione enzymes). However, the natural antioxidant system does not protect the body against adverse factors. As a result, free radicals damage the vital cellular structures of the body such as DNA, proteins, lipids. It disturbs important metabolic processes and leads to various diseases: cardiovascular, atherosclerosis, neurodegenerative, oncological, insenscence, etc.

At the beginning of the 21st century, European scientists developed a project to treat oxidative stress. The 21st century was marked by widespread use of medicines with antioxidant activity for treatment of various pathologies such as neurodegenerative, cardiovascular diseases, hepatitis, diabetes, oncology. To relieve oxidative stress, L-carnosine, (S)-trolox and its derivatives are used (S. Stvolinsky et al, 2012). Antioxidants, antihypoxants, and membrane stabilizers such as thioctic acid, trimetazidine, mexidol, hypoxene, emoxipin, galavit, taurine, polyoxidonium, and others are in the State Register of Medicines of the Russian Federation. Various physicochemical methods have been developed to evaluate the antioxidant activity of medicines and food. Along with the successful use of medicines with antioxidant activity, a number of studies and publications have been appeared on prooxidant effects and dangerous effects of overloading the body with antioxidants when threshold doses are exceeded. Data from 12 studies of physiological parameters of the body of athletes using ascorbic acid, tocopherol, beta-carotene and their combinations are given (A. Carnauba et al, 2014). The authors of studies concluded that antioxidant supplements did not effect on body recovery after exercise and athletic performance. In 2013, an international group of clinical researchers under Christian Gluud showed that food supplements with antioxidants increase mortality in patients with various diseases and in healthy people (Science Daily, 2014).

The conflicting data on benefits and harms of antioxidants are due to two main aspects: problems with determining oxidative stress level and use of optimal and/or necessary doses that determine the metabolic processes of an individual organism.

### РАННИЕ КОМПОНЕНТЫ ЗРИТЕЛЬНОГО ВП КАК МАРКЕРЫ НАРУШЕНИЯ КОГНИТИВНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ УЛЬТРАВЫСОКОМ РИСКЕ ШИЗОФРЕНИИ.

Славуцкая М.В.<sup>1,2</sup>, Лебедева И.С.<sup>2</sup>, Карелин С.А.<sup>1</sup>, Котенев А.В.<sup>1</sup>, Омельченко М.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова", биологический факультет, Россия, Москва, [mvslav@yandex.ru](mailto:mvslav@yandex.ru). <sup>2</sup>Федеральное Государственное бюджетное научное учреждение «Центр психического здоровья», Россия, Москва

<https://doi.org/10.29003/m1256.sudak.ns2020-16/424-425>

В саккадической парадигме «Go/No go» выявлены существенные различия как в поведенческих характеристиках саккадических ответов, так и в параметрах и топографии ранних компонентов P1 и N1 ВП на зрительные стимулы у 20 больных с ультравысоким риском (УВР) развития шизофрении и 20 здоровых испытуемых.

В группе больных показано увеличение числа ошибочных саккад на тормозный стимул по сравнению со здоровыми испытуемыми ( $46 \pm 7\%$  и  $24 \pm 4\%$ , соответственно,  $p < 0.001$ ), что отражает нарушение контролирующих функций внимания и произвольного торможения.



Показано увеличение амплитуды компонента *Go-P1* и снижение амплитуды компонента *No go-P1* у больных с УВР шизофрении. Эти данные могут отражать компенсаторное усиление активации коры на «пусковые» стимулы и подавление внимания на «тормозные» стимулы в условиях «фронтального дефицита».

Независимо от сигнального значения стимулов в группе больных установлено уменьшение амплитуды компонента *N1* на стимулы справа, что может отражать нарушение процессов направленного внимания к правому полю зрения вследствие дисфункции левого полушария, известной при шизофрении. При этом можно предполагать относительную сохранность сенсорных механизмов правого полушария на доманифестном этапе шизофрении.

В то же время в группе больных с УВР шизофрении латентность пика компонентов *Go-N1* и *No go-N1* была меньше по сравнению с группой нормы независимо от направления саккады. Эти данные коррелируют с уменьшением ЛП саккадического ответа в группе больных по сравнению со здоровыми ( $209 \pm 76$  и  $251 \pm 72$  мс, соответственно,  $p < 0.001$ ) и дают основание предполагать, что сокращение периода сенсорной переработки стимулов может служить одним из факторов снижения эффективности когнитивного контроля на раннем этапе развития шизофрении.

Обнаружены различия в топографии пиков и пространственно-временной динамики компонентов *P1* и *N1* в двух группах, что позволяет предполагать различные механизмы пространственной организации фронто-теменных сетей внимания, торможения и саккадического контроля в норме и при УВР шизофрении. Преобладание пиков компонентов *P1* и *N1* во фронто-центральных областях коры в группе больных может отражать процессы нейрокомпенсации, ассоциированные с усилением активационных процессов в условиях «фронтального дефицита» и снижения нисходящих влияний префронтальной коры на стадии анализа и оценки стимула на доманифестном этапе шизофрении.

#### EARLY VISUAL ERP COMPONENTS AS A MARKER OF COGNITIVE CONTROL IN PATIENTS WITH ULTRA HIGH RISK OF SCHIZOPHRENIA

Slavutskaya Maria V.<sup>2</sup>, Lebedeva Irina S.<sup>2</sup>, Karelin Stanislav A.<sup>1</sup>, Kotenev Alexei V.<sup>1</sup>,  
Omelchenko Maria A.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, [mvslav@yandex.ru](mailto:mvslav@yandex.ru), <sup>2</sup> Scientific Center for Mental Health, Moscow, Russia

In 20 patients with ultra-high risk (UHR) of schizophrenia and 20 healthy subjects the saccadic responses features, and parameters of *P1* and *N1* components of visual ERP were revealed to be significantly differ in the *Go* / *No go* saccadic paradigm.

In patients group the number of erroneous saccades to inhibitory stimulus was increased compared to the healthy subjects ( $46 \pm 7\%$  and  $24 \pm 4\%$ , respectively,  $p < 0.001$ ), which may reflect the impaired of attention and voluntary inhibition.

The *Go-P1* amplitude was increased and *No go-P1* amplitude was decreased in patients with UHR of schizophrenia. These data may reflect a cortex activation to the «*Go*» stimuli and a suppression of attention to the «*No go*» stimuli as a «frontal deficit» compensation.

*Go-N1* and *No go-N1* amplitude were decreased at the right side stimuli in the patients group, which may reflect impairment of attention directed to the right field of view due to the left hemisphere dysfunction, known in schizophrenia. In this case, we can assume the relative safety of the right hemisphere sensory mechanisms at the pre-manifested stage of schizophrenia.

At the same time, the *Go-N1* and *No go-N1* peak latency were less compared to the normal group, regardless of saccade direction. These data correlated with saccadic latency decrease in the patients group compared to the healthy subjects ( $209 \pm 76$  and  $251 \pm 72$  ms, respectively,  $p < 0.001$ ), and suggest the reduction of sensory processing, that serve as factors for the cognitive control decrease in the UHR of schizophrenia.

The differences in the *P1* and *N1* topography and spatiotemporal dynamics were found between two groups, which suggest various mechanisms of attention, inhibition, and saccadic control front-parietal networks organization in healthy subjects and in patients.

The predominance of the *P1* and *N1* peaks in the front-central cortex regions in the patients group can reflect the processes associated with neuro-compensation of «prefrontal dysfunction» and decrease of its «top-down» effects at the stage of sensory analysis and stimulus evaluation at the pre-manifested period of schizophrenia.

#### ПОИСК МУТАЦИЙ, АССОЦИИРОВАННЫХ С АРТРОГРИПОЗОМ, МЕТОДОМ ЭКЗОМНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ

Слободина А.Д., Комиссаров А.Е., Саранцева С.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Гатчина, Россия; [sashylikslobodina@mail.ru](mailto:sashylikslobodina@mail.ru)

Среди врожденных пороков развития опорно-двигательного аппарата одной из наиболее тяжелых патологий является артрогрипоз. Почти все дети с этим заболеванием имеют статус ребенок-инвалид, и только раннее консервативное лечение и своевременные хирургические вмешательства приводят к улучшению качества жизни, возможности передвижения и независимости в быту. Несмотря на длительную историю исследования данного заболевания и достигнутые успехи, до настоящего времени лечение контрактур и деформаций конечностей является одной из сложнейших проблем детской ортопедии, и многие вопросы в этой области остаются не выясненными до конца. Одна из причин сложившейся ситуации – недостаточная изученность молекулярных и клеточных аспектов этиологии и патогенеза артрогрипоза.

Цель работы заключалась в поиске мутаций, ассоциированных с артрогрипозом. Было проведено экзомное секвенирование геномной ДНК 15 пациентов с различными мышечными заболеваниями.



С помощью дальнейшей биоинформатической обработки данных у двух пациентов с диагнозом дистальный артрогрипоз типа 2В (синдром Шелдона-Холла) были обнаружены однонуклеотидные замены в гене TNNT3, кодирующем тропонин Т3. У пациента с врожденным множественным артрогрипозом была выявлена патогенная мутация в гене TRPV4, у больного с синдромом Брука – патогенная мутация в гене PLOD2, а у пациентки с миопатией – патогенная мутация в гене PMP22. Найденные однонуклеотидные замены у больных детей были подтверждены с помощью секвенирования ПЦР-фрагментов по методу Сэнгера и проверены у родителей. Анализ мутаций у остальных пациентов, связанных с артрогрипозом или другими мышечными заболеваниями, продолжается.

Также более пятидесяти пациентов с дистальными формами артрогрипоза (ДА) были разделены на группы по типам заболевания (ДА1-ДА10) в соответствии с клиническими признаками. Поиск мутаций у этих пациентов был проведен с помощью секвенирования методом Сэнгера фрагментов генов, связанных с соответствующей формой ДА. С помощью такого подхода уже обнаружены мутации в генах TPM2 и TNNT3, вызывающие ДА1А и ДА2В соответственно.

Поиск мутаций, ассоциированных с артрогрипозом и другими мышечными заболеваниями, важен и необходим для правильной постановки диагноза и повышения качества лечения пациентов.

#### **SEARCH OF MUTATIONS THAT ARE ASSOCIATED WITH ARTHROGRYPOSIS BY EXOME SEQUENCING**

**Slobodina Aleksandra D., Komissarov Artem E., Sarantseva Svetlana V.**

Petersburg Nuclear Physics Institute named by B.P. Konstantinov of National Research Centre

«Kurchatov Institute», Gatchina, Russia; [sashyikslobodina@mail.ru](mailto:sashyikslobodina@mail.ru)

The term arthrogryposis describes individuals with non-progressive congenital contractures of two or more different body areas. Almost all children with arthrogryposis have the status of a disabled, and only early conservative treatment and surgery lead to the improvement of life quality, opportunity to move and independence in everyday life. Despite the long history of research of this disease and achieved success, the treatment of contractures and deformations of the limbs is one of the most difficult problems of children's orthopedics for today, and many questions in this area remain unclear. One of the reasons of this situation is the lack of knowledge of the molecular and cellular aspects of the etiology and pathogenesis of arthrogryposis.

The aim of the work was to find mutations associated with arthrogryposis. We performed exome sequencing of genomic DNA of 15 patients with different muscle diseases. We conducted a bioinformatic analysis of obtained data. We found a single nucleotide polymorphism in TNNT3 gene (troponin T3) in two patients with distal arthrogryposis type 2B (Sheldon-Hall syndrome). We found a pathogenic mutation in TRPV4 gene (transient receptor potential cation channel subfamily V member 4) in a patient with congenital multiple arthrogryposis, a mutation in PLOD2 gene (procollagen-lysine, 2-oxoglutarate 5-dioxygenase 2) in a patient with Bruck syndrome and a mutation in PMP22 gene (peripheral myelin protein 22) in a patient with myopathy. These single-nucleotide polymorphisms were confirmed by the Sanger sequencing of PCR products and tested in parents. Analysis of mutations associated with arthrogryposis or other muscle diseases in other patients continues.

Also, more than 50 patients with distal forms of arthrogryposis (DA) were divided into groups by the types of this disease (DA1-DA10) in accordance with clinical features. The search for mutations in these patients was performed by the Sanger sequencing of PCR products of genes associated with the corresponding form of DA. This approach has already been used to detect mutations in TPM2 and TNNT3 genes that cause DA1A and DA2B, respectively.

The search of mutations associated with arthrogryposis and other muscle diseases is important and necessary for correct diagnosis and improving the treatment quality of patients.

#### **КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ТЕЛА И СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕКРЕЦИИ ЛЕПТИНА У ДЕВУШЕК С РАЗЛИЧНЫМ ИНДЕКСОМ МАССЫ ТЕЛА**

**Смелышева Л.Н., Кузнецов А.П., Мусихина Е.А., Ковалева Г.А., Артеняев Н.А., Сажина Н.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Курганский государственный университет», Курган, Россия; [vip.smelysheva@mail.ru](mailto:vip.smelysheva@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1257.sudak.ns2020-16/426-427>

**Цель.** Исследование динамики уровня гормона жировой ткани лептина у здоровых девушек с различным композитным составом тела и индексом массы для оценки энергетического статуса в условиях стресса. **Материалы и методы.** На основании антропометрии и биоимпедансометрии были сформированы три группы девушек: в первую группу включены девушки с ИМТ менее 18,5 кг/м<sup>2</sup>, дефицит массы тела (ДМТ), во вторую – с 18,5 до 24,9 кг/м<sup>2</sup>, нормальная масса тела (НМТ), в третью – с ИМТ более 24,9 кг/м<sup>2</sup>, что соответствует избыточной массе тела (ИзбМТ). Композитный состав тела определен методом биоимпедансометрии. Определение концентрации плазменного лептина проводилось методом иммуноферментного анализа в фоновых условиях, а также при эмоциональном стрессе. **Результаты.** В выделенных подгруппах определено достоверное различие компонентного состава тела с увеличением в ряду ДМТ→НМТ→ИзбМТ. При оценке уровня течения метаболических процессов по величине фазового угла выявлено, что в группе девушек с ДМТ у 3,41% наблюдаются признаки повышенного белкового катаболизма. Определено, что у 32% лиц исследуемой нами выборки наблюдается повышенное значение индекса талия/бедро, служащего маркером накопления висцерального жира. Оценена стресс-индуцированная динамика гормона лептина. В условиях фоновой нагрузки концентрация лептина в плазме крови положительно коррелировала со значением ИМТ и зависела от компонентного состава тела как в фоновых условиях, так и в ходе реализации стресс-реакции (p<0,05). Наиболее тесная прямая связь прослеживается между лептином, показателем жировой массы, водным и основным обменом. Обратные корреляции определены с содержанием безжировой (тощей) массы. **Заключение.** У лиц с НМТ в условиях эмоционального напряжения гормон жировой ткани лептин имел отрицательную динамику, что является

адекватной адаптивной физиологической реакцией на стресс. Девушки с дефицитом массы тела имеют достоверно высокую положительную динамику лептина, а у девушек с избыточной массой отсутствуют значимые сдвиги его концентраций, что можно объяснить формированием лептинорезистентности. Вместе с тем результаты оценки компонентного состава тела отражают негативную ситуацию в отношении риска развития метаболического синдрома, ожирения и ассоциированных с ним хронических заболеваний. Это обстоятельство указывает на необходимость изучения факторов, модулирующих композитный состав, в том числе генетический, уровень физической активности, пищевое поведение, факторы образовательной среды.

#### **BODY COMPONENT COMPOSITION AND STRESS-INDUCED FEATURES OF THE LEPTIN SECTION IN GIRLS WITH VARIOUS BODY WEIGHT INDEX**

**Smelysheva Lada N., Kuznetsov Alexander P., Musikhina Ekaterina A., Kovaleva Galina A., Artenyan Natalya A., Sazhina Nina V.**

Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kurgan State University", Kurgan, Russia;  
[vip.smelysheva@mail.ru](mailto:vip.smelysheva@mail.ru)

**Aim.** The study of the dynamics of the level of the hormone adipose tissue hormone leptin in healthy girls with different composite body composition and mass index to assess the energy status under stress. **Materials and methods.** Three groups of girls were formed on the basis of anthropometry and bioimpedancemetry: the first group included girls with a BMI of less than 18.5 kg / m<sup>2</sup>, body mass deficiency (DMT), the second - from 18.5 to 24.9 kg / m<sup>2</sup>, normal weight body (BDC), in the third - with a BMI of more than 24.9 kg / m<sup>2</sup>, which corresponds to overweight (IzbMT). The composite composition of the body was determined by bioimpedanceometry. Determination of plasma leptin concentration was carried out by enzyme-linked immunosorbent assay in the background, as well as during emotional stress. **Results.** In the selected subgroups, a significant difference in the component composition of the body with an increase in the series of DMT → NMT → IzbMT was determined. When assessing the level of metabolic processes by the magnitude of the phase angle, it was found that in the group of girls with DMT, 3.41% showed signs of increased protein catabolism. It was determined that 32% of the individuals in the sample we studied showed an increased value of the waist / hip index, which serves as a marker for the accumulation of visceral fat. The stress-induced dynamics of the hormone leptin was evaluated. Under the background load, the concentration of leptin in the blood plasma positively correlated with the BMI value and depended on the component composition of the body both in the background and during the implementation of the stress reaction ( $p < 0.05$ ). The closest direct connection is traced between leptin, an indicator of fat mass, water and basic metabolism. Inverse correlations are determined with the content of lean (lean) mass. **The conclusion.** In people with BDCs under conditions of emotional stress, the adipose tissue hormone leptin had a negative dynamics, which is an adequate adaptive physiological response to stress. Girls with a lack of body weight have a significantly high positive dynamics of leptin, and girls with overweight do not have significant shifts in its concentrations, which can be explained by the formation of leptin resistance. At the same time, the results of the assessment of the component composition of the body reflect a negative situation regarding the risk of developing the metabolic syndrome, obesity and associated chronic diseases. This fact indicates the need to study the factors modulating the composite composition, including genetic, the level of physical activity, nutritional behavior, and factors of the educational environment.

#### **АДАПТИВНАЯ ВЕРХОВАЯ ЕЗДА КАК МЕТОД НАПРАВЛЕННОГО ФОРМИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО И ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ.**

**Соболева И.В., Чуднова В.В., Шульц К.А.**

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия, [isoboleva2015@mail.ru](mailto:isoboleva2015@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1258.sudak.ns2020-16/427-428>

Адаптивная верховая езда, реабилитационная верховая езда, иппотерапия, райдинг-терапия – все эти слова синонимы и обозначают физиотерапевтическое воздействие, основанное на взаимодействии человека и лошади. В Ростове-на-Дону впервые программа терапевтической верховой езды начала действовать в 1999 году на базе Ростовского ипподрома в рамках общественной организации «Пони клуб БАРБИ». За время существования Клуба (2001-2011 г.г.) в нем прошли реабилитацию более 1000 детей с ОВЗ. Научно-методические основы программы конной терапии формировались институтом валеологии Ростовского государственного университета. Психическое состояние занимающихся оценивалось с помощью теста Люшера, а физическое — по физиологическим показателям сердечно-сосудистой системы. Показано, что у 100% здоровых испытуемых после сеанса адаптивной верховой езды отмечается улучшение психического состояния. У детей с ОВЗ (мальчики) в процессе занятий конной терапией также наблюдалась нормализация психического состояния, а у девочек с ОВЗ отмечалось улучшение вегетативного баланса процессов возбуждения и торможения. Систематические занятия верховой ездой способствовали нормализации артериального давления (120/80 мм.рт.ст против 200/100 мм р.ст), улучшению функционального состояния детей страдающих диабетом, ДЦП, аутизмом, задержками развития и другими заболеваниями. Результаты этих исследований опубликованы в материалах 9 конференций, методическом пособии (2004), статье в сборнике по коррекционной педагогике (2006). По результатам исследований защищено 3 дипломных работы (2008) и магистерская диссертация (2016). В настоящее время в Донском государственном университете планируется создание центра адаптивной верховой езды, задачей которого будет подготовка специалистов, владеющих методами конной терапии и адаптивной верховой езды. С 2019 года на кафедре биологии и общей патологии ДГТУ действует научно-образовательный кружок, где студенты ветеринарной специальности знакомятся с теоретическими основами лечебной и оздоровительной езды, методами функциональной диагностики состояния здоровья занимающихся, на практике осваивают азы конной подготовки. Совместно с факультетом психологии ДГТУ

готовится магистерская программа по анималотерапии. Верховая езда представляет собой уникальный метод оздоровления. Этот метод характеризуется комплексным (целостным) воздействием на организм человека, затрагивает его физическую, психическую и социальную сферы и позволяет направленно влиять на как на физическое, так и на психическое здоровье человека.

### **ADAPTIVE HORSE RIDING AS A METHOD OF DIRECTED FORMATION OF PHYSICAL AND MENTAL HEALTH**

**Soboleva Irina V., Chudnova Valeria V., Schulz Ksenia A.**

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia, [isoboleva2015@mail.ru](mailto:isoboleva2015@mail.ru)

Adaptive horseback riding, rehabilitation horseback riding, hippotherapy, therapeutic riding are all synonymous words and mean physiotherapeutic effects based on the interaction of a man and a horse. In Rostov-on-Don, for the first time, the therapeutic riding program began in 1999 on the basis of the Rostov Hippodrome as part of the Pony Club BARBI public organization. During the existence of the Club (2001-2011), more than 1000 children with disabilities have undergone rehabilitation there. The scientific and methodological foundations of the horse therapy program were formed by the Institute of Valeology of Rostov State University. The mental state of the trainees was assessed using the Luscher test, and the physical state was assessed by the physiological parameters of the cardiovascular system. The mental state of the trainees was assessed using the Luscher test, and the physical state was assessed by the physiological parameters of the cardiovascular system. It was shown that in 100% of healthy subjects an improvement in mental state was noted after an adaptive riding session. In children with disabilities (boys), during the course of equestrian therapy, normalization of the mental state was also observed, and in girls with disabilities, there was an improvement in the vegetative balance of the processes of excitation and inhibition. Systematic riding lessons contributed to the normalization of blood pressure (120/80 mm.s. vs 200/100 mm.s.), improving the functional state of children with diabetes, cerebral palsy, autism, developmental delays and other diseases. The results of these studies were published in materials of 9 conferences, a methodological manual (2004), an article in a collection of corrective pedagogy (2006). According to the results of research, 3 theses (2. 008) and a master's thesis (2016) were defended. At present, the Don State University plans to create an adaptive riding center, the task of which will be to train specialists in equestrian therapy and adaptive horse riding. Since 2019, a scientific and educational circle has been operating at the Department of Biology and General Pathology of the Dagestan State Technical University, where students of the veterinary specialty get acquainted with the theoretical foundations of medical and recreational riding, methods of functional diagnosis of the health status of students, in practice master the basics of equestrian training. Together with the faculty of psychology of DSTU, a master's program in animal therapy is being prepared. Horse riding is a unique healing method. This method is characterized by a complex (holistic) effect on the human body, affects its physical, mental and social spheres and allows you to directionally affect both the physical and mental health of a person.

### **КВАНТОВАЯ НЕЙРОФИЛОСОФИЯ**

**Соловьев Н.А.**

Санкт-Петербургский государственный институт психологии и социальной работы, Санкт-Петербург, Россия; [solovyovnikita@mail.ru](mailto:solovyovnikita@mail.ru)

Фундаментальной проблемой философии применительно к нейронаукам является вопрос о сущности сознания и его связи с мозгом. В этой же связи обычно рассматривают и вопрос о свободе воли, которая является функцией сознания. Существуют две основных концепции сознания. В первой, которая берет начало от Аристотеля, под сознанием понимают форму тела. В этом случае сознание оказывается встроенным в тело, поскольку в концепции Аристотеля тело есть единство формы и субстрата. Другая модель сознания основывается на концепции Декарта, и носит название картезианского дуализма. Суть концепции заключается в том, что сознание или душа понимается как нематериальная субстанция, которая связана с телом, но не сводится к нему. Эти две теории приводят к различным следствиям. Следуя модели Аристотеля, легко прийти к выводу, что компьютер тоже имеет сознание. Исходя из концепции Декарта, скорее следует, что сознание имеет место только у живых существ. Важной составляющей концепции Декарта является то, что само сознание следует разделять на две части: на содержания сознания и на истинного субъекта или Я. Эта точка зрения доминировала вплоть до середины 20 века, и ее приоживался такой выдающийся философ 20 века как Хайдеггер. Однако в конце 20 века философы стали склоняться к идеям Аристотеля. Это было связано с тем, что в концепции Декарта было сложно объяснить наличие свободы воли у человека, если истинный субъект или Я, принимающий решений, находится вне материального мира. В этом случае, принимая во внимание детерминизм Декарта-Лапласа, необходимо было бы признать нарушение классической причинности или отвергнуть причинную замкнутость материального мира. Однако в настоящее время все большую популярность набирают идеи, которые позволяют обойти эту проблему. Они связаны с представлениями о том, что мозг живого существа является квантовым объектом. В этом случае мы имеем точки ветвления, которые определяют различные альтернативы в процессе временной эволюции состояния живого существа. Это решение привлекательно с точки зрения философии, однако оно переносит все сложности в область физики, поскольку мозг является макроскопическим объектом и квантовые эффекты в нем подавляются эффектом декогеренции. Существуют, однако, аналогии между мозгом и лазером, который тоже является макроскопическим квантовым объектом. Это дает надежду на существование и в мозге макроскопических квантовых эффектов.



## QUANTUM NEUROPHILOSOPHY

Solovyov N. A.

Saint Petersburg state Institute of psychology and social work, Saint Petersburg, Russia

The fundamental problem of philosophy in relation to neuroscience is the question of the essence of consciousness and its connection with the brain. In this connection, the question of free will, which is a function of consciousness, is usually considered. There are two basic concepts of consciousness. In the first, which originates from Aristotle, consciousness is understood as the form of the body. In this case, consciousness is embedded in the body, because in Aristotle's concept, the body is the unity of form and substrate. Another model of consciousness is based on the concept of Descartes, and is called Cartesian dualism. The essence of the concept is that the mind or soul is understood as an immaterial substance that is connected to the body, but not reduced to it. These two theories lead to different consequences. Following Aristotle's model, it is easy to conclude that the computer also has consciousness. Based on Descartes' concept, it rather follows that consciousness takes place only in living beings. An important part of Descartes' concept is that consciousness itself should be divided into two parts: the contents of consciousness and the true subject or self. This point of view dominated until the mid-20th century, and it was supported by such an outstanding philosopher of the 20th century as Heidegger. However, at the end of the 20th century, philosophers began to lean towards the ideas of Aristotle. This was due to the fact that in Descartes' concept it was difficult to explain the existence of free will in a person, if the true subject or self, making decisions, is outside the material world. In this case, taking into account the determinism of Descartes-Laplace, it would be necessary to recognize the violation of classical causality or reject the causal isolation of the material world. However, ideas that circumvent this problem are becoming increasingly popular. They are related to the idea that the brain of a living being is a quantum object. In this case, we have branching points that define different alternatives in the process of temporal evolution of the state of a living being. This solution is attractive from the point of view of philosophy, but it transfers all the difficulties to the field of physics, since the brain is a macroscopic object and quantum effects in it are suppressed by the decoherence effect. There are, however, analogies between the brain and the laser, which is also a macroscopic quantum object. This gives hope for the existence of macroscopic quantum effects in the brain.

### **ВОЗРАСТЗАВИСИМЫЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ИНТРАНАЗАЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ ОЛИГОМЕРОВ АЛЬФА-СИНУКЛЕИНА У 6- И 9-МЕСЯЧНЫХ МЫШЕЙ**

Соловьева О.А., Грудень М.А., Шерстнев В.В.

ФГБНУ «НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина», Москва, Россия, [SAolga@yandex.ru](mailto:SAolga@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1259.sudak.ns2020-16/429-430>

Болезнь Паркинсона (БП) -- это возрастзависимое мультисистемное хроническое заболевание, в основе развития которого лежат гиперэкспрессия и мисфолдинг белка альфа-синуклеина, приводящие к формированию его нейротоксичных форм (олигомеров и фибрилл), вызывающих гибель определенных популяций нервных клеток. Цель исследования состояла в оценке влияния олигомеров альфа-синуклеина на поведенческие показатели у мышей разного возраста.

Методика. Самцам мышей в возрасте 6- и 9ти месяцев интраназально вводили раствор олигомеров альфа-синуклеина или физиологический раствор ежедневно на протяжении 14 дней, после этого мышей тестировали в Открытом поле (ОП, 15ый день), формировали и тестировали условную реакцию пассивного избегания (УРПИ, 18ый и 19ый дни) и оценивали тревожность в Приподнятом крестообразном лабиринте (ПКЛ, 22ой день). Для сбора и анализа данных использовали программы Ethovision XT 8.5 (Noldus, Нидерланды) и PACS-30 Shuttle Box (Columbus Instruments, Огайо, США).

Результаты. Введение олигомеров альфа-синуклеина не оказывало статистически значимого влияния на среднюю скорость движения и длину пройденного пути у 6-месячных мышей ни на 15ый, ни на 22ой дни исследования. У 9-месячных мышей, получивших олигомеры альфа-синуклеина, была выше средняя скорость движения в ОП по сравнению с контролем (тест Манна-Уитни,  $p=0.001$ ), а также они чаще контроля заходили в углы установки ( $p=0.001$ ). Введение олигомеров альфа-синуклеина не оказывало влияния на формирование или воспроизведение УРПИ у исследованных животных. Более молодые экспериментальные мыши больше времени провели в открытых рукавах ПКЛ по сравнению с контролем ( $p=0.014$ ), однако у 9-месячных животных различия не достигли уровня статической значимости.

Выводы. Таким образом, у 6-месячных мышей хроническое введение олигомеров альфа-синуклеина воспроизводит проявления доклинической стадии БП (тревожноподобное поведение без грубых двигательных нарушений), в то время как у 9-месячных мышей при действии олигомеров альфа-синуклеина возникает выраженное двигательное беспокойство, сходное с синдромом акатизии, который наблюдается на ранних клинических стадиях БП и связан с нарушением дофаминергической и/или норадреналинергической трансмиссии.

### **AGE-DEPENDENT BEHAVIORAL EFFECTS OF INTRANASAL INFUSION OF ALPHA-SYNUCLEIN OLIGOMERS IN 6- AND 9-MONTH-OLD MICE**

Solovieva Olga A., Gruden Marina A., Sherstnev Vladimir V.

P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia, [SAolga@yandex.ru](mailto:SAolga@yandex.ru)

Parkinson's disease (PD) is an age-dependent multi-system chronic pathology based on overexpression and misfolding of alpha-synuclein protein, which leads to production of neurotoxic alpha-synuclein species (oligomers and fibrils) that cause death of certain neuronal populations. The aim of this study was to assess behavioral effects of the alpha-synuclein oligomeric inoculation in mice of different ages. Materials and Methods. Six and 9-month-old male C57Bl/6 mice were inoculated intranasally with solution of alpha-synuclein oligomers or saline for 14 days, prior they were subjected to Open field test (OF, day 15), Passive avoidance conditioning (PA, days 18-19), and



Elevated plus maze (EPM, day 22). Ethovision XT 8.5 (Noldus, The Netherlands) and PACS-30 Shuttle Box software (Columbus Instruments, Ohio, USA) were used in order to obtain and analyze behavioral events.

Results. Alpha-synuclein inoculation did not influence the average speed and total distance moved significantly in 6-month-old mice on either the 15<sup>th</sup> or the 22<sup>nd</sup> days of the study. The average speed of movement and frequency of corner entries in the OF were higher in 9-month-old mice that received alpha-synuclein oligomers in comparison to control (Mann-Whitney test,  $p=0.001$ ). Alpha-synuclein treatment did not affect the acquisition or retention of PA test in the studied animals.

The younger experimental mice spent more time in the open arms of the EPM compared to the control animals ( $p=0.014$ ), however, the difference did not reach the level of statistic significance in 9-month-old animals. Conclusion. Thus, a chronic intranasal inoculation with alpha-synuclein oligomers reproduces the preclinical stage of PD (anxiety-like behavior without gross motor deficiency) in 6-month-old mice, while a pronounced motor disquiet similar to akathisia syndrome (which is observed in the early clinical stages of PD and associated with impaired dopaminergic and/or noradrenergic transmission) arises in 9-month-old mice.

**ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕТРОГРАДНОЙ АМНЕЗИИ  
НА НЕЙРОСЕТОВОЙ МОДЕЛИ С СУПЕРПОЗИЦИОННОЙ ЗАПИСЬЮ  
Соломатин В.Ф.**

Независимый исследователь, Санкт-Петербург, Россия; [salam-vik@yandex.ru](mailto:salam-vik@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1260.sudak.ns2020-16/430-431>

Ретроградная амнезия (РА) – потеря памяти на интервал времени, предшествующий травматическому воздействию на мозг. Основная особенность РА – существование градиента РА (зависимости величины интервала потери памяти от силы воздействия). Известны предположения о возможных механизмах возникновения градиента РА. Это – укрепление следов памяти с течением времени и размножение следов. Но эти предположения не объясняют, почему естественный отбор привёл к потере памяти на недавнее, хотя память недавнего более актуальна, чем память давнего.

На основании анализа аналогии между свойствами голограмм и свойствами следов памяти в мозге Автор разработал ранее нейросетевую модель ассоциативной распределённой памяти. В ней ассоциации записываются с наложением. На этой модели удалось воспроизвести 20 особенностей условных рефлексов и основные из особенностей образной памяти человека. У Автора возникло предположение, что существование градиента РА является следствием существования нелинейной зависимости приращения содержимого запоминающих элементов (ЗЭ) от величины их входных сигналов. Для проверки этого предположения была разработана программная реализация нейросетевой модели и проведены компьютерные эксперименты. Оказалось, что при введении нелинейной зависимости от величины, накопленной в отдельном ЗЭ, выходные сигналы модели уменьшаются одинаково для всех ассоциаций. Т.е., предположение Автора не подтвердилось. Но если ввести нелинейную зависимость от средней по всем ЗЭ величины, то возникает зависимость выходных сигналов от номера записи в последовательном их ряду именно такая, какая нужна для объяснения существования градиента РА.

Для реализации таких процессов в мозге нужна соответствующая организация нейронных цепей, и целью эволюции не может быть существование градиента РА самого по себе. Должна быть более важная причина. Найти её помогает обращение к универсальному закону восприятия – закону Вебера-Фехнера. Он тоже описывает нелинейную зависимость. Польза такой зависимости заключается в расширении диапазона изменения воспринимаемых величин. В случае, рассмотренном Автором, нелинейность позволяет увеличить количество записей, что, конечно, весьма важно для организма.

Развиваемый Автором подход позволяет дать новое объяснение происхождения и других особенностей ретроградной амнезии. В частности, сама потеря памяти может быть не следствием изменений, происходящих в запоминающих элементах, а следствием изменения параметров нейронных сетей, по которым распространяются сигналы.

**REPRODUCTION OF THE RETROGRADE AMNESIA FEATURES ON THE NEURONET MODELS  
WITH SUPERIMPOSING RECORD**

**Solomatn Viktor F.**

Independent researcher, Saint-Petersburg, Russia; [salam-vik@yandex.ru](mailto:salam-vik@yandex.ru)

Retrograde amnesia (RA) – the loss of memory on the interval of time previous to traumatic influence on a brain. Basic feature RA – existence of gradient RA (i.e., dependences of memory loss interval size on force of influence). Assumptions of possible mechanisms of occurrence of gradient RA are known. It – strengthening of memory traces with time course and traces reproduction in quantity. But these assumptions do not explain, why natural selection has led to loss of memory on recent, though memory on recent is more actual, than memory on old. There are also other objections against the mentioned assumptions.

Author has developed earlier neuronet model of the associative distributed memory on the basis of the analysis of analogy between properties of holograms and properties of memory traces in a brain. In it associations record with imposing. On this model it was possible to reproduce 20 features of conditioned reflexes and the basic from features of the man memory. The Author had assumption, that gradient RA existence is consequence of nonlinear dependence of an contents increment of remembering elements (RE) from size of their entrance signals. For check of this assumption program realization neuronet models has been developed and computer experiments are lead. Appeared, that at introduction of nonlinear dependence on the size which have been saved up in separate RE, output signals of model decrease equally for all associations. I.e., the assumption of the Author has not proved to be true. But if to enter nonlinear dependence on average on all RE sizes there is a dependence of output signals on number of record in their consecutive number such what is necessary for an explanation of gradient RA existence.

The corresponding organization of neural circuits is necessary for realization of such processes in a brain, and the purpose of evolution cannot be existence of gradient RA on itself. There should be more important reason. To find her the reference to the universal law of perception

helps Weber-Fekhnner law. It too describes nonlinear dependence. The advantage of such dependence consists in expansion of a range of perceived sizes change. In a case considered by the Author, nonlinearity allows to increase quantity of records, that, certainly, it is rather important for an organism.

Thus, existence of gradient RA can not be the purpose of evolution; it can be a by-effect from necessity of increase in number of records.

The approach developed by the Author allows to give a new explanation of an origin and other features of retrograde amnesia. In particular, loss of memory can be not consequence of changes, which occur in remembering elements, but consequence of parameters changes of neural networks on which signals are propagated.

### **КВАЗИГОЛОГРАФИЧЕСКАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ПАМЯТИ И РЕАЛЬНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И МОЗГОВЫЕ ПРОЦЕССЫ**

**Соломатин В.Ф.**

Независимый исследователь, Санкт-Петербург, Россия; [salam-vik@yandex.ru](mailto:salam-vik@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1261.sudak.ns2020-16/431-432>

Автор разработал ранее нейросетевую модель ассоциативной распределённой памяти на основе анализа аналогии между свойствами голограмм и свойствами следов памяти в мозге. В этой модели запоминаемые комбинации активных входов представляются дискретными знакопеременными псевдослучайными функциями, и разные ассоциации записываются в одних и тех же запоминающих элементах с наложением.

Модель превосходит другие модели по возможностям воспроизведения явлений памяти. На ней воспроизведены 20 особенностей условных рефлексов (опубликовано). На модели могут быть воспроизведены также многие особенности образной памяти человека (опубликовано частично). Но, при этом, в сети из реальных нейронов такая память не может быть реализована.

Применительно к воспроизведению условных рефлексов такая модель является избыточной. Возможна разработка более простой и более реалистичной модели (частично это сделано и опубликовано). Что касается образной памяти, то, во-первых, квазиголографическая модель является полной работающей моделью, позволяющей интерпретировать многие экспериментальные и клинические наблюдения (и даже давать принципиально новые объяснения (см. здесь другие тезисы Автора)). Во-вторых, на основе этой модели и её модификаций можно построить обобщённую модель и дать обобщённое описание процессов памяти. В этом описании будет присутствовать фундаментальное и универсальное понятие возбуждения как отклонения среды от фонового состояния. Следы памяти возникают в результате встречи возбуждений, а извлечение из памяти представляет собой восстановление возбуждения в результате взаимодействия возобновлённого ассоциативно с ним записанного возбуждения со следами. В обобщённой модели должны присутствовать, среды для распространения возбуждений, источники возбуждений с указанием их роли, запоминающие элементы. Принципиально важно, что одним из источников возбуждений является субъект. В-третьих, поскольку квазиголографическая модель лучше других моделей соответствует фактам, нужно искать причину такой эффективности модели. Точка зрения Автора заключается в том, что обсуждаемая модель соответствует реальным процессам настолько, насколько это возможно для формальной модели. Реальные же процессы «протекают», в значительной степени, на субквантовом уровне (см. о субквантовых процессах и их роли в работе мозга в брошюре Автора «Опыты прикладной философии»; Автор также работает над книгой «Высшие функции мозга», в которой будут, в частности, более конкретные предположения о субквантовых процессах памяти).

### **QUASI-HOLOGRAPHIC NEURONET MODEL OF MEMORY AND REAL NEURAL NETWORKS AND BRAIN PROCESSES**

**Solomatin Viktor F.**

Independent researcher, Saint-Petersburg, Russia; [salam-vik@yandex.ru](mailto:salam-vik@yandex.ru)

The Author has developed earlier neuronet model of the associative non-localize memory on the basis of the analysis of analogy between properties of holograms and properties of memory traces in a brain. In this model remembered combinations of active inputs are represented by discrete sign-variable pseudo-random functions, and different associations recorded in the same remembering elements with imposing.

The model excel other models by possibilities of the memory phenomena reproduction. 20 features of conditioned reflexes are reproduced on it (is published). Many features of the man memory can be reproduced also (it is published in part). But, thus, such memory cannot be realized in a network from real neurons.

With reference to reproduction of conditioned reflexes such model is superfluous. Development of more simple and more realistic model (in part it is made and published) is possible. As to man memory, first, the quasi-holographic model is the full working model, allowing many experimental and clinical observations to interpret (and even to allow on principle new explanations to give (see here other theses of the Author)). Second, the generalized model to construct on the basis of this model and its modifications it is possible and to give the generalized description of memory processes. At this description there will be a fundamental and universal concept of excitation as deviations of medium from a background state. The memory traces result from a excitations linking, and extraction from memory represents reconstruction of excitation as a result of interaction renewed is associative with it of the written down excitation with traces. At the generalized model should be present, the medium for propagation of excitations, sources of excitations with the description their roles, remembering elements. It is on principle important, that one of excitations sources is the subject. Thirdly, as the quasi-holographic model is better

than other models corresponds to the facts, it is necessary to search for the reason of such efficiency of model. The point of view of the Author consists that the discussed model corresponds to real processes so far as it is possible for formal model. Real processes «proceed», to the great degree, at a subquantum level (see on subquantum processes and their role in work of a brain in the brochure of the Author «Опыты прикладной философии» (in Russian) («Experiences of applied philosophy»); the Author also works above the book «the Higher functions of a brain» in which will be, in particular, more concrete assumptions on subquantum processes of memory.

#### **ИЗМЕНЕНИЕ МЕЖСУСТАВНЫХ И МЕЖКОНЕЧНОСТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ПРИ СПОНТАННЫХ ДВИЖЕНИЯХ У ДОНОШЕННЫХ МЛАДЕНЦЕВ В ПЕРВЫЕ ШЕСТЬ МЕСЯЦЕВ ЖИЗНИ.**

**Солопова И.А.<sup>1</sup>, Долинская И.Ю.<sup>1,2</sup>, Селионов В.А.<sup>1</sup>, Кешишян Е.С.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Институт проблем передачи информации РАН, Москва, Россия. [solopova@iitp.ru](mailto:solopova@iitp.ru)

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт (ГУ), Долгопрудный

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России

<https://doi.org/10.29003/m1262.sudak.ns2020-16/432>

В работе исследовали паттерны межконечностных взаимодействий на основе оценки мышечной активности рук и ног при спонтанных движениях младенцев. В исследовании приняли участие 55 доношенных детей в возрасте от рождения до 6 месяцев. Младенцы были разбиты на группы по возрасту, длительность каждого возрастного периода составляла 1 месяц. В положении лежа на спине регистрировали активность основных мышц ног (RF, BF, GL, TA) и рук (BB, TB). Для каждого возрастного периода в процессе двигательного развития младенцев рассчитывали коэффициент корреляции между разрядами этих мышц рук и ног и оценивали связи между активностью мышц конечностей одного пояса (нога-нога, рука-рука), а также между активностью мышц конечностей верхнего и нижнего пояса (рука-нога ипсилатерально и контралатерально). В ходе видоизменения спонтанных движений было обнаружено постепенное увеличение контралатеральных и ипсилатеральных связей между мышцами сгибателями и разгибателями предплечья, и мышцами бедра и голени одной стороны и противоположных сторон тела. Наиболее высокие коэффициенты корреляции были получены в возрасте 3-4 месяцев. В дальнейшем в период от 4 до 6 месяцев значимых изменений в корреляциях между мышцами верхних и нижних конечностей не наблюдалось. Сходные тенденции формирования связей отмечались и в корреляции гомонимных мышц бедра и голени, в то время как для мышц рук значимых изменений не наблюдалось. Полученные результаты отражают усиление межконечностных связей к моменту перехода от спонтанной к произвольной двигательной активности в течение первого полугодия жизни, обусловленных формированием внутриспинальных и центральных нейронных связей.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 18-015-00187.*

#### **CHANGE OF INTERJOINT AND INTERLIMB INTERACTIONS DURING SPONTANEOUS MOVEMENTS IN INFANTS OF THE FIRST SIX MONTHS OF LIFE.**

**Solopova Irina A.<sup>1</sup>, Dolinskaya Irina Yu.<sup>1,2</sup>, Selionov Victor A.<sup>1</sup>, Keshishian Elena S.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Institute for Information Transmission Problems, RAS, Moscow, Russia. [solopova@iitp.ru](mailto:solopova@iitp.ru)

<sup>2</sup>Moscow Institute of Physics and Technology (GU), Dolgoprudny

<sup>3</sup>Moscow Research Institute of Clinical Pediatrics of Russian Federation

In this study patterns of interlimb interactions were studied based on the assessment of the muscle activity of arms and legs during spontaneous movements of infants. The study involved 55 fullterm healthy infants from birth to six months. Infants were divided into groups by age, the duration of each age period was one month. In the supine position activity of the main muscles of the legs (RF, BF, GL, TA) and hands (BB, TB) was recorded. For each age period in the process of motor development of infants, the correlation coefficient between the burst of arms and legs muscles was calculated and the connections between the activity of the muscles of the limbs of one belt (leg-leg, arm-arm), and also between the activity of the muscles of the upper and lower extremities (arm - leg ipsi - and contralaterally) were estimated. During the transformation of spontaneous movements, a gradual increase in the contralateral and ipsilateral connections between the flexors/ extensors of the forearm and the muscles of the thigh and lower leg of one side and opposite sides of the body was found. The highest correlation coefficients were obtained at the age of 3-4 months. Subsequently, in the period from 4 to 6 months, significant changes in the correlations between the muscles of the upper and lower extremities were not observed. Similar trends in the formation of connections were observed in the correlation of homonymous thigh and lower leg muscles, while for the arm muscles there were no significant changes. The obtained results reflect a gain in interlimb connections to the moment of transition from spontaneous to voluntary motor activity during the first six months of life due to the formation of intraspinal and central neural connections.

*The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research No. 18-015-00187*

#### **ВЛИЯНИЕ МИЕЛОПЕПТИДОВ НА ИНДУЦИРОВАННОЕ МОРФИНОМ УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНОЕ ПРЕДПОЧТЕНИЕ МЕСТА У МЫШЕЙ ЛИНИИ C57BL/6J**

**Сорокина Н.С., Старостина М.В.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины», Новосибирск, Россия; [nina@niimbb.ru](mailto:nina@niimbb.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1263.sudak.ns2020-16/432-433>

Значительную роль в развитии наркотической зависимости и проявлении рецидивов после длительного периода отмены играет сформированная во время потребления наркотиков аддиктивная



память. Установлено, что развитие наркотической зависимости не только изменяет функционирование нервной и иммунной систем организма, но и существенно нарушает их взаимодействие. Влияние иммунной системы на функциональную активность нервной системы в большой степени опосредуется иммунорегуляторными молекулами. Изучение действия иммуномодулятора Миелопида на формирование хронической зависимости от морфина показало, что он задерживает развитие зависимости, и этот эффект обусловлен действием содержащегося в нем комплекса миелопептидов.

Целью представленной работы было изучение влияния миелопептидов МП1, МП3 и МП4 на индуцированное морфином УРПМ у мышей линии C57BL/6j. Животные были разделены на 5 групп: I - морфин, II - морфин + МП1; III - морфин + МП3; IV - морфин + МП4, V - контроль. Группам I, II, III, IV - морфин вводили в/б (10 мг/кг) на 4-й, 6-й, 8-й, 10-й дни эксперимента при выработке УРПМ, на 5-й, 7-й, 9-й, 11-й дни животные получали МП1, МП3, или МП4 (0,05 мкг/мышь), а затем через 15 мин. инъекции физиологического раствора. V группе животных физиологический раствор вводили ежедневно. После инъекции животное помещали в соответствующий отсек на 30 мин. Для теста на восстановление УРПМ животным вводили морфин (5 мг/кг).

Введение МП1 на этапе кондиционирования блокировало выработку УРПМ и последующее восстановление реакции после ее угашения. При использовании МП3 животные не показывали выработки УРПМ, но при тесте на восстановление реакции предпочитали ассоциированный с морфином отсек. Это позволяет предположить, что МП3 нарушает актуализацию приобретенного поведения, но эффект его ограничен по времени. Введение МП4 не блокировало выработку УРПМ, но достоверно снижало экспрессию этой реакции и не оказывало значительного действия на восстановление. Таким образом, исследование эффектов миелопептидов МП1, МП3, МП4 позволило выявить различия в их влиянии на вызванное морфином УРПМ.

#### **EFFECTS OF MYELOPEPTIDES ON MORPHINE-INDUCED CONDITION PLACE PREFERENCE IN C57BL/6J MICE**

**Sorokina Nina S., Starostina Marina V.**

Federal State Scientific Institution "Federal Research Center for Fundamental and translational medicine",  
Novosibirsk, Russia; [nina@niimbb.ru](mailto:nina@niimbb.ru)

A significant role in the development of drug addiction and the manifestation of relapses after a long period of withdrawal is played by addictive memory formed during drug use. It was established that the development of drug addiction not only changes the functioning of the nervous and immune systems, but also significantly disrupts their interaction. The influence of the immune system on the functional activity of the nervous system is largely mediated by immunoregulatory molecules. A study of the effect of immunomodulator "Myelopid" on the formation of chronic morphine dependence showed that it delays the development of dependence, and this effect is due to the action of the complex of myelopeptides.

The aim of the present work was to study the effect of the myelopeptides MP1, MP3 and MP4 on morphine-induced CPP in C57BL / 6j mice. The animals were divided into 5 groups: I - morphine, II - morphine + MP1; III - morphine + MP3; IV - morphine + MP4, V - control. In groups I, II, III, IV morphine was administered (10 mg / kg, ip) during CPP conditioning (on the 4th, 6th, 8th, 10th days) of the experiment, and on the 5th, 7<sup>th</sup>, 9th, 11th days the animals received MP1, MP3, or MP4 (0.05 µg / mouse), and then after 15 minutes saline injections. In group V animals, saline was administered daily. After injection, the animal was placed in the appropriate compartment of experimental chamber for 30 min. To test CPP reinstatement after extinction animals received morphine injection (5 mg / kg, ip) and after 30 min were transferred to experimental chamber with free access to both compartments.

The administration of MP1 at the conditioning stage blocked CPP development as well as the subsequent reinstatement. When using MP3, the animals did not show CPP expression, but in the test for reinstatement preferred the compartment associated with morphine. This suggests that MP3 violates the actualization of acquired behavior, but its effect is limited in time. The administration of MP4 did not block CPP development, but significantly reduced the expression of this reaction and did not have a significant effect on recovery. Thus, a study of the effects of the myelopeptides MP1, MP3, and MP4 revealed differences in their effect on morphine-induced CPP.

#### **КОНТРОЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МОЗГА НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ЭЭГ У ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ГИПОКСИИ**

**Сороко С.И., Рожков В. П., Трифонов М. И.**

Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург;  
[vlrozkhkov@mail.ru](mailto:vlrozkhkov@mail.ru)

Определение критериев и разработка методов контроля и прогнозирования функционального состояния (ФС) человека в экстремальных условиях среды имеют важное прикладное значение. Одним из факторов, приводящих к дезинтеграции системных механизмов мозга с развитием когнитивных расстройств и нарушениям деятельности является острая гипоксия. Известно, что время возникновения и тяжесть проявления симптомов гипоксии сугубо индивидуальна. Целью работы являлось изучение динамики интегральных параметров ЭЭГ при пребывании в условиях дефицита кислорода у лиц с различной чувствительностью и устойчивостью к острой гипоксии. Состояние острой гипоксии вызывали используя для дыхания смесь с 8% кислорода и 92% азота. В исследованиях участвовали 41 мужчина в возрасте от 19 до 45 лет. Проводили регистрацию комплекса физиологических данных и многоканальной ЭЭГ, по которой строили структурную функцию и рассчитывали интегральные параметры (ИП), характеризующие меру временной и пространственной связности колебаний потенциалов, а также обобщенный спектр многоканальной ЭЭГ. Предложенные ИП позволяют рассмотреть интегральный ЭЭГ-образ в пространстве двух переменных, одна из которых характеризует обобщенную временную, а другая – пространственную организацию ЭЭГ. Крайние значения параметров соответствуют полностью детерминированной (0) и



«случайной» (1) временной и пространственной организации ЭЭГ в целом. Изменения временного ИП отражали рост по мере углубления гипоксии временной связности, инерционности в ЭЭГ, что характеризовало снижение физиологической лабильности и ФС мозга. Динамика пространственного ИП выявляла тенденцию к повышению уровня взаимосвязи колебаний биопотенциалов мозга в различных отведениях, возрастанию степени пространственной детерминированности ЭЭГ у лиц с коллаптоидной реакцией, перед ее развитием. Выявлено частичное несоответствие оценок чувствительности к гипоксии по данным ИП ЭЭГ и уровню кислородной сатурации гемоглобина ( $\text{SaO}_2$ ). Использование нормированных ИП позволяет провести классификацию испытуемых по степени чувствительности к гипоксии и выявить лиц с высокой чувствительностью при относительно небольшом падении  $\text{SaO}_2$  и лиц, устойчивых к гипоксии даже при низких уровнях  $\text{SaO}_2$ . Предложенный подход к оценке ФС мозга на основе динамики интегральных параметров ЭЭГ может быть применен для изучения нейротропных эффектов фармакологических препаратов, а также в клинике для контроля состояния пациентов с угрозой развития острой гипоксии.

*Исследование выполнено при поддержке Программы Президиума РАН №18 (AAAA-A18-118013190226-4).*

#### **MONITORING THE FUNCTIONAL STATE OF THE BRAIN ON THE BASIS OF EVALUATING THE DYNAMICS OF INTEGRAL PARAMETERS OF MULTICHANNEL EEG IN HUMAN UNDER HYPOXIA**

**Soroko Svyatoslav I., Rozhkov Vladimir .P., Trifonov Mikhail I.**

Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry of the Russian Academy of Sciences, Russia, Saint-Petersburg; [vlozhkov@mail.ru](mailto:vlozhkov@mail.ru)

The definition of criteria and the development of methods for monitoring and predicting the functional state (FS) of a person in extreme environmental conditions are of great practical importance. Acute hypoxia is one of the factors leading to the disintegration of the systemic mechanisms of the brain with the development of cognitive disorders and impaired activity. It is known that the time of occurrence and the severity of symptoms of hypoxia are purely individual. The aim of the work was to study the dynamics of the integral EEG parameters when exposed to oxygen deficiency in individuals with different sensitivity and resistance to acute hypoxia. The condition of acute hypoxia was caused by using a mixture of 8% oxygen and 92% nitrogen for breathing. The studies involved 41 men aged 19 to 45 years. A complex of physiological data and EEG were recorded. Based on multichannel EEG a structural function was constructed and integral parameters (IP) were calculated, which characterize the measure of temporal and spatial connectivity of bioelectrical oscillations, as well as a generalized spectrum of multichannel EEG. The proposed IPs allow us to consider the integral EEG image in the space of two variables, one of which characterizes the generalized temporal, and the other that of the spatial organization of the EEG. The extreme values of the parameters correspond to the completely determinate (0) and "random" (1) temporal and spatial organization of the EEG as a whole. Changes in the temporal IP reflected an increase in temporal connectivity and inertia in the EEG as hypoxia deepened, which characterized a decrease in physiological lability and brain FS. The dynamics of spatial IP revealed a tendency to increase the level of interconnection in the brain biopotentials oscillations in various leads, to increase the degree of spatial determinism of EEG in individuals with a collaptoid reaction, before its development. A partial discrepancy was found between the estimates of sensitivity to hypoxia according to the EEG IP data and the level of oxygen saturation of hemoglobin ( $\text{SaO}_2$ ). The use of normalized IPs makes it possible to classify subjects according to the degree of sensitivity to hypoxia and identify individuals with high sensitivity with a relatively small drop in  $\text{SaO}_2$  and persons resistant to hypoxia even at low levels of  $\text{SaO}_2$ . The proposed approach to assessing brain FS based on the dynamics of integral EEG parameters can be used to study the neurotropic effects of pharmacological drugs, as well as in a clinic to monitor the condition of patients with a threat of acute hypoxia. *The work was supported by the Program for Basic Research of the Presidium of RAS № 18 (AAAA-A18-118013190226-4).*

#### **А МОЖЕТ БЫТЬ КАМИЛЛО ГОЛЬДЖИ БЫЛ ПРАВ?**

**Сотников О.С.<sup>1</sup>, Сергеева С.С.<sup>1</sup>, Васягина Т.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук ИФ РАН; [ossotnikov@mail.ru](mailto:ossotnikov@mail.ru).

<sup>2</sup> Приволжский исследовательский медицинский университет Минздрава России. Нижний Новгород, Российская Федерация; [tvasyagina@yandex.ru](mailto:tvasyagina@yandex.ru).

В 2018 году нам удалось с помощью протеолитического удаления глиальных оболочек разработать метод массового получения *de novo* живых электрических синапсов и исследовать их функцию на ганглии симпатического ствола лягушки и мозге пиявки. Множественная ритмическая импульсация и реверберация спайков, получены только за счёт электрических синапсов. Оказалось, что множественная реверберационная активность у пиявки, в ответ на одиночный импульс, достигала примерно 6 спайков уменьшающейся амплитуды. Как мы считаем, это связано с увеличением ёмкости проведения импульса при преодолении каждого последующего электрического синапса и кольцевого реверберационного спайка. Замена в растворе Рингера ионов  $\text{Ca}^{++}$  на ионы  $\text{Mg}^{++}$  увеличивала число реверберационных импульсов примерно до 8-9, что связано, по нашему мнению, с уменьшением ёмкости проведения и блокадой химических синапсов и постсинаптических проводников.

Но, как нами впервые показано, кроме щелевых контактов, между нейронами существуют синцитиальные перфорации, которые также обладают межнейронной электрической связью. Мы проанализировали все возможности интеграции этих нервных структур. Электронно-микроскопически показано, что в нервной системе существует до 6 малоизвестных структур электрической синцитиальной проницаемости (трубчатая синцитиальная связь двух слившихся отростков или тел нейронов, аксолеммальная синцитиальная перфорация, множественные околосоматические коллатерали, "синцитиальное слияние аллигатора", где одиночные волокна сливаются в один осевой цилиндр миелинового волокна, многостажные кольцевые синцитиальные регенерирующие волокна и сетевидные

паутинные синцитии). Продemonстрированная массовость функционирующих электрических синапсов и неизвестных ранее нервных синцитиальных перфораций, свидетельствует о наличии более широкой интеграции в нервной системе и достоверности ретикулярной гипотезы Камилло Гольджи.

#### AND MAYBE CAMILLO GOLGI WAS RIGHT?

**Sotnikov Oleg S.<sup>1</sup>, Sergeeva Svetlana S.<sup>1</sup>, Vasyagina Tatyana I.<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Pavlov Institute of Physiology of the Russia Academy of Sciences; Saint-Petersburg, Russian Federation; [ossotnikov@mail.ru](mailto:ossotnikov@mail.ru).

<sup>2</sup> Privolzhsky Research Medical University. Nizhny Novgorod, Russian Federation; [tvasyagina@yandex.ru](mailto:tvasyagina@yandex.ru).

In 2018, we were able, using proteolytic removal of glial membranes, to develop a method for mass production of de novo live electrical synapses and to study their function on the ganglia of the sympathetic frog trunk and leech brain. Multiple rhythmic pulsation and reverberation of spikes, obtained only due to electrical synapses. It turned out that the multiple reverberation activity at the leech, in response to a single impulse, reached about 6 spikes of decreasing amplitude. In our opinion, this is due to an increase in the capacitance of the pulse during each subsequent electrical synapse and ring reverb spike. Replacing  $\text{Ca}^{++}$  ions in the Ringer's solution with  $\text{Mg}^{++}$  ions increased the number of reverberation pulses to approximately 8–9, which, in our opinion, is associated with a decrease in the carrying capacity and blockade of chemical synapses and postsynaptic conductors.

But, as we first showed, in addition to gap junctions, there are syncytial perforations between neurons, which also have interneuronal electrical connection. We have analyzed all the possibilities of integrating these nerve structures. Electron microscopy showed that up to 6 little-known structures of electrical syncytial permeability exist in the nervous system (tubular syncytial connection of two fused processes or bodies of neurons, axolemal syncytial perforation, multiple periomat somatic collaterals, "syncytial alligator fusion", where single fibers merge into one axial cylinder myelin fiber, multistory ring syncytial regenerating fibers and reticular arachnoid syncytia). The demonstrated mass of functioning electrical synapses and previously unknown neural syncytial perforations indicates the presence of a wider integration in the nervous system and the reliability of the reticular hypothesis of Camillo Golgi.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПОЛУЧЕНИЯ РЕВЕРБЕРАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИНАПСОВ

**Сотников О.С., Сергеева С.С.**

Учреждение Российской академии наук. Институт физиологии им. И.П. Павлова,  
Санкт-Петербург, Россия; [ossotnikov@mail.ru](mailto:ossotnikov@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1264.sudak.ns2020-16/435-436>

Ревверберация или возвратная повторная ритмическая электрическая активность, характерна для многих структур мозга. Свойствами реверберации обладают нервные пути в гиппокампе, неокортексе, миндалино-гиппокамп-кортикальной оси и спинном мозге. Основную роль в развитии реверберации отводят химическим синапсам, электрические синапсы не рассматривались. В нашей лаборатории в 2018 г. впервые удалось экспериментально получить электрические синапсы на нейронах окологлоточного ганглия моллюсков и спинномозговых ганглиев лягушки. При помощи 0.4% проназы были разрушены мезенхимные и глиальные клетки ганглиев при сохранении структуры и функции нейронов. При одиночном раздражении и суммарном отведении потенциала действия был получен эффект реверберации в мозге. Возможно, он развивался с участием и электрических, и химических синапсов. Графическая морфологическая модель электрических путей при 3 щелевых контактах продемонстрировала возможность получения реверберации.

В этом году создана новая биологическая модель мозга, нервные клетки которой обладают реверберирющей импульсной активностью. При помощи проназы были разрушены соединительнотканная капсула и глиальные клетки брюшного нервного ганглия пиявки при сохранении целостности нейрональной сети. Электронномикроскопические исследования показали, что действие проназы в течение часа привело к возникновению щелевых контактов – электрических синапсов между нервными волокнами и нервными клетками в ганглии. Электрофизиологические исследования выявили, что вместо одиночных спонтанных спайков в норме отдельные нервные клетки – нейроны Ретциуса при действии проназы и в фоне и при синаптической активации генерируют пачки, состоящие из 3-5 спайков. Ревверберация не исчезала после воздействия растворов с магнием, то есть при блокировании химических синапсов. Такой эффект действия проназы на нервную ткань был выявлен нами впервые. Модель готова к практическому применению в нейрофизиологических исследованиях для изучения молекулярных механизмов формирования реверберации, а так же для изучения развития ряда патологических процессов (судорожные состояния), и как модель для исследования роли электрических синапсов в механизмах активного поддержания рабочей памяти. *Подана заявка на изобретение № 2019102854, приоритет от 01.02.2019.*

#### EXPERIMENTAL MODEL FOR OBTAINING REVERBERATION USING ELECTRICAL SYNAPSES

**Sotnikov Oleg S., Sergeeva Svetlana S.**

I.P. Pavlov Institute of physiology RAS, St. Petersburg, Russia; [ossotnikov@mail.ru](mailto:ossotnikov@mail.ru)

Reverberation, or recurrent repetitive rhythmic electrical activity, is characteristic of many brain structures. The properties of reverberation have nerve pathways in the hippocampus, neocortex, amygdala-hippocampus-cortical axis and spinal cord. The main role in the development of reverberation is assigned to chemical synapses, electrical synapses were not considered. In our laboratory in 2018, for the first time it was possible to experimentally obtain electrical synapses on neurons of the periaeryngeal ganglion of mollusks and spinal ganglia of

frogs. Using 0.4% pronase, mesenchymal and glial ganglion cells were destroyed while preserving the structure and function of neurons. With single stimulation and total withdrawal, a reverberation effect was obtained in brain. It may have evolved with both electrical and chemical synapses. However, a graphical morphological model of electrical paths at 3 slit contacts demonstrated the possibility of obtaining reverberation.

This year, a new biological model of the brain was created, the nerve cells of which have a reverberating impulse activity. With the help of the device, the connective tissue capsule and glial cells of the abdominal nerve ganglion of the leech were destroyed while preserving the integrity of the neuronal network. Electron microscopic studies have shown that the action of pronase within an hour led to the emergence of slit contacts - electrical synapses between nerve fibers and nerve cells in the ganglia. Electrophysiological studies have revealed that instead of single spontaneous spikes in the normal individual nerve cells - Retzius neurons under the action of pronase and in the background and synaptic activation generate burst consisting of 3-5 spikes. Reverberation did not disappear after exposure to solutions with magnesium, that is, when blocking chemical synapses. This effect of the action of pronase on the nervous tissue was revealed by us for the first time. The model is ready for practical application for neurophysiological study of molecular mechanisms of reverberation formation, development of epilepsy and other pathological processes, as well as for studying the role of electrical synapses in reverberation and mechanisms cognitive function. *The application for the invention No. 2019102854, priority from 01.02.2019 is submitted.*

### **МЕХАНОРЕЦЕПТОРНАЯ ГИПОТЕЗА ОБОНЯНИЯ**

**Стадников Е.Н.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, Россия, [evgstad@mail.ru](mailto:evgstad@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1265.sudak.ns2020-16/436>

Восприятие запаха осуществляется сенсорными нейронами обонятельного эпителия носа и зависит от внутреннего состояния функций (пищевых, репродуктивных, циркадных) и от внешних воздействий (физических, химических, биологических). Обонятельный эпителий носа защищен от внешних воздействий лишь тонким слоем слизи. Таким образом, слизистая оболочка, покрывающая полости носа, выполняет защитную функцию: с одной стороны препятствует проникновению частиц в органы дыхания, увлажняет и согревает воздух, с другой стороны слизь препятствует, например, покрытию эпителия пылью, проникновению химических разрушающих веществ и инфекций. Основным способом защиты эпителия является постоянное выделение слизи железами и ее последующее удаление вместе с инородными веществами. Подавляющее большинство публикаций по обонятельной системе постулирует контактное воздействие одоранта на рецепторные клетки посредством диффузии через слизь и игнорирует защитную функцию слизи именно от такого проникновения веществ из внешней среды в организм. По мнению автора, обонятельная чувствительность всегда связана с потоком вещества, проходящим через извилистые лабиринты носовых ходов. Частицы и молекулы потока сепарируются и ударяются о поверхность слизистой оболочки обонятельных ходов и лабиринтов в местах, соответствующих их физическим и стереохимическим свойствам. Таким образом, частицы и молекулы механически воздействуют на расположенные в этих местах рецепторы тройничного, обонятельного и конечного нервов. Изучение обонятельной системы в ракурсе сепарационной модели может быть полезно для создания биоподобных газоанализаторов.

### **MECHANORECEPTOR HYPOTHESIS OF SMELL**

**Stadnikov Evgeny N.**

Southern Federal University, Rostov-on-don, Russia, [evgstad@mail.ru](mailto:evgstad@mail.ru)

The perception of smell is carried out by sensory neurons of the olfactory epithelium of the nose and depends on the internal state of functions (food, reproductive, circadian) and external influences (physical, chemical, biological). The olfactory epithelium of the nose is protected from external influences only by a thin layer of mucus. Thus, the mucous membrane covering the nasal cavity performs a protective function: on the one hand, it prevents the penetration of particles into the respiratory organs, humidifies and warms the air, on the other hand, the mucus prevents, for example, the coating of the epithelium with dust, the penetration of chemical destructive substances and infections. The main way to protect the epithelium is the constant secretion of mucus by the glands and its subsequent removal along with foreign substances. The vast majority of publications on the olfactory system postulates the contact effect of odorant on receptor cells through diffusion through mucus and ignores the protective function of mucus from such penetration of substances from the external environment into the body. According to the author, olfactory sensitivity is always associated with the flow of matter passing through the winding labyrinths of the nasal passages. Particles and molecules of the flow are separated and hit the surface of the mucous membrane of olfactory passages and mazes in places corresponding to their physical and stereochemical properties. Thus, particles and molecules mechanically affect the receptors located in these places of the trigeminal, olfactory and terminal nerves. Studying the olfactory system from the perspective of a separation model can be useful for creating biosimilar gas analyzers.

## ОСОБЕННОСТИ СИНАПТИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ ГИППОКАМПА У МЫШЕЙ ЛИНИИ DISC1-Q31L Старостина М.В.<sup>1</sup>, Волчо Г.К.<sup>2</sup>, Липина Т.В.<sup>3</sup>, Береговой Н.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины", Новосибирск, Россия; [marina@niimbb.ru](mailto:marina@niimbb.ru)

<sup>2</sup>Сибирский государственный медицинский университет, Томск, Россия

<sup>3</sup>Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины, Новосибирск, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1266.sudak.ns2020-16/437>

Мыши линии DISC1-Q31L несут точечную мутацию в гене *disc1* (disrupted-in-schizophrenia 1), нарушения функциональной активности которого приводят к развитию психических заболеваний и когнитивной недостаточности. Анализ особенностей поведения этих животных позволяет предполагать, что мыши DISC1-Q31L могут служить моделью депрессии или биполярного расстройства. Продукт гена *disc1*, белок DISC1, является скаффолд-белком, который за счет белок-белковых взаимодействий участвует в регуляции таких значимых для нейрональной активности молекул, как киназа гликогенсинтазы 3, фосфодиэстераза 4, рецептор дофамина 2, рецептор глутамата NMDA-типа. Представлялось интересным оценить особенности синаптической пластичности у мышей линии DISC1-Q31L.

Животные были получены в УНУ БК «Биологическая коллекция – Генетические биомодели нейropsychиатрических расстройств» НИИФМ.

Анализ проводили на модели длительной посттетанической потенциации (ДПТП) в системе синаптических связей «коллатерали Шаффера – пирамидные нейроны области CA1» на срезах гиппокампа мышей линий DISC1-Q31L и C57BL/6j, как описано ранее [1].

Обнаружено, что у мышей линии DISC1-Q31L формируется кратковременная и долговременная посттетаническая потенциация, однако, в отличие от мышей родительской линии C57BL/6j, спустя 40 мин после тетанизации относительные амплитуды суммарных ВПСП снижаются до базовых значений. Таким образом, у мышей линии DISC1-Q31L выявлено нарушение синаптической пластичности гиппокампа, выражающееся в отсутствии поддержания ДПТП.

1. Lipina T., Beregovoy N., Tkachenko A., Petrova E., Starostina M., Zhou Q., Li S. Uncoupling DISC1 × D2R protein-protein interactions facilitates latent inhibition in DISC1-L100P animal model of schizophrenia and enhances synaptic plasticity via D2 receptors. *Frontiers in Synaptic Neuroscience*. 2018; 10: 31. doi: 10.3389/fnsyn.2018.00031

## HIPPOCAMPAL SYNAPTIC PLASTICITY IN DISC1-Q31L MICE

Starostina Marina V.<sup>1</sup>, Volcho Gleb K.<sup>2</sup>, Lipina Tayiana V.<sup>3</sup>, Beregovoy Nikolay A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine, Novosibirsk, Russian Federation; [marina@niimbb.ru](mailto:marina@niimbb.ru)

<sup>2</sup>Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation

<sup>3</sup>State Scientific-Research Institute of Physiology & Basic Medicine, Novosibirsk, Russian Federation

DISC1-Q31L mice bear a point mutation in the *disc1* gene (disrupted-in-schizophrenia 1), functional impairment of which leads to the development of mental health disorders

and cognitive impairments. An analysis of the behavioral patterns of these animals suggests that DISC1-Q31L mice may serve as a model for depression or bipolar disorder. The product of the *disc1* gene, DISC1 protein, is a scaffold protein, which, due to protein-protein interactions, is involved in the regulation of molecules important for neuronal activity, such as glycogen synthase kinase 3, phosphodiesterase 4, dopamine 2 receptor, NMDA-type glutamate receptor. It was interesting to evaluate the peculiarities of synaptic plasticity in DISC1-Q31L mice.

The animals were obtained at the UNU BC "Biological Collection - Genetic Biomodels of Neuropsychiatric Disorders" NIIFM.

The analysis was carried out on the model of long-term post-tetanic potentiation (LTP) in the system of synaptic connections "Schaffer Collaterals - Pyramidal Neurons of the CA1 Region" on hippocampal slices from DISC1-Q31L and C57BL / 6j mice as described earlier [1].

It was found that short-term and long-term post-tetanic potentiation is formed in DISC1-Q31L mice; however, unlike the mice of the parental C57BL / 6j strain, relative amplitudes of field EPSPs decrease to baseline values 40 minutes after tetanization. Thus, an alteration of synaptic plasticity in the hippocampus was revealed in mouse strain DISC1-Q31L, which manifests itself in the absence of LTP maintenance.

1. Lipina T., Beregovoy N., Tkachenko A., Petrova E., Starostina M., Zhou Q., Li S. Uncoupling DISC1 × D2R protein-protein interactions facilitates latent inhibition in DISC1-L100P animal model of schizophrenia and enhances synaptic plasticity via D2 receptors. *Frontiers in Synaptic Neuroscience*. 2018; 10: 31. doi: 10.3389/fnsyn.2018.00031

## МЕТИЛЕНОВЫЙ СИНЬ УМЕНЬШАЕТ ВЫЗВАННЫЙ ТРАВМОЙ ОТСРОЧЕННЫЙ НЕВРОЛОГИЧЕСКИЙ ДЕФИЦИТ У КРЫС

Стельмашук Е.В.<sup>1</sup>, Генрихс Е.Е.<sup>1</sup>, Новикова С.В.<sup>1</sup>, Исаев Н.К.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научный центр неврологии", Москва, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», Москва, Россия; [estelmash@mail.ru](mailto:estelmash@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1267.sudak.ns2020-16/437-438>

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) является распространенной формой церебральной патологии, имеющей тяжелые медицинские и социальные последствия. Однако, взаимосвязь между ранним лечением ЧМТ и его влиянием на отдаленные последствия ЧМТ остается в значительной степени неисследованной,



хотя эта проблема очень важна для клиники. Следует отметить, что многие нейропротекторные препараты, испытанные в многоцентровых клинических испытаниях, оказались недостаточно эффективными.

Целью нашей работы было изучение защитного действия метиленового синего на отдаленные последствия, вызванные черепно-мозговой травмой крыс.

Для моделирования травмы в трепанационное отверстие, высверленное в левой лобно-теменной части черепа над зоной сенсомоторной коры, помещали подвижный тефлоновый поршень диаметром 4 мм и ходом 2,5 мм, по которому ударял скользящий по направляющей рельсе груз весом 50 г. Неврологический дефицит оценивали в тесте «стимулирования конечностей» и «цепкость-тяга».

Тесты «стимулирования конечностей» и «цепкость-тяга» показали развитие функционального дефицита правых конечностей крыс после ЧМТ, в то время как левые конечности функционировали нормально. Метиленовый синий вводили внутривенно через 30 мин после моделирования травмы однократно или многократно (еще дополнительно по 1 инъекции каждый месяц). Эксперимент продолжался 6 месяцев после ЧМТ. Показано, что метиленовый синий проявляет выраженный защитный эффект, снижая неврологический дефицит у животных после ЧМТ. Однако терапевтический эффект оставался стабильным на всем протяжении эксперимента (6 месяцев) в случае, если животным вводили метиленовый синий многократно. Если препарат вводили однократно, то терапевтический эффект постепенно снижался и к 6-ти месяцам был уже не достоверен. Спонтанного восстановления функции конечностей животных в этих экспериментах не было.

Данные результаты показали возможность коррекции отдаленных последствий ЧМТ с помощью метиленового синего, а также перспективность дальнейших исследований фармакологического потенциала этого нейропротектора.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (No. 16-15-10108).*

#### **METHYLENE BLUE DECREASES DELAYED TRAUMA INDUCED NEUROLOGICAL DEFICIT IN RAT**

**Stelmashook Elena V.<sup>1</sup>, Genrikhs Elizaveta E.<sup>1</sup>, Novikova Svetlana V.<sup>1</sup>, Isaev Nickolay K.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Research Center of Neurology, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; estelmash@mail.ru

Traumatic brain injury (TBI) is a cerebral pathology that has severe medical and social consequences. However, the relationship between early treatment of TBI and its effect on the delayed TBI consequences remains largely unexplored, although this problem is very important for the clinic. It should be noted that many neuroprotective drugs tested in multicenter clinical trials were not sufficiently effective.

The aim of our work was to study the protective effect of methylene blue on the long-term consequences caused by traumatic brain injury in rats.

To model the injury, a movable teflon piston with a diameter of 4 mm and a depth of insertion of 2.5 mm was placed into trephine opening drilled in the left frontal-parietal part of the skull above the sensorimotor cortex zone, which was struck with a 50-g load sliding along a directing rail. Neurological deficit was evaluated in limb placing and grip strength tests.

The results of the tests revealed the development of a functional deficit in the right limbs after the trauma, whereas the left limbs functioned normally. Methylene blue was administered intravenously 30 minutes after the injury in a single dose or many times (an additional 5 injections each month). The experiment lasted 6 months after TBI. Methylene blue has been shown to have a pronounced protective effect, reducing neurological deficits in animals after TBI. However, the therapeutic effect remained stable throughout the experiment (6 months) only if the animals were injected with methylene blue repeatedly. In the case of a single injection of the drug, the therapeutic effect gradually decreased and by 6 months was already unreliable. There was no spontaneous recovery of limb function in these experiments.

These results showed the possibility of correcting the long-term effects of TBI using methylene blue, as well as the prospects for further studies of the pharmacological potential of this neuroprotector.

*This work was supported by the Russian Science Foundation project No. 16-15-10108.*

#### **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭМУЛЯТОРА СИНТЕЗАТОРА «АНС» (СССР) ДЛЯ ОЗВУЧИВАНИЯ «ГЕНЕТИЧЕСКОЙ» ЭЛЕКТРОННОЙ МУЗЫКИ**

**Степанян И.В.<sup>1</sup>, Савкин М.О.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> д.б.н., к.т.н., вед. науч. сотрудник, Московская государственная консерватория им. П.И.Чайковского лаборатория исследований биомеханических систем ИМАШ РАН им. А.А.Благодатова

<sup>2</sup> МГТУ им Баумана, кафедра "Компьютерные системы и сети"

Центр междисциплинарных исследований Московской консерватории исследует новые подходы, развивающие музыку [1]. В монографии проф. С.В.Петухова «Матричная генетика» [2], в которой представлены основы концепции алгебраической биологии, проанализирован генетический код методами матричной алгебры. Изучая отношения и пропорции генетического кодирования, проф. Петухову удалось обобщить пифагорейский музыкальный строй и обнаружить иерархическую систему «генетических» (пентаграмных, Фибоначчи-ступенных) музыкальных ладов, связанных с коэффициентом золотого сечения. Полученная система ладов структурно воспроизводит «дерево Фибоначчи» и содержит критерий музыкальности [3]. Эти принципы легли в основу новой музыкальной системы, лежащей в основе музыкальных инструментов торговой марки Pentagramon для создания и исполнения «генетической» музыки.

Разработка музыкальных программ и интерфейсов является трудоемкой задачей, в особенности, если это касается работы с микротональностями и принципиально новыми музыкальными системами. Наши исследования показали, что музыкальный формат midi не удовлетворяет всем требованиям к микротональному музыкальному протоколу по причинам громоздкости программного обеспечения и

высокой степени коммерциализации сэмплов для создания качественного музыкального контента. Поэтому были проанализированы альтернативные разработки и возможности. Синтезатор «АНС» был создан советским изобретателем Евгением Мурзиным в период с 1938 по 1958г [4,5,6], который обозначил синтезатор аббревиатурой в честь композитора Александра Николаевича Скрябина. Это первый в мире многоголосный музыкальный синтезатор, который представляет собой фотоэлектронный оптический музыкальный инструмент. Синтезатор «АНС» использовался в композициях Альфреда Шнитке, Станислава Крейчи, Эдуарда Артемьева, в фильмах Андрея Тарковского "Солярис", "Зеркало", "Сталкер" и др. 20 сентября 2013 года А. Золотов создал кросс-платформенный программный симулятор АНСа — Virtual ANS. Симулятор расширяет возможности оригинального инструмента. Это графический редактор, в котором можно превращать звуки в изображение, загружать и слушать картинки, рисовать микротональные/спектральные произведения с неповторимым звучанием.

Программный эмулятор АНС даёт богатые тембральные и программные возможности для управления микротональной музыкой, имеет красивый атмосферный звук. Посредством API были проведены эксперименты, позволившие работать с «генетической» музыкой с применением технологии Sunvox. Данная технология стала основой электронной платформы для создания «генетической» музыки.

#### Литература

1. Зенкин К. В. Музыка — Эйдос — Время. А. Ф. Лосев и горизонты современной науки о музыке. — М.: Издательство «Прогресс-традиция», 2015.
2. С.В.Петухов Матричная генетика, алгебры генетического кода, помехоустойчивость М., изд-во Регулярная и хаотическая динамика, 2008 г.
3. Кобляков А.А., Петухов С.В., Степанян И.В. Генетический код и генетические музыкальные строи // Тематич. сб. «Музыка-Математика-Естествознание». Биомашсистемы, Т. 2. № 3. 2018. С. 205-227.
4. Фотоэлектрический синтезатор музыки. Авторское свидетельство СССР 118695
5. Мурзин Е. А. АНС. У истоков электронной музыки. Москва: Композитор, 2008.
6. Smirnov A. The book «SOUND in Z. Forgotten experiments in sound art and electronic music in early 20th century Russia» // Sound & Music, London — Verlag de Buchhandlung Walther Konig, Cologne, 2013. — p. 33—35, 229.

### КОРРЕЛЯТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ В ДИНАМИКЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

**Стрельников Н.А., Вашанов Г.А., Полякова-Семенова Н.Д., Гуляева С.И.**

ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия; redhexagon@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m1268.sudak.ns2020-16/439-440>

С применением коррелятивного анализа у 490 студентов (n=286 — юношей; n=204 — девушек), обучающихся в Воронежском государственном университете, определяли взаимосвязи между уровнем здоровья (от «низкого» до «высокого» — всего 5 категорий), различными антропометрическими и физиологическими показателями здоровья и индексом напряжения (ИН), полученные с помощью комплекса соответствующих методик. Наиболее выраженная взаимосвязь наблюдалась между результатами теста по выявлению плоскостопия и данными морфологической конституции (МК) ( $r=0,89$  у юношей и  $r=0,90$  у девушек), где студенты с мезоморфной МК не имели плоскостопия, а при долихоморфной и брахиоморфной МК наблюдались отклонения от нормы.

Менее выраженные корреляции наблюдались между показателями процентного содержания жировой массы и жизненного индекса (соотношение жизненной ёмкости лёгких и массы тела) ( $r=-0,47$  у юношей и  $r=-0,48$  у девушек) и между жизненным индексом и временем восстановления частоты сердечных сокращений (ЧСС) ( $r=-0,30$  у юношей и девушек). В первом случае обратная взаимосвязь говорит о повышении показателя жизненного индекса при понижении процента жировой массы. Во втором случае при низком жизненном индексе наблюдалось повышение продолжительности времени восстановления ЧСС. Выявлена гендернозависимая прямая корреляция процентного содержания жировой массы и времени восстановления ЧСС. У юношей коэффициент корреляции составлял 0,30, в то время как у девушек этот показатель равнялся 0,47, что можно объяснить общим дефицитом мышечной массы обследованных студентов.

Установлена коррелятивная связь между показателями стрессоустойчивости на основе анализа ИН, отражающего степень преобладания отделов вегетативной нервной системы при влиянии стрессовых факторов на организм, и уровнем здоровья студентов ( $r=0,41$  — девушки и  $r=0,50$  — юноши). Психофизиологические показатели здоровья, отражающие гендерные различия значений ИН в периоды учебных семестров и промежуточных аттестаций, также характеризовали высокую адаптивность юношей в условиях напряжения.

### CORRELATIVE FEATURES OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL HEALTH INDICATORS IN STUDENTS DURING STUDYING

**Strel'nikov Nikolay A., Vashanov Gennady A., Polyakova-Semenova Nina D., Gulyaeva Svetlana I.**

Voronezh state University, Voronezh, Russia; redhexagon@yandex.ru

We determined the relationship between the level of health (5 categories from "low" to "high"), various anthropometric and physiological indicators of health and the stress index (SI) in 490 students (n=286 — boys; n=204 — girls) studying at Voronezh State University by using correlative analysis. The most significant dependence was observed in results of the platypodia test and morphological measurement (physique) ( $r=0.89$  in boys and  $r=0.90$  in girls), where students who has mesomorphic physique were without flat feet, and students with dolichomorphic and brachiomorphic physique had flat feet.

We revealed that value of the body fat percentage and the life index (the ratio of lung capacity to body weight) were less correlated ( $r = -0.47$  in boys and  $r = -0.48$  in girls), just like value of the life index and the heart rate recovery time ( $r = -0.30$  in boys and girls). In the first case, an inverse relationship indicates an increase of the life index following a decrease of the body fat percentage. In the second case of low life index we observed rising of the heart rate recovery time. We determined gender-dependent correlations of the body fat percentage and heart rate recovery time. The correlation coefficient was 0,30 in boys and 0,47 in girls, it could be caused by muscle deficiency of examed students.

A correlation between the indicators of stress resistance based on the SI analysis, which shows the level of prevalence of an autonomic nervous system over the level of student's health ( $r = 0.41$  in girls and  $r = 0.50$  in boys) under the influence of stress factors. Psychophysiological indicators of health demonstrate gender differences in values of SI during academic semesters and midterm exams and also reveal high adaptability in young men under stress.

### **ВЛИЯНИЕ СЕРОТОНИНА И ДОФАМИНА НА ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА КРЫС В СОСТОЯНИИ НАРКОЗНОГО СНА**

**Ступин В.О., Курьянова Е.В., Трясучев А.В., Теплый Д.Л.**

Астраханский государственный университет, Астрахань, Россия; [fyzevk@rambler.ru](mailto:fyzevk@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1269.sudak.ns2020-16/440-441>

Цель работы – исследовать вариабельность сердечного ритма (ВСР) у крыс, получивших серотонин и дофамин, при переходе в наркозный сон. Изучали ВСР самцов крыс после однократного введения серотонина (200 мкг/кг), дофамина (60 мкг/кг) в состоянии бодрствования и наркозного сна, который вызывали этиминалом натрия (40 мг/кг). Крыс вводили в наркозный сон через 20-25 мин после инъекции серотонина (дофамина), а в контрольной серии – физиологического раствора (0,1 мл/100 г). ЭКГ регистрировали на аппаратно-программном комплексе «Варикард», ВСР анализировали в программе «ИСКИМ6» (Рамена, Россия). Рассчитывали ЧСС (уд./мин), индекс напряжения (ИН, отн.ед.), абсолютные мощности волн спектра (HF 3,5-0,9 Гц, LF 0,9-0,32 Гц, VLF 0,32-0,15 Гц). Результаты обработаны в программе Statistica.10.

Под наркозом у крыс контрольной группы ЧСС оставалась в пределах 310-325 уд./мин, но ИН увеличился на 625% (до 220 отн. ед.,  $p < 0,001$ ) из-за снижения мощности всех волн спектра: VLF на 99% (до 0,03 мс<sup>2</sup>,  $p < 0,001$ ), LF на 96% (до 0,1 мс<sup>2</sup>,  $p < 0,01$ ), HF на 90% (до 0,6 мс<sup>2</sup>,  $p < 0,001$ ). Введение серотонина вызвало небольшое повышение ЧСС и усиление мощности LF-волн на 80% ( $p < 0,1$ ) в состоянии бодрствования. Под наркозом у этих животных ЧСС повысилась на 19% (до 370-380 уд./мин,  $p < 0,05$ ), ИН – на 680% (до 350 отн. ед.,  $p < 0,001$ ) в связи с резким снижением не только LF- и VLF-волн на 97-98% (до 0,2 и 0,06 мс<sup>2</sup>,  $p < 0,01$ ), но и HF-волн – на 94% (до 0,3 мс<sup>2</sup>,  $p < 0,01$ ). Введение дофамина сопровождалось небольшим урежением ЧСС и умеренным снижением мощности HF-волн в состоянии бодрствования. Под наркозом на фоне дофамина ЧСС осталась в пределах 300-310 уд./мин, ИН повысился всего на 186% (до 123 отн. ед.,  $p < 0,01$ ), поскольку мощность волн HF сократилась только на 80% (до 0,8 мс<sup>2</sup>,  $p < 0,01$ ), LF на 92% (до 0,3 мс<sup>2</sup>,  $p < 0,01$ ), лишь VLF – на 99% (до 0,04 мс<sup>2</sup>,  $p < 0,001$ ).

Таким образом, в состоянии наркозного сна сильно снижаются все волны ВСР, ослабевает дыхательная, но особенно сильно – надсегментарная и барорефлекторная модуляция кардиоритма. Под наркозом на фоне серотонина формируется наименее вариабельный ритм сердца из-за особенно резкого снижения HF-волн, на фоне дофамина ритм сердца остается более вариабельным за счет поддержания мощности HF- и LF-волн. Результаты свидетельствуют о способности периферических серотонин- и дофаминергических механизмов влиять на формирование ВСР в состоянии наркозного сна, вероятно, через специфические рецепторы на кардиомиоцитах и вегетативных нервных окончаниях в сердце.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект 14-04-00912).*

### **INFLUENCE OF SEROTONIN AND DOPAMINE ON HEART RATE VARIABILITY OF RATS IN THE STATE OF NARCOSIS SLEEP**

**Stupin Victor O., Kuryanova Evgeniya V., Tryasuchev Andrey V., Teply David L.**

Astrakhan State University, Astrakhan, Russia; [fyzevk@rambler.ru](mailto:fyzevk@rambler.ru)

The aim of the work was investigation of heart rate variability (HRV) of rats were injected with serotonin and dopamine during narcosis sleep. The HRV of male rats was studied after a single injection of serotonin (200 mg/kg), dopamine (60 mg/kg) during calm state and narcosis sleep, which was caused by nembutal sodium (40 mg/kg). Rats fell asleep 20-25 minutes after injection of serotonin (dopamine), in the control group after saline solution (0,1 ml /100 g). ECG was recorded using the «Varicard» hardware-software complex, HRV was analyzed in the «ISKIM6» program (Ramena, Russia). We calculated heart rate frequency (HRF, beats/min), stress index (SI, rel. units), absolute power of the spectrum waves (HF 3,5-0,9 Hz, LF 0,9-0,32 Hz, VLF 0,32-0,15 Hz). The results were processed in the Statistica 10 program.

In the rats of the control group, during narcosis sleep, HRF was 310-325 beats/min, but SI increased by 625% (to 220 rel. units,  $p < 0,001$ ) because there was a decrease in the power of all spectrum waves: VLF by 99% (up to 0,03 ms<sup>2</sup>,  $p < 0,001$ ), LF by 96% (up to 0,1 ms<sup>2</sup>,  $p < 0,01$ ), HF by 90% (up to 0,6 ms<sup>2</sup>,  $p < 0,001$ ). The introduction of serotonin caused a slight increase in HRF and an increase in the power of LF-waves by 80% ( $p < 0,1$ ) while awake. During narcosis sleep in these animals, HRF increased by 19% (to 370-380 beats/min,  $p < 0,05$ ), SI – by 680% (to 350 rel. units,  $p < 0,001$ ) due to a strong decrease in not only LF and VLF waves by 97-98% (up to 0,2 and 0,06 ms<sup>2</sup>,  $p < 0,01$ ), but also HF waves – by 94% (up to 0,3 ms<sup>2</sup>,  $p < 0,01$ ). The introduction of dopamine was accompanied by a slight decrease in HRF and a moderate decrease in the power of HF waves during wakefulness. During narcosis sleep with dopamine, HRF was in the range of 300-310 beats/min, SI increased by only 186% (to 123 rel. units,  $p < 0,01$ ), since the power of HF waves decreased by only 80% (to 0,8 ms<sup>2</sup>,  $p < 0,01$ ), LF by 92% (up to 0,3 ms<sup>2</sup>,  $p < 0,01$ ), only VLF – by 99% (up to 0,04 ms<sup>2</sup>,  $p < 0,001$ ).

Thus, in the state of narcosis sleep all waves of HRV are significantly reduced, respiratory, and especially suprasegmental and baroreflex modulation of the heart rhythm weakens. During narcosis sleep with serotonin, the least variable heart rhythm is formed due to specially strong decrease in HF-waves, during narcosis sleep with dopamine, the heart rhythm was more variable cause to the save of the power of HF and LF waves. The results shows the ability of peripheral serotonin and dopaminergic mechanisms to influence the formation of HRV in the state of narcosis sleep, probably through specific receptors on cardiomyocytes and autonomic nerve endings in the heart. *This research was supported by a grant from the Russian Foundation for Basic Research (project 14-04-00912).*

**СРАВНИТЕЛЬНО- УЛЬТРАСТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕЙРОНОВ ОРБИТАЛЬНОЙ КОРЫ  
БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ОСТРОМ СТРЕСС-ВОЗДЕЙСТВИИ НА ФОНЕ МАЛОБЕЛКОВОЙ ПИЩИ**  
**Султанлы М.Э.**

Институт физиологии им. академика Абдуллы Караева НАН Азербайджана, г. Баку  
[msultanli80@gmail.com](mailto:msultanli80@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1270.sudak.ns2020-16/441>

Орбитальная кора (ОК) важная зона головного мозга у крыс, электронно- микроскопически недостаточно исследованным нейронным составом при обычном и малобелковом пищевом рационе после острого стресс-воздействия.

Электронно-микроскопически изучалось изменения в тонком строении нейронов орбитальной коры белых, половозрелых лабораторных крыс, устойчивых к стрессу, на фоне малобелкового пищевого рациона. .

После воздействия стресс фактора животные были разделены на 3 группы : а).Контрольные - интактные животные, содержащихся на обычном рационе вивария; б) животные, получавшие полноценное белковое питание в течение 40 суток, приготовленному по рецепту Никонорова (Nikonorow M. et al (1973). в) животных 3-й группы кормили 40 суток малобелковой пищей.

Взяты образцы ОК для светооптического и электронно-микроскопического изучения (микроскоп JEM-1400, JEOL, Япония).

Установлено, что стресс воздействия на фоне малобелковой пищи вызывает широкий спектр электронно-микроскопических изменений в нервных клетках. Изменения касаются составных частей как ядра (фокальное расщепление кариолеммы, усиление маргинализации, гетерохроматина, отек кариоплазмы), так и нейроплазмы (белок-синтезирующий компартмент, митохондрии, лизосомы и цитоскелет).

В условиях питания с обычным белковым составом у животных стресс-устойчивой подгруппы выявленные изменения, в основном, обратимы и к 40-м суткам опытов наблюдаются лишь эпизодически. Часть зафиксированных нарушений тонкой организации нейронов, особенно- малых пирамидных, горизонтальных и звездчатых клеток – максимально выражена у животных устойчивых к стрессу и носит необратимый характер.

Необходим дальнейший анализ корреляции обнаруженных изменений нейронов ОК с малобелковым пищевым рационом и стресс-воздействием в эксперименте.

Персистенция части ультраструктурных нарушений нейронов может послужить проявлением необратимого характера морфо-функциональных нарушений орбитальной коры после перенесенного острого стресса.

**COMPARATIVE ULTRASTRUCTURAL CHARACTERISTICS OF NEURONS OF THE ORBITAL CORTEX OF  
WHITE RAT UNDER THE INFLUENCE OF ACUTE STRESS ON THE BACKGROUND  
OF LOW-PROTEIN FOOD**

**Sultanli Maya E.**

Institute of Physiology n.a. academician A.I.Karayev, Azerbaijan Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan,  
[msultanli80@gmail.com](mailto:msultanli80@gmail.com)

Orbital cortex is an important area of the brain of a rat the neural composition of which was not sufficiently studied by electron –microscopy in a normal and low-protein diet after acute stress exposure.

The changes in fine structure of neurons of the orbital cortex of sex- matured male white rat resistant to stress was studied by electron- microscopic way on the background of the low-protein diet.

The experiments were conducted on sex- matured male rats. The animals were culled into 3 groups: Out of these groups, we took rats kept on the usual diet of vivarium as a control, the experimental animals fed full-fledged protein food for 40 days, by recipe Nikonorov (Nikonorov M. et al,1973) for 40-day. The animals of the third group were fed a low-protein diet prepared the same recipe for 40 days. OC samples were taken for light- optical and electron-microscopic studies ( JEM-1400 microscope, JEOL, Japan).

Acute stress has been stated to cause a wide range of electron microscopic changes in the nerve cells against a background of low-protein food. The changes concern to the both the nucleus (focal cleavage of the karyolemma, increased marginalization of heterochromatin, edema of the karyoplasm), and neuroplasm (protein synthesizing compartment, mitochondria, lysosomes and the cytoskeleton).

Under conditions of nutrition with usual protein composition in animals of a stress-resistant group identified changes were mostly reversible and to the 40th day of the experiments were observed only sporadically. Some of the recorded violation of the fine organization of neurons, especially small pyramidal, horizontal and stellate cells - maximally expressed in stress-resistant animals and had irreversible character.

Further analysis of the correlation of the detected changes in OK neurons with a low-protein diet and stress exposure in the experiment is needed.

Persistence of a part of ultrastructural disturbances in neurons can be serve as manifestation of irreversible character of morfo-functional disturbances in the Orbital cortex after acute stress.



## КАК НЕОБХОДИМОЕ ПРЕВРАЩАЕТСЯ В ГИБЕЛЬНОЕ: НАРУШЕНИЯ ИОННОГО ГОМЕОСТАЗА И БИОЭНЕРГЕТИКИ НЕЙРОНОВ ПРИ ГЛУТАМАТНОЙ НЕЙРОТОКСИЧНОСТИ

Сурин А.М.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГАУ «Национальный медицинский центр здоровья детей» Минздрава России, Москва

<sup>2</sup>ФГБНУ "НИИ общей патологии и патофизиологии", Москва; [surin\\_am@mail.ru](mailto:surin_am@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1271.sudak.ns2020-16/442>

Глутамат (Glu) занимает лидирующую позицию среди примерно 30 небольших органических молекул, выполняющих роль нейротрансмиттеров центральной нервной системы, обеспечивая ~40% передачи возбуждающих импульсов между нейронами в мозге. Передача сигналов осуществляется в синапсах в результате высвобождения Glu из пресинаптических окончаний и воздействия на глутаматные рецепторы ионотропного и метаботропного типов на постсинаптической мембране. В норме сигнальный импульс длится миллисекунды и завершается благодаря удалению Glu из синаптической щели астроцитами. Воздействие одной молекулы Glu с рецептором обеспечивает прохождение тысяч ионов сквозь канал ионотропного рецептора и/или вызывает образование сотен молекул вторичных мессенджеров при активации метаботропных рецепторов. В результате происходит усиление сигнала, обработка и преобразование в другие формы, координация межклеточных взаимодействий и, в конечном итоге, органов и систем организма. В патологических ситуациях (травма мозга, инсульт, некоторые нейродегенеративные заболевания) Glu высвобождается не только в синапсах, но и в межклеточное пространство, воздействуя на внесинаптические рецепторы на теле нейронов, а также на глиальные клетки. Длительное и не ограниченное обратной связью воздействие Glu на рецепторы, прежде всего на ионотропные NMDA-типа, приводит к нарушениям внутриклеточного ионного гомеостаза и биоэнергетики. В свою очередь, это приводит к гибели клеток, прежде всего нейронов, как наиболее энергозатратных клеток мозга. В этой связи будут рассмотрены изменения состава неорганических катионов (кальция, калия, натрия, цинка) и хлорид-аниона, внутриклеточного содержания АТФ, измеренные преимущественно методом флуоресцентной микроскопии в индивидуальных клетках в первичных культурах из мозга грызунов. Показана связь этих изменений с функциональными характеристиками митохондрий (трансмембранный потенциал, pH в матриксе, скоростью потребления кислорода), которые регистрируют при длительном действии высоких концентраций Glu. Будет проанализировано насколько информация, получаемая на клеточных моделях патологии мозга, применима для интерпретации изменений ионного гомеостаза в мозге животных. *Работа выполнена в соответствии с Гос. Задаaniem № AAAA-A19-119100790084-0 и AAAA-A19-119012590191-3.*

## HOW THE NECESSARY TURNS INTO THE FATAL: DISTURBANCES OF ION HOMEOSTASIS AND BIOENERGETICS OF NEURONS IN GLUTAMATE NEUROTOXICITY

Surin Alexander M.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>National Medical Research Center for Children's Health, Federal state autonomous institution of the Russian Federation Ministry of Health, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Institute of General Pathology and Pathophysiology, Moscow, Russia

Glutamate (Glu) is in a leading position among about 30 small organic molecules that act as neurotransmitters of the central nervous system, providing ~40% of the transmission of excitatory impulses between neurons in the brain. Signal transmission occurs in synapses as a result of the Glu release from the presynaptic terminals and exposure to Glu of the ionotropic and metabotropic receptors located on the postsynaptic membrane. Normally, the signal pulse lasts for milliseconds and is terminated due to the removal of Glu from the synaptic cleft by astrocytes. Interaction of a single Glu molecule with a single receptor allows thousands of ions to pass through the ionotropic receptor channel and/or causes the formation of hundreds of secondary messenger molecules when metabotropic receptors are activated. As a result, the signal is amplified, processed and transformed into other forms, and intercellular interactions and, ultimately, organs and systems of the body are coordinated. In pathological situations (brain injury, stroke, some neurodegenerative diseases), Glu is released not only in synapses, but also in the intercellular space, affecting non-synaptic receptors on the body of neurons, as well as glial cells. Long-term and non-feedback-limited effects of Glu on receptors, primarily on NMDA-type ionotropic ones, lead to violations of intracellular ion homeostasis and bioenergetics. In turn, this leads to the death of cells, primarily neurons, as the most energy-consuming brain cells. In this regard, changes in the composition of inorganic cations (calcium, potassium, sodium, zinc) and chloride anion, intracellular ATP content, measured mainly by fluorescence microscopy in individual cells in primary cultures from the rodent brain, will be considered. It is shown that these changes are related to the functional characteristics of mitochondria (transmembrane potential, pH in the matrix, and oxygen consumption rate), which are recorded during prolonged exposure to high Glu concentrations. It will be analyzed how much information obtained from cellular models of brain pathology is applicable to the interpretation of changes in ion homeostasis in the brain of laboratory animals.

*Supported by the State Program of the Ministry of Health of Russia № AAAA-A19-119100790084-0 and AAAA-A19-119012590191-3.*

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ГЛИАЛЬНЫХ КЛЕТОК НА МОДЕЛИ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА DROSOPHILA MELANOGASTER

Сурина Н.В., Рябова Е.В., Жмуйдина Д.Р., Саранцева С.В.

Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт», Россия, г. Гатчина, Орлова роща, [ninasurinav96@gmail.com](mailto:ninasurinav96@gmail.com)

Болезнь Альцгеймера (БА) – прогрессирующее с возрастом нейродегенеративное заболевание, характеризующееся внеклеточным накоплением агрегатов β-амилоида, образованного в результате протеолиза белка предшественника амилоида (APP) гамма- и бета-секретазами, гиперфосфорилированием

тау-белка и его внутриклеточной агрегацией. При вышеперечисленных нарушениях в ответ на гибель нейронов в мозге больного развивается астроглиоз, а также активируется микроглия. Больной испытывает серьезные нарушения когнитивных функций, которые постепенно переходят в деменцию. БА встречается преимущественно у пожилых людей и стремительно прогрессирует с возрастом.

Несмотря на повышенный интерес к изучению БА, механизм развития заболевания до сих пор неизвестен. Последнее время усиливается интерес к изучению роли глиальных клеток в патогенезе нейродегенеративных заболеваний, т.к. жизнеспособность нейронов во многом зависит от нормального функционирования глии. Глиальные клетки выполняют множество важных функций в нервной системе (НС): образование гематоэнцефалического барьера (ГЭБ), осуществление трофической поддержки нейронов, миелинизация аксонов, участие в синаптической передаче и иммунном ответе в НС. Одним из удобных модельных объектов для изучения глиальных клеток является *Drosophila melanogaster*. Данный вид имеет три основных типа глии (поверхностная глия, глия кортекса и глия нейропилия) в центральной нервной системе, выполняющих различные функции, которые сопоставимы с функциями глии млекопитающих.

Основываясь на недавних исследованиях вполне логично предположить, что гибель нейронов во многом обусловлена не только неправильным функционированием внутриклеточных молекулярных механизмов, но и гомеостатическими нарушениями, вызванными дегенерацией глии. Поэтому исследования по изучению гибели именно глиальных клеток при болезни Альцгеймера являются актуальными.

В данной работе были изучены поверхностная глия и глия кортекса *Drosophila melanogaster* с помощью трансгенных линий с экспрессией белка предшественника амилоида (APP) и  $\beta$ -секретазы (BACE), а также линии с прямой экспрессией последовательности A $\beta$ <sub>42</sub>. Была проведена оценка морфологии глиальных клеток, количественный анализ их ядер на 5, 15 и 30 день жизни, а также функциональный анализ ГЭБ на 30 день жизни.

#### **ANALYSIS OF THE STATE OF GLIAL CELLS IN A MODEL OF ALZHEIMER'S DISEASE *DROSOPHILA MELANOGASTER***

**Surina N., Ryabova E., Zhmuydina D., Sarantseva S.**

Petersburg Nuclear Physics Institute named by B.P. Konstantinov of National Research Centre «Kurchatov Institute», Russia, Gatchina, Orlova grove, [ninasurinav96@gmail.com](mailto:ninasurinav96@gmail.com)

Alzheimer's disease (AD) is a neurodegenerative disease characterized by extracellular  $\beta$ -amyloid aggregates accumulation and intracellular accumulation of neurofibrillary tangles (NFT) that formed by hyperphosphorylated tau protein. The first ones are formed as result of amyloid precursor protein (APP) proteolysis by  $\gamma$ - and  $\beta$ -secretases. In patients with Alzheimer's disease astrogliosis and microglia activation develops in response to neurodegeneration. AD is distributed among aged people. They suffer from serious cognitive violations and at the end of life have extensive dementia.

Despite a great interest to investigation of AD mechanism of disease is still unknown. Nowadays a quantity of investigations the role of glial cells in the pathogenesis of neurodegenerative diseases has been growing, because the viability of neurons largely depends on the normal functioning of glia. Glial cells perform many important functions in the nervous system (NS): formation of the blood-brain barrier (BBB), trophic support of neurons, axonal myelination, participation in synaptic transmission and immune response in the NS. One of the convenient model objects for studying glial cells is *Drosophila melanogaster*. It has three main types of glia (surface glia, cortex glia and neuropile glia) in the central nervous system. These three types perform different functions that are comparable to functions of mammalian glia.

In this work, we examined surface and cortex glia of *Drosophila melanogaster*. We used transgenic lines with expression of amyloid precursor protein (APP) and  $\beta$ -secretase (BACE), as well as lines with expression of the A $\beta$ <sub>42</sub> sequence. We did an assessment of the morphology of glial cells, a quantitative analysis of their nuclei on the 5th, 15th and 30th day of life, as well as a functional analysis of the BBB on the 30th day of life.

#### **МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕЙРОНОВ ДВИГАТЕЛЬНОЙ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫСЫ ПРИ АНЕСТЕЗИИ СЕВОФЛУРАНОМ**

**Сухорукова Е.Г., Юкина Г.Ю., Полушин Ю.С., Полушин А.Ю.**

ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава РФ, Санкт-Петербург, Россия, [len48@inbox.ru](mailto:len48@inbox.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1272.sudak.ns2020-16/443-444>

Изучали нейроны двигательной коры головного мозга (крысы Wistar, n=7) после воздействия севофлурана (6 ч) и модельной операции на органах брюшной полости (2 об.% севофлурана, поток воздуха 1 л/мин). Контрольных животных (К, n=8) на 5 мин помещали в индивидуальные боксы, в которых производили индукцию наркоза. Для гистологического анализа на 22 сут после эксперимента головной мозг фиксировали в 10% формалине 1 сут, затем вырезали лобную долю, заливали в парафиновые блоки по стандартной методике. Нейроны на срезах, перпендикулярных извилинам, выявляли иммуногистохимически с использованием моноклональных мышиных антител к белку NeuN. С помощью программы ImageScore M на каждом срезе при увеличении 400 в 20 полях зрения (размер каждого поля 0,33x0,25мм) для каждого (кроме молекулярного) слоя подсчитывали общее количество нейронов и количество неизмененных нейронов, с четко очерченными светлыми ядрами эллипсоидной или круглой формы, хорошо различимыми ядрышками. Также подсчитывали патологически измененные нейроны: сморщенные нейроны без ядра, нейроны с деформированным гиперхромным ядром и клетки-тени. Статистическую обработку полученных количественных данных проводили с использованием стандартного пакета программ (Statistica 7.0 Stat.Soft for Windows). Вычисляли среднее арифметическое значение и его

стандартную ошибку ( $M \pm m$ ). Сравнение проводили по критерию Манна-Уитни в программе Statistica 7.0. Значимость различий определяли при  $p < 0,05$ . Отмечено, что после длительной экспозиции севофлурана во всех слоях двигательной коры головного мозга наблюдается их структурно-функциональная перестройка. Общая плотность нейронов в различных слоях значимо не меняется, однако количество морфологически изменённых нейронов в наружном зернистом слое возрастает до 193%, в наружном пирамидном слое – на 121%, во внутреннем зернистом слое – на 138%, во внутреннем пирамидном слое – на 152% и в слое полиморфных клеток – на 168%, значимо отличаясь от уровня в группе К. При этом в цитоплазме крупных и средних пирамидных нейронов наблюдались пустоты и просветления вокруг перикарионов. Структурно-функциональный анализ показал, что степень повреждения нейронов моторной коры при длительной экспозиции севофлурана зависит от уровня метаболических процессов в нейронах и от межнейронных связей в коре головного мозга.

#### **MORPHOFUNCTIONAL CHANGES OF NEURONS OF THE RAT MOTOR CORTEX INDUCED BY SEVOFLURANE ANESTHESIA**

**Sukhorukova Elena G., Yukina Galina Yu., Polushin Yurii S., Polushin Alexey Yu.**

Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia, len48@inbox.ru

Studied neurons of all layers of the motor cortex (a rat of Wistar,  $n=7$ ) induced by sevoflurane anesthesia (6 h) and model abdominal organs operation (2 % of a sevofluran, air flow of 1 l/min). Control animals (C,  $n=8$ ) for 5 min. were placed in individual boxes in which made induction of an anesthesia. For the histologic analysis on 22 days after the experiment the brain was fixed in 10% formalin of 1 days, then cut out a back share of a frontal cortex, filled in paraffin blocks by a standard technique. The cuts perpendicular to crinkles painted by krezil violet. By means of the ImageScope M program on each cut at increase 400 in 20 fields of vision (the size of each field  $0.33 \times 0.25 \text{ mm}$ ) for all layers (except molecular layer) counted the total number of neurons and number of not changed neurons, with accurately outlined light nucleus of ellipsoidal or round shape, well distinguishable nucleus. Also counted pathologically changed neurons: the wrinkled neurons without nucleus, neurons with the deformed hyperchromic nucleus and cages shadows. Statistical processing of the obtained quantitative data was carried out with use of the standard software package (Statistica 7.0 Stat.Soft for Windows). An arithmetic average value and its standard mistake ( $M \pm m$ ) were calculated. Comparison was carried out by Mann-Whitney's criterion in the Statistica 7.0 program. The importance of distinctions was defined at  $p < 0.05$ . It is shown that after a long exposition of a sevofluran in all layers of the cerebellar cortex morphofunctional reorganization is defined. It is noted that after a long exposure of sevoflurane in all layers of the motor cortex their structural and functional restructuring is observed. The total density of neurons in different layers does not change significantly, but the number of morphologically altered neurons in the outer grain layer increases to 193%, In the outer pyramid layer – by 121%, in the inner grain layer – by 138%, In the inner pyramid layer – by 152% and in the polymorphic cell layer – by 168%, Significantly different from the level in group K. At the same time in cytoplasm of large and medium pyramid neurons there were voids and enlightenment around pericarions. Structural-functional analysis showed that the degree of damage to motor cortex neurons at long-term sevoflurane exposure depends on the level of metabolic processes in neurons and on interneuronal connections in the cerebral cortex.

#### **ФИЛОСОФИЯ И КОГНИТИВНАЯ НАУКА: ПУТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**

**Сушин М.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук, Москва, Россия; [sushchin@bk.ru](mailto:sushchin@bk.ru).

<https://doi.org/10.29003/m1273.sudak.ns2020-16/444-445>

Традиционно философия рассматривается как одна из шести дисциплин, входящих в комплекс современных когнитивных наук, включающих также психологию, нейронауку, область исследований искусственного интеллекта, лингвистику и антропологию. Вместе с тем среди исследователей нет согласия относительно места и роли философии в составе когнитивистских дисциплин. На разных этапах развития когнитивной науки такие философы как Х. Патнэм, Дж. Фодор и Э. Кларк способствовали становлению основных теоретических программ в когнитивной науке (классического вычислительного когнитивизма, воплощенного познания, предсказывающего кодирования).

Следуя П. Тагарду [1], мы полагаем, что философия может внести наибольший вклад в развитие когнитивных исследований на пути прояснения вопросов о статусе теорий в когнитивной науке и критериях их оценки, характере и типе наиболее подходящего для когнитивных дисциплин объяснения (скажем, следует ли считать более подходящим дедуктивно-номологический или механистический тип объяснения и т.д.), а также отношения друг к другу различных когнитивных дисциплин (в частности, сводимы ли одни когнитивистские дисциплины к другим или нет). Также философия имеет непосредственное отношение к вопросам оснований когнитивных наук, касающихся их ключевых понятий вычисления и репрезентации. Кроме того, философия в состоянии способствовать развитию как теоретических, так и эмпирических исследований познавательных процессов (в теоретическом отношении такой вклад был внесен Патнэмом, Фодором и Кларком, а в эмпирическом Д. Деннетом). Наконец, философия должна играть активную роль в оценке этических следствий развития новых когнитивных технологий и нейротехнологий (в частности, в оценке таких технологий как mind reading и оценке новых приложений области искусственного интеллекта т.д.).

В свою очередь, конкретные когнитивистские дисциплины могут проливать новый свет на традиционные философские проблемы: проблему сознания, проблему Я, проблему субъекта, проблему свободы воли и т.п. Также анализ развития когнитивных наук способен наполнять конкретным материалом философию когнитивной науки как частный раздел философии науки, способствуя оценке и уточнению классических концепций философии науки.



*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект № 17-18-01536).*

1. Thagard P. Why Cognitive Science Needs Philosophy and Vice Versa // Topics in Cognitive Science. 2009. Vol. 1. No. 2. P. 237-254.

## PHILOSOPHY AND COGNITIVE SCIENCE: WAYS OF INTERACTION

Sushchin Mikhail A.

Federal State Budgetary Scientific Institution the Institute of Scientific Information for Social Sciences of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; [sushchin@bk.ru](mailto:sushchin@bk.ru).

Traditionally, philosophy is considered one of the six disciplines that constitute the complex of modern cognitive sciences, which also includes psychology, neuroscience, the field of artificial intelligence, linguistics, and anthropology. However, there is no agreement among researchers about the place and role of philosophy in cognitive disciplines. At different stages of the evolution of cognitive science such philosophers as H. Putnam, J. Fodor and A. Clark contributed to the formation of the major theoretical programs in cognitive science (classical computational cognitivism, embodied cognition, predictive coding).

Following P. Thagard [1], we believe that philosophy can make the greatest contribution to the development of cognitive studies by clarifying the status of theories in cognitive science and the criteria for evaluating them, the nature and type of explanations that are most suitable for cognitive disciplines (for example, whether deductive-nomological or mechanistic type of explanation is preferable, etc.), as well as the relationship of different cognitive disciplines (in particular, whether some cognitive disciplines are reducible to others or not). Also, philosophy is directly related to the foundations of the cognitive sciences regarding their key concepts of computation and representation. In addition, philosophy is able to contribute to the development of both theoretical and empirical studies of cognitive processes (in theoretical dimension this contribution was made by Putnam, Fodor, and Clark, and in empirical one by D. Dennett). Finally, philosophy should play an active role in evaluating the ethical implications of the development of new cognitive technologies and neurotechnologies (in particular, in evaluating technologies such as mind reading and evaluating new applications of the field of artificial intelligence, etc.).

In turn, specific cognitive disciplines can shed new light on traditional philosophical problems: the problem of consciousness, the problem of self, the problem of the subject, the problem of free will, etc. Also, an analysis of the development of cognitive sciences can provide material for the philosophy of cognitive science as a particular branch of the philosophy of science, contributing to the assessment and refinement of the classical conceptions of philosophy of science. *This work was supported by the Russian Science Foundation (project № 17-18-01536).*

1. Thagard P. Why Cognitive Science Needs Philosophy and Vice Versa // Topics in Cognitive Science. 2009. Vol. 1. No. 2. P. 237-254.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ СВЯЗАННОСТИ В МОЗГЕ ПРИ ЭПИЛЕПСИИ ПО РЯДАМ ЛОКАЛЬНЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЕЙ В ВИДЕ НЕЛИНЕЙНЫХ НЕЙРООСЦИЛЛЯТОРОВ

Сысоев И.В.<sup>1,2</sup>, Сысоева М.В.<sup>1,3</sup>, Люттихоанн А.К.<sup>4</sup>, Пономаренко В.И.<sup>1,2</sup>, Безручко Б.П.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Саратовский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН; <sup>2</sup>Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов;

<sup>3</sup>Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А., Саратов;

<sup>4</sup>Вестфальский университет имени Вильгельма, Мюнстер, Германия. E-mail: [ivssci@gmail.com](mailto:ivssci@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1274.sudak.ns2020-16/445-446>

Диагностика связанности по экспериментально измеренным сигналам электромагнитной активности в настоящее время является одним из основных подходов к изучению мозга. При этом применяются как относительно простые подходы: взаимная корреляционная функция, нелинейный коэффициент корреляции, функция взаимной информации, коэффициент фазовой синхронизации, так и более сложные методы, основанные на построении прогностических моделей: различные варианты причинности по Грейнджеру, энтропия переноса, частная направленная когерентность. Для второй группы подходов важным является выбор структуры модели для каждого исследуемого узла сети и вида функций связи. В данной работе предлагается использовать не авторегрессионные модели, как это принято в настоящее время, а модели в виде нейроосцилляторов. Такой подход должен существенно повысить специфичность результатов и надёжность выводов о детектировании связанности. Его минусом является большая хрупкость — неадекватный выбор модели ведёт к неработоспособности алгоритма.

Чтобы повысить применимость предлагаемого метода, в качестве узла сети мы выбрали специфическую модель нейрона, в которой временные ряды всех динамических переменных могут быть получены из ряда наблюдаемой численным интегрированием или дифференцированием, причём необходимость в дифференцировании сведена к минимуму, а искомые нелинейные функции не нуждаются в явной аппроксимации.

Работоспособность предложенного метода демонстрируется на примере реконструкции архитектуры связей в таламо-кортикальной сети при абсансной эпилепсии по временным рядам локальных потенциалов мозга, полученных от генетических моделей — крыс линии WAG/Rij.

*Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда 19-12-00201.*



## RECONSTRUCTION OF COUPLING IN THE BRAIN AT EPILEPSY FROM LOCAL FIELD POTENTIALS USING MODEL NEUROOSCILLATORS

Sysoev Ilya V.<sup>1,2</sup>, Sysoeva Marina V.<sup>1,3</sup>, Lüttjohann Annika K.<sup>4</sup>,  
Ponomarenko Vladimir I.<sup>1,2</sup>, Bezruchko Boris P.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Saratov Branch of the Institute of Radioengineering and Electronics of RAS;

<sup>2</sup>Saratov State University, Saratov, Russia; <sup>3</sup>Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia;

<sup>4</sup>Institute of Physiology I, Westfälische Wilhelms Universität Münster, Germany. E-mail: ivssci@gmail.com

Connectivity diagnostics based on experimentally measured signals of electromagnetic activity is currently one of the main approaches to study the brain. To solve this task, two classes of approaches are used: first, relatively simple and straightforward such as cross-correlation function, nonlinear correlation coefficient, mutual information function, mean phase synchronization index, and second, more complex methods based on the construction of predictive models: various versions of Granger causality, transfer entropy, and partial directional coherence. For the second group of approaches, it is important to choose properly the model structure for each studied network node and the type of coupling functions. In this paper we propose to use neurooscillators instead of autoregressive models. This approach should significantly increase the specificity of the results and the reliability of conclusions about the detection of connectivity. Its disadvantage is that it is very fragile — an inadequate choice of the model leads to the algorithm not working properly.

To increase the applicability of the proposed method, we chose a specific neuron model as the network node, in which the time series of all dynamical variables can be obtained from the single observable by numerical integration or differentiation, and the need for differentiation is minimized. The nonlinear functions to be reconstructed do not need an explicit approximation.

The efficiency of the proposed method is demonstrated by the example of reconstruction of the coupling architecture in the thalamo-cortical network at absence epilepsy using time series of local field potentials obtained from genetic models—rats of the WAG/Rij line.

*The work was supported by Russian Foundation for Basic Research, Grant No. 19-12-00201.*

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ДИНАМИКА СВЯЗАННОСТИ В МОЗГЕ У КРЫС-МОДЕЛЕЙ ВИСОЧНОЙ ЭПИЛЕПСИИ ПРИ СПОНТАННЫХ СУДОРОГАХ И ПРИ ВВЕДЕНИИ АГОНИСТА КАННАБИНОИДНЫХ РЕЦЕПТОРОВ

Сысоева М.В.<sup>1</sup>, Виноградова Л.В.<sup>2</sup>, Сысоев И.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Саратов;

<sup>2</sup>Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва;

<sup>3</sup>Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов. E-mail: bobrichkek@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m1275.sudak.ns2020-16/446-447>

Среди многих форм эпилепсии одной из наиболее распространенных является эпилепсия височной доли. Источником эпилептических приступов при этой форме болезни служат отделы лимбической системы (в первую очередь гиппокамп), что подтверждается электроэнцефалографическими данными.

В качестве экспериментальных данных в работе использовались спонтанные лимбические судороги, которые развиваются после эпилептического статуса, вызванного введением пилокарпина. Изначально в эксперименте было использовано 30 крыс линии Wistar, у всех у них вызывали эпилептический статус, введением пилокарпина. 60% животных умерло вскоре после окончания статуса. Через 1-3 месяца после статуса у 6 животных развились спонтанные эпилептические судороги. Все разряды можно разделить на три типа в зависимости от времени между одиночным пиком и началом высокоамплитудной фазы. При I типе разрядов это время занимает 40-80 секунд, при II типе – 5-20 секунд, при III типе – этот пик полностью отсутствует.

Проводился анализ связанности записанных структур мозга методом адаптированной переменной во времени попарной причинности по Грейнджеру, подстраиваемым под временные и частотные особенности исследуемых сигналов. Показано, что между пиком и началом высокоамплитудной фазы усиления взаимодействия между исследованными структурами мозга не наблюдается. Структура связей во вторую, высокоамплитудную фазу для I и II типов разрядов одинаковая. При этом для III типа разрядов детектируется более «бедная» архитектура связей, что может быть обусловлено недостатком данных — малым числом таких разрядов. Для выявления общих закономерностей было решено совместить вместе все разряды и усреднить по ним оценки связанности. Для этого брались 40-секундные интервалы: 10 с до первого пика, 20 с от конца разряда, 10 с после конца разряда. Для усреднённых данных хорошо видно, что правая кора — ведущая структура. Почти все выявленные воздействия усиливаются в момент запуска высокоамплитудного разряда и только воздействие правой коры на левую усиливается ближе к концу разряда. Работа выполнена при поддержке Стипендии Президента для поддержки молодых учёных СП-3605.2018.4.

## COMPARATIVE DYNAMICS OF BRAIN CONNECTIVITY IN RAT MODELS OF TEMPORAL LOBE EPILEPSY AT SPONTANEOUS SEIZURES AND UNDER ADMINISTRATION OF A CANNABINOID RECEPTOR AGONIST

Sysoeva Marina V.<sup>1</sup>, Vinogradova Lyudmila V.<sup>2</sup> and Sysoev Ilya V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia; <sup>2</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia; <sup>3</sup>Saratov State University, Saratov, Russia. E-mail: bobrichkek@mail.ru

Temporal lobe epilepsy is one of the most common forms of epilepsy. The source of epileptic seizures in this form of disease is the parts of the limbic system (primarily, the hippocampus), which is confirmed by electroencephalographic data.

As experimental data we considered the spontaneous limbic seizures that develop after status epilepticus caused by the introduction of pilocarpine. Initially, 30 Wistar rats were used in the experiment, all of them were

given status epilepticus by pilocarpine injection. 60% of the animals died soon after the status termination. After 1-3 months of treatment, 6 animals developed spontaneous epileptic seizures. All seizures can be split into three types depending on the time between a single spike, preceding the seizure, and the beginning of a high-amplitude phase. For the type I seizures, this time takes 40-80 seconds, for the type II it takes 5-20 seconds, and for the type III this spike is completely absent.

The connectivity analysis for recorded brain structures was carried out using the time-variant pairwise Granger causality method, specially adapted to the time and frequency characteristics of the studied signals. It was shown that there is no increased interaction between the studied brain structures in latent phase. The coupling structure in the second high-amplitude phase for the I and II types of seizures is the same. At the same time, a more "poor" coupling structure is detected for the type III, which may be due to a lack of data (a small number of such seizures). In order to identify common patterns, it was decided to combine all the categories together and average their connectivity scores. For this purpose, 40-second intervals were constructed, with these intervals containing 10 seconds before the first spike, 20 seconds from the seizures termination and 10 seconds after the seizures termination. For averaged data, it was clear that the right cortex was the leading structure. Almost all of the detected effects are amplified at the moment of starting a high-amplitude phase, and only the impact of the right cortex on the left is amplified near the seizures termination.

*Acknowledgments. This research was funded by Stipendium of President of Russian Federation for support of young scientists СП-3605.2018.4.*

### **КВАНТЫ ДЕСТРУКТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ В СТРУКТУРЕ СОЦИАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ СТРЕССИРОВАННЫХ КОГОРТ НАСЕЛЕНИЯ**

**Талалаева Г.В.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»,  
Екатеринбург, Россия, [gvtalal@mail.ru](mailto:gvtalal@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1276.sudak.ns2020-16/447-448>

Ранее в наших исследованиях на примере лиц, подвергшихся комплексному экологическому стрессу, был изучен феномен физиологического неоритмостаза. Он заключался в том, что периоды колебаний физиологических функций организма под влиянием стресса смещались в более коротковолновую часть спектра. На примере показателей сердечно-сосудистой системы у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС был описан феномен исчезновения суточной ритмики и формирования 4-х часовой периодики. На примере толерантности к физическим нагрузкам, температурного и жидкостного гомеостаза пришлых жителей Заполярья, работников металлургических предприятий г. Норильска, было установлено нивелирование сезонных биоритмов и замещение 14-дневных биоритмов гемодинамики и электрической активности сердца 7-дневными биоритмами. Совокупность этих изменений была интерпретирована нами как ускорение биологического времени стрессированных лиц, а сам феномен укорочения периодов биоритмов по аналогии с астрономией назван «синим смещением».

Изучение динамики заболеваемости и смертности россиян в период 1991-2008 гг. обнаружило социальный эквивалент феномену деструктивного неоритмостаза. С периодичностью в 3 года отмечены всплески социально-биологической агрессии в обществе. Последовательная цепочка деструктивного поведения включала в себя убийства, самоубийства, алкоголизм, передозировку наркотиков, рождение ВИЧ-инфицированных новорожденных.

Текущее сообщение посвящено исследованию деструктивного поведения россиян в современных условиях, в период с 2001 по 2017 гг. В качестве индикатора деструктивного поведения выбрана частота пожаров, так как в 95 % пожаров причиной возгорания является человеческий фактор. Источником данных послужили официальные статистические сборники, издаваемые ФГБУ "Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России" (федеральный центр науки и высоких технологий). Обнаружено, что в динамике пожаров присутствует 3-х летняя составляющая. Обобщение данных о структуре социального времени россиян в период перестройки и сформированной рыночной экономики (1991-2017 гг.) позволяет сделать вывод о том, что последствия пережитого стресса экстраполируются в поколения стрессированных лиц и порождают в структуре их биосоциального времени 3-х летние кванты деструктивного поведения.

### **QUANTUMS OF DESTRUCTIVE BEHAVIOR IN THE STRUCTURE OF SOCIAL TIME OF STRESSED POPULATION COHORTS**

**Talalaeva Galina V.**

Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russia, [gvtalal@mail.ru](mailto:gvtalal@mail.ru)

Previously, in our studies, the phenomenon of physiological neorhythmstasis was studied using individuals exposed to complex environmental stress. It consisted in the fact that periods of fluctuations in the physiological functions of the body under the influence of stress shifted to the shorter-wave part of the spectrum. On the example of indicators of the cardiovascular system in the liquidators of the Chernobyl accident, the phenomenon of the disappearance of daily rhythms and the formation of a 4-hour periodical were described. On the example of exercise tolerance, temperature and liquid homeostasis of newcomers of the Arctic, workers of the metallurgical enterprises of Norilsk, it was found that the leveling of seasonal biorhythms and the replacement of 14-day biorhythms of hemodynamics and electrical activity of the heart with 7-day biorhythms. We interpreted the totality of these changes as an acceleration of the biological time of stressed individuals, and the phenomenon of shortening periods of biorhythms, by analogy with astronomy, was called the «blue shift».

The study of the dynamics of morbidity and mortality of Russians in the period 1991-2008. discovered a social equivalent to the phenomenon of destructive neorhythmstasis. With a frequency of 3 years, bursts of socio-biological aggression in society were noted. The sequential chain of destructive behavior included murders, suicides, alcoholism, drug overdose, birth of HIV-infected newborns.

The current report is devoted to the study of the destructive behavior of Russians in modern conditions, from 2001 to 2017. The frequency of fires was chosen as an indicator of destructive behavior, since in 95% of fires the human factor is the cause of fire. The source of the data was official statistical compilations published by the All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies of the Russian Emergencies Ministry (Federal Center for Science and High Technologies). It was found that in the dynamics of fires there is a 3-year component. A generalization of the data on the structure of the social time of Russians during the period of perestroika and the formed market economy (1991-2017) allows us to conclude that the consequences of the stress experienced are extrapolated to generations of stressed people and generate 3-year quanta of destructive behavior in the structure of their biosocial time.

### **ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНЫХ КОГНИТИВНЫХ ЗАДАЧ В УСЛОВИЯХ ЛИМИТА ВРЕМЕНИ**

**Талеева А.И., Звягина Н.В.**

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия,  
[n.zvyagina@narfu.ru](mailto:n.zvyagina@narfu.ru), [n.taleeva@narfu.ru](mailto:n.taleeva@narfu.ru)

Современный мир характеризуется динамичным развитием, необходимостью освоения большого объема информации. Особенно остро это ощущается на этапе получения высшего образования. Значительное количество информации приходится находить и обрабатывать за ограниченное время. Дефицит времени является стресс-агентом и может существенно снизить работоспособность, внимание, эффективность и качество работы, сопровождаться повышением напряжения и увеличением физиологических затрат. Исследование физиологической цены выполнения различных когнитивных нагрузок в условиях лимита времени является актуальным. Известно, что одним из маркеров эффективности реализации зрительных когнитивных задач являются окуломоторные реакции, а маркерами физиологических затрат, на обеспечение этой деятельности, являются особенности изменения параметров гемодинамики головного мозга. В связи с этим, было бы интересно исследовать особенности выполнения когнитивных задач студентами в условиях лимита времени с учетом окуломоторных реакций и гемодинамики.

Было обследовано 80 человек (средний возраст –  $18,5 \pm 0,5$  года). Участникам с монитора компьютера для чтения предъявляли последовательно 2 серии набора существительных с одной пропущенной буквой, обозначенной тире. Необходимо было прочитать слова вслух по порядку, вставляя пропущенные буквы. В первом случае время на выполнение задания не ограничивалось. Во втором случае время было ограничено до 1 минуты. При решении когнитивных задач одновременно регистрировали окуломоторные реакции на аппаратно-программном комплексе iViewXTM RED и реограмму посредством аппаратно-программного комплекса РЕО-Спектр.

Было установлено, что в условиях дефицита времени часть слов может игнорироваться, а также значительно сокращается количество правильных ответов. В условиях цейтнота среднее время фиксации у всех испытуемых стало меньше, чем при свободном временном режиме. Сократилось количество длительных фиксаций, а моторная активность глаза интенсифицировалась (увеличилось количество фиксаций и саккад в единицу времени). Представленные результаты выполнения когнитивных задач и особенности окуломоторных реакций свидетельствуют о снижении эффективности мозговой деятельности в условиях цейтнота. Гемодинамика головного мозга также сопровождалась изменениями параметров. Были выявлены специфические изменения мозгового кровотока в зонах венозно-артериальной сети в различных областях головного мозга при реализации когнитивной деятельности в условиях лимита времени.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-313-90062*

### **FEATURES OF PERFORMANCE OF VISUAL COGNITIVE TASKS UNDER TIME-PRESSURE**

**Taleeva A.I., Zvyagina N.V.**

Northern Arctic Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia, [n.zvyagina@narfu.ru](mailto:n.zvyagina@narfu.ru),  
[n.taleeva@narfu.ru](mailto:n.taleeva@narfu.ru)

The modern world is characterized by dynamic development, the need to master a large amount of information. This is especially acute at the stage of higher education. Significant amount of information must be found and processed under time pressure. Lack of time is a stress agent and can significantly reduce performance, attention, efficiency and quality of work, accompanied by increased stress and increased physiological costs. Study of physiological costs during performing various cognitive loads in a time limit is relevant. It is known that oculomotor reactions are the markers of the efficiency of visual cognitive tasks realization and brain hemodynamic parameters are the markers of the physiological costs providing that activity. In this regard, it would be interesting to study features of oculomotor reactions and hemodynamics in students performing cognitive tasks under time pressure.

Eighty participants took part in the study (average age -  $18,5 \pm 0,5$  years). Two series of set of words from the computer monitor were presented consistently to the participants. All the words were nouns with one missing letter specified by a line. It was required to read aloud the words one by one and insert missing letters. In the first situation the time for the task performance was not limited. In the second situation the time was restricted to 1 minute. When solving cognitive tasks, oculomotor reactions were simultaneously recorded by the iViewXTM RED hardware-software complex and rheogram by the REO-Spectrum hardware-software complex.

It was found that in conditions of time pressure, some words can be ignored, and the amount of correct answers is also significantly reduced. Under time pressure the average fixation time for all subjects was shorter compared with unlimited time situation. The amount of long fixations decreased, and the motor activity of the eye



intensified (the amount of fixations and saccades increased per second unit time). The presented results of cognitive tasks and the features of oculomotor reactions indicate a decrease in the effectiveness of brain activity in time pressure. Brain hemodynamics was also accompanied by changes in some parameters. Specific changes in cerebral blood flow of the venous-arterial vasculature in various areas of the brain were identified during the implementation of cognitive activity in the situation of time pressure.

### **ВЛИЯНИЕ ГАДЖЕТОВ НА ДЕПРЕССИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ПОДРОСТКОВ**

**Тамбовцева Р.В.**

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма. Россия, г. Москва, [ritta7@mail.ru](mailto:ritta7@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1277.sudak.ns2020-16/449-450>

В настоящее время в связи прогрессивным развитием электроники во всем мире наиболее актуальным вопросом для человечества становится проблема влияния электромагнитных излучений на живые организмы. В связи с этим, Всемирная организация здравоохранения утвердила программу «Электромагнитные поля и здоровье человека». Исследование отечественных и зарубежных ученых показали, что независимо от возраста и пола весь организм человека страдает от воздействия этого негативного фактора, и наиболее чувствительными системами являются иммунная, нервная и эндокринная. Например, при длительном разговоре по сотовому телефону чаще всего проявляется негативная симптоматика, связанная с головокружением, тошнотой, повышенной утомляемостью, неврологическими расстройствами, повышением температуры уха, барабанной перепонки и прилегающих участков головного мозга, угнетением  $\alpha$ - и тета-ритмов, повреждением гематоэнцефалического барьера и др. Согласно исследованиям многих зарубежных и отечественных ученых, наиболее негативное воздействие гаджеты оказывают на психические составляющие детей и подростков. Предметом нашего исследования явилось изучение влияния времени пребывания в сети и, время, проведенное за компьютерными играми при использовании смартфонов, на депрессивный компонент психики подростков юношей в возрасте от 12 до 16 лет. Врачом-психиатром были выделены две группы: здоровые подростки и страдающие депрессией. Был проведен опрос, анкетирование. Также проводился анализ историй болезней, поскольку депрессивный компонент является актуальным признаком при психических расстройствах и органических заболеваниях головного мозга. Среди подростков, страдающих депрессией были выделены делинквентный (больше было среди подростков 12-летнего возраста), ипохондрический (больше среди 13-14-летних подростков) и астенопатический эквивалент (больше среди 15-16-летних подростков). Было показано, что несмотря на то, что все мальчики и юноши много времени тратили на пребывании в школе, тем не менее в отрыве от учебы, время проведения в смартфоне составило у здоровых подростков в возрасте 12-13 лет в среднем 20%, у подростков 14-16 лет до 30%. На компьютерные игры у подростков 12-13 лет уходило до 30% времени, у 14-16-летних до 15%. У подростков, страдающих делинквентным, ипохондрическими вариантами депрессии и астенопатическим эквивалентом, существенной разницы во времени пребывания в смартфоне и за компьютерными играми не наблюдается, однако это время, в отличие от здоровых школьников, значимо больше и составляет в среднем до 70-80%, усугубляя патологические варианты поведения, характерные для этих отклонений. Характерной особенностью для больных подростков является усугубление аутизма. К сожалению, такая же тенденция отмечается и у здоровых подростков, которые отдают большее предпочтение не общению друг с другом и двигательным играм, а уединению. Возможно, такое состояние связано также с «латентной шизофренией».

Анализ большого фактического материала, показал, что просматривание многочисленной, поверхностной и плоской информации со смартфонов и компьютеров, и увлечение компьютерными играми отрицательно влияет на формирование психики подрастающего поколения, на все компоненты умственной деятельности. У большинства современных подростков отмечается стойкое закрепление инфантилизма, образование уплощенной жизненной парадигмы.

### **INFLUENCE OF GADGETS ON THE DEPRESSIVE COMPONENT OF TEENAGERS**

**Tambovtseva Ritta V.**

Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism. Russia, Moscow, [ritta7@mail.ru](mailto:ritta7@mail.ru)

Currently, due to the progressive development of electronics all over the world, the problem of the effect of electromagnetic radiation on living organisms is becoming the most pressing issue for humanity. In this regard, the World Health Organization approved the program "Electromagnetic fields and human health." A study of domestic and foreign scientists showed that regardless of age and gender, the entire human body suffers from the influence of this negative factor, and the most sensitive systems are the immune, nervous and endocrine. For example, when talking on a cell phone for a long time, negative symptoms most often occur, associated with dizziness, nausea, increased fatigue, neurological disorders, fever in the ear, eardrum and adjacent parts of the brain, inhibition of  $\alpha$  and theta rhythms, damage to the blood-brain barrier and etc. According to the studies of many foreign and domestic scientists, the most negative impact of gadgets has on the mental components of children and adolescents. The subject of our study was to study the influence of time spent on the network and the time spent playing computer games using smartphones on the depressive component of the psyche of teenagers from 12 to 16 years old. A psychiatrist identified two groups: healthy adolescents and those suffering from depression. A survey was conducted, questionnaires. An analysis of case histories was also carried out, since the depressive component is an urgent symptom in mental disorders and organic brain diseases. Among adolescents suffering from depression, delinquent (more was among 12-year-old adolescents), hypochondriacal (more among 13-14-year-old adolescents) and asthenopathic equivalent (more among 15-16-year-old adolescents) were distinguished. It was shown that despite the fact that all boys and youths spent a lot of time staying at school, nevertheless, in isolation from school, the time spent on a smartphone in healthy teenagers aged 12-13 years averaged 20%, in



adolescents 14-16 years to 30%. Up to 30% of the time spent on computer games in adolescents 12-13 years old, up to 15% in 14-16 year olds. In adolescents suffering from delinquent, hypochondriac variants of depression and asthenopathic equivalent, there is no significant difference in time spent on a smartphone and computer games, but this time, unlike healthy schoolchildren, is significantly longer and amounts to an average of 70-80%, exacerbating pathological behaviors characteristic of these deviations. A characteristic feature for sick adolescents is an increase in autism. Unfortunately, the same tendency is observed in healthy adolescents, who prefer not communication with each other and motor games, but solitude. Perhaps this condition is also associated with "latent schizophrenia."

The analysis of a large amount of factual material showed that viewing numerous, superficial and flat information from smartphones and computers, and the passion for computer games adversely affects the formation of the psyche of the younger generation, all components of mental activity. Most modern adolescents have a persistent consolidation of infantilism, the formation of a flattened life paradigm.

## **ГЕНДЕРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ АГРЕССИВНОСТИ ПОДРОСТКОВ С УЧЕТОМ ПРОЯВЛЕНИЙ ТРЕВОЖНОСТИ**

**Тарасова С.Ю., Симакова И.Н.**

ФГБНУ Психологический институт РАО, Москва, Россия; syutarasov@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m1278.sudak.ns2020-16/450>

Гендерные и межполовые различия в агрессивном поведении и тревожности представляют интерес для исследователей. Следует также учитывать, что проявления агрессии у девочек и мальчиков могут отличаться. Вслед за А.М. Прихожан, мы рассматриваем тревожность как личностное образование. Она может оказывать не только негативное, но и благоприятное влияние на развитие личности, и это связано с ее выраженной адаптивной, приспособительной природой. Цель настоящего исследования – выявление гендерных различий агрессивности и тревожности подростков с учетом сопутствующих физиологических маркеров. Физиологические корреляты группы риска по тревожности показаны нами в работе "Inadequate tranquility" as a latent form of anxiety in children and adolescents // "7th world conference on educational technology researches (WCETR-2017)" AAB College, Pristina Republic of Kosovo, 20-22 April 2017: 50-52. www.prosoc.eu. Исследование выполнено на базе музыкального кадетского корпуса г. Москвы. В исследовании приняли участие 45 учащихся 7-х классов. Среди них 14 девочек и 31 мальчик.

Были использованы следующие методики. Шкала личностной тревожности для учащихся 13-16 лет (А.М. Прихожан). Методика Басса-Перри – русскоязычная версия BPAQ (A. Buss, M. Perry). Учителя предоставили оценки успеваемости школьников по основным предметам. Педагоги оценивали успехи подростка по пятибалльной шкале. Одновременная регистрация электроэнцефалографических (ЭЭГ) и электрокардиографических (ЭКГ) показателей проводилась с помощью аппаратно-программного комплекса Neuro-KM в состоянии покоя, сидя, с закрытыми глазами в течение 5 минут. Запись ЭЭГ осуществлялась в отведении Pz (по системе «10-20%»).

Выводы:

У девочек-подростков выше враждебность ( $p < 0,01$ ), гнев ( $p < 0,05$ ) и межличностная тревожность ( $p < 0,05$ ), чем у мальчиков-подростков. При этом девочки-подростки лучше успевают по основным предметам ( $p < 0,05$ ).

Подтверждено наличие группы риска по тревожности: скрытой тревожности, проявляющейся чрезмерным спокойствием и выполняющей функцию психологических защит. У «неадекватно спокойных» подростков показатель адекватности процессов регуляции отрицательно коррелирует с показателями гнева ( $r = -0,58$  при  $p < 0,01$ ) и физической агрессии ( $r = -0,47$  при  $p < 0,05$ ). Такие результаты можно объяснить, если рассматривать агрессию и враждебность как копинг-стратегию. В свою очередь, добавление фактора легитимизации агрессии, особенно защитного характера, может способствовать снижению уровня нервно-психического напряжения.

## **GENDER DIFFERENCES IN AGGRESSIVE ADOLESCENT WITH REGARD TO MANIFESTATIONS OF ANXIETY**

**Tarasova Sofya Yu., Simakova Irina N.**

Federal State Budgetary Scientific Institution "Psychological Institute of RAO"

## **К ВОПРОСУ О КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ ПРОБЛЕМ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ СЛУХА И ЗРЕНИЯ В КОММУНИКАТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Тарновская Т.А.<sup>1</sup>, Елисеева Т.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Московский педагогический государственный университет», Москва, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение Сергиево-Посадский дом - интернат слепоглухих для детей и молодых инвалидов; [tantar1956@yandex.ru](mailto:tantar1956@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1279.sudak.ns2020-16/450-451>

Совместная практическая деятельность – первоочередная задача при обучении общению слепоглухих (И.А. Соколянский). Эмоциональный контакт улучшает коммуникативные компетенции слепоглухих (Van Dijk J). В тоже время вербальные средства коммуникации остаются недоступными для значительной части слепоглухих (Заречнова Е.А.). Проблема адаптации организма детей с комплексными нарушениями слуха и зрения в коммуникативной деятельности остается малоизученной.

В нашем исследовании участвовали дети глухие и слабослышащие, имеющие нарушения зрительных функций, но использующие в коммуникациях зрительный канал восприятия, а также слепоглухие дети. У всех детей двусторонняя сенсоневральная тугоухость 3-4 и 4 степени, вторичные нарушения

неврологического генеза и соматические заболевания. В коммуникациях дети используют жестовую и тактильную речь, а также разговорную речь, специфически выраженную. Слепоглухие активно используют тактильно-вибрационный канал восприятия. Все дети - воспитанники учебно-коррекционного отделения дома-интерната (всего 12, от 13 до 19 лет). Комплексно (мониторинг) оценивали коротколатентные слуховые вызванные потенциалы (КСВП), результаты субъективного аудиометрического обследования, пороги восприятия разговорной речи при использовании ребенком альтернативных электроакустических средств коррекции (слуховые аппараты или система кохлеарной имплантации). Результаты аудиологического исследования оценивали в комплексе с другими показателями роста и развития детей (дыхание и сердечная деятельность, сенсомоторное развитие, физическое развитие). Частотные характеристики звуков речи изучали, используя компьютерную систему высокоточной визуализации речевых сигналов «Signal Viewer».

Результаты. Методические приемы исследований роста и развития, учитывая сенсорный и неврологический статус детей, требовали обязательного предварительного обучения. Определена положительная динамика морфофункциональных и сенсомоторных показателей. Акустические характеристики звуков речи индивидуальны. В вариативности сердечных сокращений в разных видах деятельности определили преобладание симпатического влияния, а у 80% детей повышенный уровень напряжения сохранялся на всех этапах работы по формированию нового действия.

#### **TO THE QUESTION OF A COMPLEX EVALUATION OF THE PROBLEMS OF AN ADAPTATION OF AN ORGANISM OF CHILDREN HAVING VIOLATIONS OF HEARING AND VISION IN THE COMMUNICATION ACTIVITY**

**Tarnovskaya Tatiana A.<sup>1</sup>, Eliseeva Tatiana I.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Federal state budgetary educational establishment of higher education «Moscow pedagogical state university», Moscow, Russia; <sup>2</sup>Federal state budgetary establishment of Sergiev Posad for blind-deaf children, [tantar1956@yandex.ru](mailto:tantar1956@yandex.ru)

Joint practical activity is the first and foremost task in teaching blind and deaf to make contacts (Sokolainskiy U.A.). Emotional contact improves competences of blind and deaf (Van Dijk). At the same time verbal means of communications are not accessible for considerable blind-deaf children (Zarechnova E.A.).

The problem of adaptation of the organism of children with complex violations of hearing and vision in communications are little studied.

12 children took part in our research of 13-19 years old: deaf with violations of visual functions but using communications vision channel of perception and blind-deaf children. They have sensor neural hard of hearing of 3-4, 4 degrees, secondary violations of neurological genesis somatic illness. In communications children use gesture, dactyl form of speech and conversation specifically speech. Blind-deaf children use tactile-vibration channel of perception. In a complex (monitoring) evaluated short latent hearing called potentials, audiometric examination, thresholds of perception conversation speech while using hearing apparatus or the system of cochlear implantation.

The results of audiology research evaluated in a complex with other showings of growth and development of children: breathing and heart activity, of sensorimotor development, physical development. Frequency characteristics of sounds of speech were researched with the help computer systems.

Result of research. Mythological ways of researching grows and development taking into account sensory and neurologic status of children demanded obligatory, preliminary training of them before research. The positive dynamics of morphological, physiological and sensorimotor showings had been denoted. Acoustic characteristics of sound of speech were strictly individual.

In various types of activity at 80% of children high level of strain was denoted and prevails of sympathetic influence on all stages forming a concrete (new) action.

#### **ВЛИЯНИЕ ПОСТНАТАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКИХ ДОЗ ЭНДОКРИННОГО ДИСРАПТОРА ДДТ НА СЕКРЕЦИЮ НОРАДРЕНАЛИНА У КРЫС**

**Тимохина Е.П., Яглова Н.В., Яглов В.В., Обернихин С.С., Назимова С.В., Цомартова Д.А.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт морфологии человека», г. Москва, Россия, [rodich\\_k@mail.ru](mailto:rodich_k@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1280.sudak.ns2020-16/451-452>

Влияние дисрапторов на функционирование нейроэндокринной системы является открытым вопросом медицинских исследований. Одним из наиболее распространенных на планете дисрапторов является дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ). Целью работы было изучение влияния постнатального воздействия низких доз ДДТ на секрецию катехоламина норадреналина нейронами периферической нервной системы крыс. Исследование проведено на самцах (n=24) крыс линии Вистар. Животные опытных групп потребляли вместо воды водный раствор ДДТ с концентрацией 20мкг/л («Sigma», США) с первого дня жизни. Среднесуточное потребление ДДТ крысами опытной группы составило 3,71±0,15мкг/кг. Расчет потребляемой дозы ДДТ производили согласно нормативам содержания ДДТ в продуктах питания в России. Животные контрольной группы (n=12) получали водопроводную воду. Отсутствие в воде и корме ДДТ и его метаболитов подтверждалось методом газожидкостной хроматографии. Животных выводили из эксперимента через 6 и 10 недель (пубертатный и постпубертатный периоды) передозировкой золетила. В плазме крови проводили определение содержания норадреналина методом иммуноферментного анализа. У крыс контрольной группы в пубертатном периоде уровень норадреналина составил 10,67±0,88нг/мл. У крыс, подвергшихся воздействию низких доз ДДТ в пубертатном периоде, отмечалось уменьшение концентрации норадреналина в полтора раза по сравнению с контролем (7,37±0,54нг/мл). После наступления полового созревания у крыс контрольной группы уровень норадреналина статистически

значимо не изменялся ( $9,93 \pm 0,70$  нг/мл). У крыс, подвергавшихся воздействию низких доз ДДТ, после наступления половой зрелости выявлено снижение концентрации норадреналина более чем в четыре раза по сравнению со значением контрольной группы ( $2,38 \pm 0,18$  нг/мл). Таким образом, у крыс, подвергавшихся воздействию низких доз ДДТ в постнатальном периоде, отмечается значительное снижение концентрации норадреналина как в пубертатном, так и в постпубертатном возрасте. При этом более длительное воздействие вызывает более интенсивное уменьшение концентрации норадреналина, что указывает на нарушение секреции катехоламинов нейронами периферической нервной системы эндокринным дисраптором ДДТ.

#### **IMPACT OF POSTNATAL EXPOSURE TO LOW DOSES OF ENDOCRINE DISRUPTER DDT IN SECRETION OF NOREPINEPHRINE IN RATS**

**Timokhina Ekaterina P., Yaglova Natalia V., Yaglov V.V., Obnerikhin S.S., Nazimova S.V., Tsomartova D.A.**  
Federal State Budgetary Scientific Institution «Research Institute of Human Morphology»,  
Moscow, Russia Federation

The influence of disruptors on the functioning of the neuroendocrine system has become an emerging problem of medicine in recent decades. One of the most wide-spread disruptors on the planet is dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT). The objective of the work was to study the postnatal effect of low dose-exposure to DDT on secretion of rat catecholamine - norepinephrine by neurons of peripheral nervous system. The study was performed on male Wistar rats ( $n=24$ ). The animals of the experimental groups consumed instead of water an water solution of DDT with a concentration of  $20 \mu\text{g/L}$  (Sigma, USA) from the day of birth. The average daily intake of DDT by the rats was  $3.71 \pm 0.15 \mu\text{g/kg}$ . The consumed dose of DDT was calculated in accordance with the standards for the DDT content in food in Russia. Animals of the control group ( $n=12$ ) received tap water. The absence of DDT and its metabolites in water and food was confirmed by gas-liquid chromatography. Animals were sacrificed at the age of 6 and 10 weeks (puberty and post-puberty periods) with an overdose of Zoletil. Plasma concentration of norepinephrine was assessed by enzyme-linked immunoassay. The level of norepinephrine in the control pubertal rats was  $10.67 \pm 0.88$  нг/мл. The rats exposed to low doses of DDT showed a decrease in the concentration of norepinephrine by one and a half times in comparison with the control group ( $7.37 \pm 0.54$  нг/мл) in the pubertal period. After puberty, the level of norepinephrine did not statistically change in the rats of the control group ( $9.93 \pm 0.70$  нг/мл). The rats, exposed to low doses of DDT, showed a decrease in their concentration of norepinephrine by more than four times compared with the control group ( $2.38 \pm 0.18$  нг/мл) after puberty. Thus, the rats exposed to low doses of DDT in the postnatal period had a significant decrease in the concentration of norepinephrine in both puberty and adulthood. Longer exposure causes a more intense decrease in the plasma concentration of norepinephrine, indicating augmented disruption by DDT of catecholamine secretion in neurons of peripheral nervous system.

#### **КОГНИТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО РЕАГИРОВАНИЯ ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА (РАС) И ИХ СВЯЗЬ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЭЭГ.**

**Тихая А.А., Горбачевская Н.Л.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), Федеральное государственное бюджетное научное учреждение научный центр психического здоровья (ФГБНУ НЦПЗ), Москва, Россия, [witch-96-96@mail.ru](mailto:witch-96-96@mail.ru) [gorbachevskaya@yandex.ru](mailto:gorbachevskaya@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1281.sudak.ns2020-16/452-453>

Трудности социальной адаптации детей с РАС во многом могут определяться особенностями их эмоционального реагирования.

Целью данной работы явилось исследование особенностей эмоционального восприятия у детей с РАС дошкольного и младшего школьного возраста и его связь с интеллектуальным развитием, адаптивными навыками и особенностями нейрофизиологических характеристик.

Для оценки способности ребенка с РАС распознавать различные эмоциональные проявления на базе методики NIMSTIM были подобраны фотографий лиц с выражением различных эмоций (страх, гнев, радость, грусть, нейтральное выражение) и видеоролики. Также исследовались изменения биоэлектрической активности мозга при просмотре видеороликов, направленных на определение и проявление базовых эмоций: «страх» «радость», «умиление», «умиротворение/спокойствие» в сравнении с фоновой записью ЭЭГ. В работе также использовались скрининговая методика «Социально-Коммуникативный опросник» (SCQ, М.Раттер, 2003), Шкала Адаптивного поведения Вайленд (Vineland Adaptive Behavior Scale-VABS), Батарея тестов Кауфманов для оценки когнитивного развития KABC-II. В исследовании приняли участие 15 детей с диагнозом РАС в возрасте от 7 до 10 лет и 15 нормотипичных детей того же возраста.

Разработанные методики позволили выявить особенности эмоционального реагирования у детей с РАС и нормотипичных испытуемых. В результате исследования обнаружилось, что дети с РАС достоверно хуже, чем нормотипичные сверстники распознают эмоциональную экспрессию и отдают предпочтение другим эмоционально значимым стимулам. Так 80% детей с РАС положительно реагировали на видеоролик со змеями и только 20% на видеоролик с ребенком. В норме, напротив, дети выбирали достоверно чаще ролик с ребенком и исключительно редко - со змеями. Оказалось, что способностью распознавать эмоции других людей положительно связана с уровнем когнитивного развития как у детей с РАС, так и у их здоровых сверстников. Способность детей с РАС распознавать эмоции других людей значимо положительно коррелировала с уровнем их социализации и отрицательно с выраженностью аутистических нарушений.



При предъявлении эмоционально позитивных стимулов в ЭЭГ отмечалось увеличение мощности сенсомоторного ритма в центральных зонах коры головного мозга. и «эмоционального» тета-ритма. При этом увеличение сенсомоторного ритма достоверно коррелировало с уровнем «социализации» по шкале Вайнленд.

Т.о. у детей с РАС нарушены базовые (врожденные программы) эмоционального реагирования на определенные ситуации, что подтверждается и данными ЭЭГ-картирования, а распознавание эмоций зависит как от интеллекта, так и от выраженности аутистических проявлений.

#### **COGNITIVE COMPONENTS OF THE EMOTIONAL RESPONSE OF CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS (ASD) AND THEIR RELATIONSHIP WITH EEG INDICATORS.**

**Tikhaya Anastasia A., Gorbachevskaya Natalia L**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Moscow State Psychological and Pedagogical University (FSBEI HE MGPPU), Federal State Budgetary Scientific Institution Scientific Center for Mental Health (FSBIU NCPPZ), Moscow, Russia , [witch-96-96-96@mail.ru](mailto:witch-96-96-96@mail.ru), [gorbachevskaya@yandex.ru](mailto:gorbachevskaya@yandex.ru)

The difficulties of social adaptation of children with ASD can be largely determined by the characteristics of their emotional response.

The aim of this work was to study the characteristics of emotional perception in children with ASD of preschool and primary school age and its relationship with intellectual development, adaptive skills and neurophysiological characteristics.

To assess the ability of a child with ASD to recognize various emotional manifestations based on the NIMSTIM methodology, photographs of individuals with expressions of various emotions (fear, anger, joy, sadness, neutral expression) and videos were selected. We also studied changes in the bioelectric activity of the brain when watching videos aimed at identifying and manifesting basic emotions: "fear", "joy", "tenderness", "pacification / calmness" in comparison with the background recording of EEG. The work also used the screening method "Social Communicative Questionnaire" (SCQ, M. Rutter, 2003), Vileland Adaptive Behavior Scale-VABS, Battery of Kaufman tests for assessing cognitive development of KABC-II. The study involved 15 children diagnosed with ASD in age from 7 to 10 years and 15 normotipichnyh children of the same age.

The developed techniques have revealed the characteristics of emotional response in children with ASD and normotypic subjects. As a result of the study, it was found that children with ASD are significantly worse than normotypic peers who recognize emotional expression and prefer other emotionally significant stimuli. So 80% of children with ASD reacted positively to a video with snakes and only 20% to a video with a child. Normally, on the contrary, children chose reliably more often a video with a child and extremely rarely with snakes. It turned out that the ability to recognize the emotions of other people is positively associated with the level of cognitive development in both children with ASD and their healthy peers. The ability of children with ASD to recognize other people's emotions was significantly positively correlated with their level of socialization and negatively with the severity of autistic disorders.

When presenting emotionally positive stimuli in the EEG, increase in sensorimotor rhythm power in the central zones of the cortex and "emotional" theta rhythm. At the same time, an increase in the sensorimotor rhythm reliably correlated with the level of "socialization" on the Vineland scale.

Thus in children with ASD, basic (congenital programs) of emotional response to certain situations are violated, which is confirmed by EEG-mapping data, and recognition of emotions depends on both intelligence and the severity of autistic manifestations.

#### **ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ РАЗНЫМ ЭТАПАМ СЛОЖНОГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ У КРЫС**

**Ткаченко Н.С., Кузина Е.А.**

ФГБУН Институт психологии РАН, лаборатория психофизиологии им. В.Б. Швыркова, Москва, Россия, [ehofir@mail.ru](mailto:ehofir@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1282.sudak.ns2020-16/453-454>

В ряде исследований формирования установки на обучения было показано, что по мере возрастания «сложности» предлагаемой животным задачи происходит увеличение разброса в индивидуальных показателях эффективности научения. На каком этапе формирования навыков возрастающей сложности в наибольшей степени будет проявляться межиндивидуальная вариативность и существует ли индивидуальные «предикторы» успешности приобретения более сложных навыков на предшествующих этапах обучения? В настоящем исследовании участвовали крысы линии Long-Evans (n=18, 11 самцов и 7 самок, от 4 до 11 мес.). Для того, чтобы крысы сформировали поведение, включающее усвоение общего правила выполнения сходных навыков, отличающихся по особенностям реализации составляющих их компонентов, модель обучения «многокомпонентному» инструментальному поведению подразделялась на 3 этапа - в соответствии с возрастающей сложностью формируемых навыков. На первом этапе крысы последовательно обучались нажимать на одну из трех педалей, расположенных вдоль одной стены экспериментальной камеры, для получения капельки шоколадного молока из автоматической поилки на противоположной стене камеры. Обучение и «закрепление» каждого из трех циклических навыков (нажатие на педаль и побежка к поилке) занимало от 1 до 3 ежедневных сессий. Критерием обученности (КО) на всех этапах было не менее 5-6 эффективных циклов подряд. На втором этапе крыс обучали подходить к поилке только после последовательного нажатия (ПН) из двух педалей. Варианты последовательностей (из 6 возможных) для каждого животного выбирали псевдослучайным образом. Всего на этом этапе крысы обучались двум разным ПН, в которых суммарно были задействованы 3 педали. На третьем этапе животных обучали сначала чередовать первую и вторую ПН (экспериментатор вводил смену эффективной ПН после реализации 15-20 успешных циклов с получением пищи), а затем тем индивидам, которые в



предыдущих сессиях достигали КО, вводили новую (третью) ПН из двух педалей и в тот же день обучали осуществлять смены эффективных ПН на основе вышеописанного правила. Аналогичным образом, если после нескольких сессий повторения многокомпонентного навыка, достигался КО, крысам вводили 4-ую и т.д. последовательности. Было проанализировано количество сессий до достижения КО на всех этапах формирования сложного навыка, а также доля и скорость реализации эффективных циклов при обучении трем одиночным навыкам на первом этапе. По выбранным критериям между группами самцов и самок не было обнаружено достоверных различий на трех этапах обучения. Оказалось, что у всех индивидов значимое сокращение времени обучения (доля эффективных циклов и скорость их выполнения) происходило в основном при обучении второму простому навыку. Но при обучении навыкам разной степени сложности на втором и третьем этапе наблюдалась высокая межиндивидуальная вариативность по времени усвоения нового поведения. Так, на втором этапе у 13 животных происходило снижение числа требуемых сессий от 1ПН ко 2ПН, а у 5 крыс, наоборот, увеличение. При «переносе» правила смены ПН у 3 крыс увеличилось число сессий до достижения критерия обученности; у 11 животных – уменьшилось; 5 животных так и не смогли обучиться сменам двух ПН (после 30 сессий с ними прекращали работать). И только 3 крысы смогли обучиться сменам 4-х и даже 5-ти (1 животное) разных ПН. Было обнаружено также, что 11 из 13 крыс, на втором этапе быстрее обучившихся второй ПН, быстрее усвоили и правило смены эффективных ПН на третьем этапе. Таким образом, на втором этапе усложнения навыка произошло разделение выборки на подгруппы более и менее успешных животных, состав которых частично сохранился и при обучении правилу смены многокомпонентных ПН.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 18-29-22045.*

### INDIVIDUAL CHARACTERISTICS OF LEARNING DIFFERENT STAGES OF A COMPLEX INSTRUMENTAL BEHAVIOUR IN RATS

Tkachenko Nikolay S., Kuzina Eugeniya A.

Institute of Psychology, RAS, laboratory of psychophysiology n.a. V.B. Schyrkov, Moscow, Russia, [ehofir@mail.ru](mailto:ehofir@mail.ru)

An operant training paradigm allows individuals to form a set of "basic" skills that can underlie the acquisition of more complex behavior, that require mastering a general rule or principle for solving a problem. Recently, several studies have shown the positive correlation between the "complexity" of the task and inter-individual variability in the effectiveness of learning. The current study aimed at two main questions: at what stage in the formation of different behaviors of increasing complexity inter-individual variability begin to grow and are there individual "predictors" of the effectiveness of acquisition of the future complex skills at the previous stages of learning? We compared speed and accuracy of acquisition of multistage instrumental task in individual Long-Evans rats (n=18, 11 males, 7 females, 4-11 m.a). Briefly, rats had to form a general "principle" or "scheme" for performing similar chained skills that differs in the characteristics of execution of their components.

The acquisition of this complex "multicomponent" instrumental behavior took place in three stages, in accordance with the increasing complexity of the skills being formed. There were no significant differences in the learning speed between groups of males and females at all three stages of training. However, at the second stage of behavioral complications, the entire rat sample fell into two subgroups of more or less successful animals, and the composition of these subgroups was partially preserved even when studying the last complex learning set.

*This work was supported by RFBR grant № 18-29-22045.*

### ЭПИЛЕПСИЯ В СИСТЕМЕ НЕЙРОНАУК

Токарева Н.Г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Медицинский институт, Саранск, Россия, [tokareva-1@mail.ru](mailto:tokareva-1@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1283.sudak.ns2020-16/454-455>

Изучение нейронаук является важным аспектом для понимания разного рода патологических процессов, благодаря развитию данного направления повысилась эффективность как диагностики, так и терапии психических расстройств.

Эпилепсия – это многофакторное нейropsychическое заболевание, включающие много компонентов, таких как клинический, психологический, социальный и др. Также это заболевание, которое характеризуется поражением анатомических структур мозга, поэтому является значимым в системе нейронаук.

Клиническая нейродиагностика играет важную роль при психофармакотерапии эпилепсии, но так как около 30% больных эпилепсией резистентны к медикаментозному лечению, клиническая нейродиагностика важна и при хирургическом лечении эпилепсии. В зависимости от локализации очага поражения мозга, характера межполушарного взаимодействия, нарушения взаимодействия в системных связях неокортикальных, палеокортикальных и более глубоких структур мозга различается характер клинических проявлений заболевания: нарушений со стороны психических процессов восприятия, внимания, памяти, мышления, интеллекта. выраженность когнитивного дефекта, наличия нарушений в аффективной сфере в виде эмоциональной нестабильности, дисфорических проявлений, тоски, тревоги, депрессивных тенденций и т.д. Основу патогенеза эпилепсии составляет спонтанная мембранная нестабильность нейронов коры больших полушарий, приводящая к возникновению на клеточной мембране пароксизмального деполяризационного сдвига. При этом наступает внезапная пролонгированная деполяризация нейрона с результирующей вспышкой разрядов. Повышенная тенденция к деполяризации эпилептогенных нейронов обусловлена повреждениями в мембране нейронов; дисбалансом экстраклеточных ионов и транскрипторов, повышением нейронной возбудимости. Эпилептический очаг представляет собой совокупность эпилептогенных нейронов. Формирование эпилептической активности и,

соответственно, клинических характеристик эпилепсии связано с блокированием антиэпилептических активационных механизмов, что активизирует эпилептический очаг и его генерализацию.

Таким образом, знание и учет всех нейрональных механизмов формирования эпилепсии как заболевания, своевременная нейропсихологическая диагностика в структуре комплексного подхода к диагностике эпилепсии, включающего клинические, психологические и социальные аспекты способствуют улучшению качества оказываемой помощи данному контингенту больных.

*Работа поддержана РФФИ (грант № 20-013-00529)*

## **EPILEPSY IN THE SYSTEM OF NEURO SCIENCES**

**Tokareva Natalya G.**

Mordovia Ogarev State University, Medical Institute, Saransk, Russia; [tokareva-1@mail.ru](mailto:tokareva-1@mail.ru)

The study of neuroscience is an important aspect for understanding various pathological processes. Thanks to the development of this area, the effectiveness of both diagnosis and therapy of mental disorders has increased

Epilepsy is a multifactorial neuropsychic disease, including many components, such as clinical, psychological, social, etc. It is also a disease that is characterized by damage to the anatomical structures of the brain, and therefore is significant in the neuroscience system.

Clinical neurodiagnosis plays an important role in the psychopharmacotherapy of epilepsy, but since about 30% of patients with epilepsy are resistant to drug treatment, clinical neurodiagnosis is important in the surgical treatment of epilepsy. Depending on the location of the lesion of the brain, the nature of the interhemispheric interaction, impaired interaction in the systemic connections of the neocortical, paleocortical and deeper brain structures, the nature of the clinical manifestations of the disease varies: disorders of the mental processes of perception, attention, memory, thinking, intelligence, the severity of a cognitive defect, the presence of disorders in the affective sphere in the form of emotional instability, dysphoric manifestations, longing, anxiety, depressive tendencies, etc. The basis of the pathogenesis of epilepsy is spontaneous membrane instability of neurons of the cerebral cortex, leading to the appearance of a paroxysmal depolarization shift on the cell membrane. In this case, a sudden prolonged depolarization of the neuron occurs with a resulting flash of discharges. An increased tendency to depolarization of epileptogenic neurons is due to damage to the membrane of neurons; an imbalance of extracellular ions and transmitters, an increase in neural excitability. An epileptic focus is a collection of epileptogenic neurons. The formation of epileptic activity and, accordingly, the clinical characteristics of epilepsy is associated with the blocking of antiepileptic activation mechanisms that activate the epileptic focus and its generalization.

Thus, knowledge and accounting of all neuronal mechanisms of the formation of epilepsy as a disease, timely neuropsychological diagnostics in the structure of an integrated approach to the diagnosis of epilepsy, including clinical, psychological and social aspects, contribute to improving the quality of care for this group of patients.

*The work was supported by the RFR (grant No. 20-013-00529).*

## **ВЛИЯНИЕ ПРОФИЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ НА ПОВЕДЕНИЕ В ВИРТУАЛЬНОМ ЛАБИРИНТЕ**

**Толченникова В.В.**

Биологический факультет МГУ имени М.И.Ломоносова, Москва, Россия, [dulsin@mail.ru](mailto:dulsin@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1284.sudak.ns2020-16/455-456>

В настоящее время значительная часть жизни современного человека проходит в виртуальной реальности, в связи с чем стремительно набирает обороты новое направление – психология виртуальной реальности. Возникает вопрос, как связаны и как согласуются в сознании индивида реальная и виртуальная реальность. Учитывая специфические особенности интеграции психических функций у правой и левой, мы предположили, что по некоторым характеристикам поведения игроков в виртуальном лабиринте можно будет реконструировать профиль их моторной асимметрии. Поэтому целью настоящей работы было выявить отношения между профилем функциональной асимметрии (ведущий глаз, рука, нога) и поведением в виртуальном лабиринте.

В работе использован оригинальный виртуальный многоальтернативный лабиринт. Задача игроков состояла в том, чтобы собрать как можно больше монеток. Монетки снова появлялись в тех же местах, если игрок возвращался в стартовую зону. После окончания игры испытуемых просили нарисовать лабиринт на бумаге и отобразить предпочитаемый маршрут. Регистрацию поведения осуществляли с помощью невидимых для игрока 3D триггеров, при попадании в которые в файл записывалась временная и пространственная метка. Таким образом, непрерывный трек преобразовывался в дискретную последовательность символов, который в дальнейшем подвергался лингвистическому анализу с привлечением основных положений семиотики. Регистрировали скорость перемещения, пробы, ошибки, маршрутные предпочтения. С помощью алгоритмического анализа воссоздавали историю обучения и динамическую структуру поведения при реализации сформированного навыка. С помощью функциональных проб рассчитывали коэффициент асимметрии для ног, глаз и рук. Исследование проводили на 126 студентах биологического факультета МГУ им. Ломоносова с опытом существования в игровой виртуальной реальности.

Благодаря лингвистическому анализу поведения удалось установить, что направление обхода при первом попадании в лабиринт происходило преимущественно в сторону ведущей ноги (77.2 % игроков). Однако, вопреки ожиданиям, порядок посещения кормушек в структуре навыка не зависел от профиля моторной асимметрии испытуемого, а определялся местом получения первого подкрепления, т.е. индивидуальной историей обучения.

## INFLUENCE OF FUNCTIONAL ASYMMETRY PROFILE ON BEHAVIOR IN THE VIRTUAL MAZE

Tolchennikova Vera V.

Lomonosov Moscow State University, faculty of biology, Moscow, Russia, [dulsin@mail.ru](mailto:dulsin@mail.ru)

A significant part of our lives takes place in virtual reality, so a new direction is currently gaining momentum - the psychology of virtual reality. The question is how real and virtual reality are coordinated in the process of purposeful activity. Given the features of the integration of mental functions in right-handed and left-handed people, we suggested that it would be possible to restore the profile of motor asymmetry of players by analyzing their behavior in a virtual maze. Therefore, the aim of this study was to identify the relationship between the profile of functional asymmetry (leading eye, arm, leg) and behavior in a virtual maze.

We used the original virtual multi-alternative maze. The task of the players was to collect as many coins as possible. The environment contained the rule: if the player returns to the starting area, new coins appeared at the same places. After the end of the game, the players were asked to draw a maze and provide a preferred route. The behavior was reiterated using 3D triggers invisible to the gamers, and the time and space mark was recorded in the file. Thus, the continuous track was transformed into a discrete sequence of characters, which was subjected to further analysis with the involvement of the main principles of system-information approach. We analysed the speed of movement, number of trials, errors, route preferences. Using algorithmic analysis we reconstructed the individual history of learning and the structure of final habit. Using functional tests, the asymmetry coefficient was calculated for the legs, eyes, and hands. The study was conducted in 126 students of the Faculty of Biology of Lomonosov Moscow State University.

We found out that the direction of the first rout was mainly opposite to the leading leg (77.2% of the players). However, contrary to expectations, the order of visiting the coins in the structure of the habit did not depend on the profile of the motor asymmetry, but was determined by the place of receiving the very first reinforcement, in other words, individual learning history.

## СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЖЕЛУДКА ПРИ СТРЕССЕ

Томова Т.А.<sup>1</sup>, Замощина Т.А.<sup>2,3</sup>, Светлик М.В.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Томский государственный педагогический университет», Томск, Россия; <sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, Томск, Россия; <sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»; [eskovata77@mail.ru](mailto:eskovata77@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1285.sudak.ns2020-16/456-457>

При изучении воздействий различных фармакологических веществ на агрессивные и защитные факторы желудка для получения и биохимического анализа содержимого желудка модель опыта включает комплекс стрессогенных факторов: 1) оперативное вмешательство в абдоминальную область под эфирным наркозом (наложение лигатуры на пилорический отдел желудка); 2) инъекция стимулятора секреции (внутрибрюшинно, карбахол, 25 мкг/кг); 3) инъекция физиологического раствора в качестве контроля (внутрибрюшинно, в объеме 1 мл на 200 г массы). В настоящей работе изучали чувствительность главных, париетальных и мукоидных клеток желудка к воздействиям карбахола и физиологического раствора после операции у крыс с разной реактивностью нервной системы в период летнего и зимнего солнцестояний. С помощью кластерного анализа формировали 3 группы крыс-самцов Вистар с активно-поисковым, промежуточным и пассивно-оборонительным типом поведения в «открытом поле» летом (21-25 июня) и зимой (21-25 декабря). Через 2 часа после операции крысам одновременно вводили карбахол и физиологический раствор, спустя 45 мин крыс декапитировали, определяли объем желудочного секрета, его кислотность и протеолитическую активность, снимали нативную надэпителиальную слизь со стенок желудка и выделяли ее структурные компоненты после ступенчатого кислотного гидролиза: гексозамины, галактозу, фукозу и ацетилнейраминовою кислоту (Кривова Н.А. и др., 2002). Статистический анализ достоверности различий проводили с использованием критерия Манна-Уитни ( $p < 0.05$ ). Экспериментальные данные показали, что чувствительность главных, париетальных и мукоидных клеток желудка к воздействиям карбахола и физиологического раствора у оперированных крыс определялась реактивностью нервной системы и сезоном года. Так, только летом и только у крыс с пассивно-оборонительным типом поведения обнаружена особенность ответных реакций со стороны секреторных клеток желудка в ответ на холиномиметик после многокомпонентного стресса: объем желудочного сока был значимо ниже, а его переваривающая способность выше по сравнению с аналогичными показателями у крыс двух других групп. Различия в составе надэпителиального слизистого слоя после стресса были обнаружены зимой: у всех крыс степень гликозилирования была низкой за счет меньшего содержания в составе гликопротеинового слоя гексозаминов и галактозы в сравнении с летним периодом. В этот период для крыс с активно-поисковым типом поведения было характерно более высокое содержание белка, для промежуточного типа – галактозы, а для пассивно-оборонительного – гексозаминов и степень гликозилирования.

## SEASONAL FEATURES OF FUNCTIONAL ACTIVITY OF THE STOMACH AFTER STRESS

<sup>1</sup>Tomova Tatiana A., <sup>2,3</sup>Zamoshchina Tatiana A., <sup>2,3</sup>Svetlik Mikhail V.

<sup>1</sup>Tomsk State Pedagogical University, Tomsk, Russia; <sup>2</sup>Siberian State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Tomsk, Russia;

<sup>3</sup>National research Tomsk State University, Tomsk, Russia; [eskovata77@mail.ru](mailto:eskovata77@mail.ru)

When studying the effects of various pharmacological substances on aggressive and protective factors of the stomach for obtaining and biochemical analysis of the contents of the stomach, the experimental model includes a set of stress factors: 1) surgical intervention in the abdominal region under ether anesthesia (ligature application on the pyloric stomach); 2) injection of a secretion stimulant (intramuscularly, carbachol, 25 mcg / kg); 3) injection of



saline as a control to pharmacological agents (intraperitoneally, in a volume of 1 ml per 200 g of mass). In this work, we studied the sensitivity of the main, parietal and mucoid cells of the stomach to the effects of carbachol and physiological saline after surgery in rats with different reactivity of the nervous system during the summer and winter solstices. Using cluster analysis, three groups of Wistar male rats were forming with an active search, intermediate and passive-defensive behavior in the open field in summer (June 21–25) and winter (December 21–25). Two hours after the operation, rats were simultaneously injected with carbachol and physiological saline, after 45 minutes the rats were decapitated, the volume of gastric secretion, its acidity and proteolytic activity were determined, native superepithelial mucus was removed from the walls of the stomach and its structural components were isolated after the stepwise acid hydrolysis: hexosamines, galactose, fucose and acetylneuraminic acid (Krivova N.A. et al., 2002). Statistical analysis of the significance of differences was performed using the Mann-Whitney test ( $p < 0.05$ ). Experimental data showed that the sensitivity of the main, parietal and mucoid cells of the stomach to the effects of carbachol and physiological saline in the operated rats was determining by the reactivity of the nervous system and the season of the year. So, only in the summer and only in rats with a passive-defensive type of behavior was a peculiarity of the responses from the secretory cells of the stomach in response to cholinomimetic after multicomponent stress revealed: the volume of gastric juice was significantly lower, and its digestibility was higher compared to similar indicators in rats of two other groups. Differences in the composition of the superepithelial mucosa after stress were founding in winter: in all rats, the degree of glycosylation was low due to the lower content of hexosamines and galactose in the glycoprotein layer in comparison with the summer period. During this period, for rats with an actively searching type of behavior, there was a characteristic higher protein content, for the intermediate type - galactose, and for passively defensive type - hexosamines and the degree of glycosylation.

**ИЗМЕНЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛАКТАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ ЦИТОПЛАЗМЫ И МИКРОСОМ КЛЕТОК ГОЛОВНОГО МОЗГА МЫШЕЙ К ДЕЙСТВИЮ АЛЬФА-ТОКОФЕРОЛА В УСЛОВИЯХ IN VITRO**  
**Трещенкова Ю.А.**

Учреждение Российской академии наук Институт биохимической физики им. Н. М. Эмануэля РАН (ИБХФ РАН), 119334, ул. Косыгина 4, Москва, Россия, e-mail: tresch@sky.chph.ras.ru

<https://doi.org/10.29003/m1286.sudak.ns2020-16/457-458>

Альфа-токоферол (ТФ) - антиоксидант из семейства токоферолов наиболее часто используется при различных патологиях, связанных с окислительным стрессом. Кроме основных свойств, ТФ участвует в различных физиологических функциях в клетке, не связанных с антиокислительной активностью. Так, например, ТФ может модулировать активность ряда ферментов и, обладая липофильными свойствами, влияя на структуру мембран. Действие ТФ и биологических активных веществ в малых дозах на ферменты различных метаболических путей, в частности на ферменты гликолиза, недостаточно изучено. Лактатдегидрогеназа (ЛДГ) - конечный фермент гликолиза, биохимические свойства которого нарушаются при развитии патологических процессов.

В работе условиях in vitro изучали действие ТФ в интервале концентраций ( $10^{-2}$  -  $10^{-17}$  М) на активность и кинетические свойства ( $V_{max}$ ,  $K_m$ ,  $V_{max}/K_m$  – эффективность) ЛДГ из цитоплазмы и микросом клеток головного мозга здоровых мышей. Субклеточные структуры клеток головного мозга мышей выделяли с помощью дифференциального центрифугирования. Цитоплазму и микросомы получали при 105 000g в течение 1 часа. Активность ЛДГ определяли спектрофотометрически при 340 нм с субстратами пируватом или лактатом в широком интервале концентраций. Кинетические параметры ( $V_{max}$ ,  $K_m$ ) рассчитывали методом Корниш-Боудена. Концентрации ТФ готовили последовательным разбавлением в бидистиллированной воде из основного раствора ( $10^{-2}$  или  $10^{-3}$  М).

Показано, что в цитоплазме кинетические параметры ЛДГ с субстратом пируватом практически не изменялись при действии различных концентраций ТФ в течение 10-15 мин. После длительной инкубации (24-30 час) с ТФ в концентрациях  $10^{-2}$  М или  $10^{-15}$  М значительно снижалась эффективность ( $V_{max}/K_m$ ) ЛДГ (в 3-5 раз). Параметры ЛДГ с субстратом лактатом ( $V_{max}$ ,  $K_m$ ) изменялись, а эффективность ( $V_{max}/K_m$ ) понижалась в 2-5 раза после длительной инкубации (48 час) с ТФ в концентрациях  $10^{-4}$  или  $10^{-17}$  М.

В микросомах значения  $V_{max}$ ,  $K_m$  ЛДГ уменьшались при высоких концентрациях ТФ ( $10^{-2}$  М) после короткого времени инкубации (10-15 мин). После длительного времени инкубации (24-30 час) ТФ в концентрациях  $10^{-2}$  М или  $10^{-17}$  М в равной степени уменьшали значение  $V_{max}$  и снижали эффективность ( $V_{max}/K_m$ ) ЛДГ в 2-5 раза. Выявлена различная чувствительность цитоплазматической и связанной с мембранами микросом ЛДГ к действию высоких и сверхмалых доз ТФ. При развитии ряда заболеваний, связанных с окислительным стрессом, ТФ используется как вспомогательное средство для их лечения и ЛДГ может быть мишенью его действия.

**CHANGES IN KINETIC PARAMETERS OF LACTATE DEHYDROGENASE IN THE CYTOPLASM AND MICROSOMES OF MOUSE BRAIN CELLS UNDER THE ACTION OF ALPHA-TOCOPHEROL IN VITRO**  
**Treschenkova Yulia A.**

N.M. Emanuel Institute of Biochemical Physics, Russian Academy of Science, E-mail: tresch@sky.chph.ras.ru

Recently it was shown that alpha-tocopherol (TF) are involved in various physiological functions in the cell that are not related to its antioxidant activity. For example, it can modulate the activity of some enzymes and, possessing lipophilic properties to influence the structure membranes. The effect of TF on glycolytic enzymes, in particular LDH, has not been sufficiently studied.

The effect of different concentrations of TF on the kinetic parameters ( $V_{max}, K_m$ ) of LDH from the cytoplasm and microsomes of mouse brain cells was studied in vitro.

It was shown that in the cytoplasm, the parameters of LDH with pyruvate substrate did not practically change under the action of different concentrations of TF ( $10^{-2}$ -  $10^{-15}$  М) for 10-15 minutes. The efficiency ( $V_{max}/K_m$ ) of LDH



was significantly reduced by 3-5 times with the pyruvate substrate and 2-5 times with the lactate substrate after incubation with TF at concentrations of  $10^{-2}$ ,  $10^{-4}$  or  $10^{-17}$  M for 24-48 hours.

In microsomes high concentrations of TF ( $10^{-2}$  M) were reduced in Vmax and Km LDH with pyruvate substrate after incubation for 10-15 min. Reductions in Vmax and Vmax/Km LDH were equally obtained with high ( $10^{-2}$  M) or ultra-low concentrations ( $10^{-15}$  M) of TF after incubation for 24-30 hours.

The biochemical properties of LDH often change with the development of a number of diseases associated with oxidative stress, and TF is used as an auxiliary agent and LDH can be a target of its action.

## **ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ЭЭГ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИВАРИАТИВНОЙ СТРУКТУРНОЙ ФУНКЦИИ ПЕРВОГО ПОРЯДКА**

**Трифонов М.И., Рожков В.П., Сороко С.И.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург, Россия; [mtrifonov@mail.ru](mailto:mtrifonov@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1287.sudak.ns2020-16/458>

Несмотря на широкое использование метода электроэнцефалографии (ЭЭГ) в оценке функциональных состояний центральной нервной системы в различных условиях, нам все еще не в полной мере удается воспользоваться всей полнотой информации, которую дает этот метод. Проблема заключается в том, что анализ единой пространственно-временной организации ЭЭГ процесса в целом производится, как правило, по отдельности. Действительно, кросскорреляционная оценка силы взаимосвязи между временными выборками ЭЭГ от различных пар отведений никак не зависит от того как организованы эти выборки во времени, а спектральный анализ по сути своей является локальным, поскольку касается лишь отдельного отведения и требуются дополнительные усилия по формированию на его основе целостной картины временной организации ЭЭГ. Нами предлагается частично устранить указанный недостаток анализа многоканальной ЭЭГ посредством использования структурной функции первого порядка (СФ), рассчитываемой на ее основе. Данный подход позволяет перейти к рассмотрению нормированных интегральных параметров биоэлектрической активности мозга, характеризующих меру ее временной ( $0 \leq pT \leq 1$ ) и пространственной (корреляционной) ( $0 \leq pS \leq 1$ ) упорядоченности в пределах выбранной эпохи анализа. Гипотетические предельные значения параметров  $pS = pT = 0$  и  $pS = pT = 1$  соответствуют случаю либо полностью упорядоченной, либо совершенно случайной пространственно-временной организации ЭЭГ процесса. Выявлено, что будучи случайными величинами, эти параметры изменяются от эпохи к эпохе, но их совместное распределение ограничивается определенной областью эллипсоидальной формы, которая имеет четко выраженную индивидуальную конфигурацию. Ориентация этой области отражает преимущественный тип вариабельности ЭЭГ испытуемых (пространственный, временной или смешанный) в момент проведения исследования. Статистические характеристики этого распределения позволяют судить о степени интеграции/дезинтеграции системной деятельности мозга в различных жизненных ситуациях, а также выступать в качестве маркеров устойчивости функционального состояния мозга человека к предстоящим стрессовым нагрузкам, например, неблагоприятному воздействию окружающей среды, в частности, воздействию гипоксии или психологическому (когнитивному) напряжению. Данные маркеры могут быть использованы для оценки допустимого уровня и продолжительности стрессовых нагрузок в конкретный момент времени.

*Работа поддержана госзадаaniem ИЭФБ РАН на 2018-2020 гг. № AAAA-A18-118012290373-7*

## **SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF MULTICHANNEL EEG BASED ON MULTIVARIATE STRUCTURE FUNCTION OF THE FIRST ORDER**

**Trifonov Mikhail I., Rozhkov Vladimir P., Soroko Svyatoslav I.**

Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry of the Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia; [mtrifonov@mail.ru](mailto:mtrifonov@mail.ru)

Despite the widespread use of electroencephalography (EEG) in the monitoring of the functional state of the central nervous system, we are still not able to pick up a full range of information provided by this method. The problem is the spatial-temporal EEG organization as a whole is generally analyzed separately. A very popular spatial cross-correlation measure of the relationship between temporal EEG samples at different scalp locations does not depend on how these samples are organized in time, while a spectral EEG analysis is in principle spatially local and additional efforts are needed to transform local spectral information into a complete picture of spatial-temporal EEG organization. We suggest removing, at least in part, the limitation of separate spatial and temporal analysis of multichannel EEG by using its multivariate structure function of the first order (SF). Our approach allows us to analyze brain bioelectrical activity in terms of its normalized integral parameters characterizing temporal ( $0 \leq pT \leq 1$ ) and spatial (correlation) ( $0 \leq pS \leq 1$ ) regularity within a given epoch of analysis. The hypothetical limit values  $pS = pT = 0$ , and  $pS = pT = 1$  correspond to either completely determined or absolutely random spatiotemporal organization of EEG process. It was found that these parameters, being random, are varying from an epoch to epoch, but their joint distribution is limited to a specific oval area having a distinct individual configuration with main axis orientation reflecting the type of subject's EEG variability (spatial, temporal or mixed) at the time of the experiment. Statistical characteristics of this distribution provide us an information about the integration/disintegration of the systemic activity of the brain at various life stages, and also serve as markers of human brain functional state stability for upcoming stress loads, for instance, for extreme environmental conditions like as hypoxia influence, or psychological (cognitive) stress. These markers can be used for the evaluation of limit level and duration of stress loads at a given moment.

*This work was supported by state budget funding in 2018-2020 № AAAA-A18-118012290373-7*

## ЛОНГИТУДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВНУТРИИНДИВИДУАЛЬНОЙ ВАРИАТИВНОСТИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУРНОЙ ФУНКЦИИ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ЭЭГ

Трифонов М.И., Панасевич Е.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург, Россия; [mttrifonov@mail.ru](mailto:mttrifonov@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1288.sudak.ns2020-16/459>

Анализ стабильности (внутрииндивидуальной вариативности) отдельных параметров ЭЭГ в разных зонах регистрации привлекает в настоящее время повышенное внимание различных специалистов, занимающихся обеспечением мониторинга за функциональным состоянием мозга человека. Своевременное и достоверное выявление изменения этого состояния невозможно без знания о том, в каких пределах варьируют параметры, оцениваемые на основе ЭЭГ, в зависимости от того, или иного состояния человека. Несмотря на давнюю историю изучения внутрииндивидуальной изменчивости параметров, описывающих ЭЭГ, исследователи так еще и не пришли к единому мнению относительно того, насколько значима эта изменчивость для отдельного человека. В настоящей работе представлены результаты годичного исследования динамики изменения двух нормированных интегральных параметров биоэлектрической активности мозга одного испытуемого, характеризующих меру ее временной ( $0 \leq pT \leq 1$ ) и пространственной (корреляционной) ( $0 \leq pS \leq 1$ ) упорядоченности в пределах 4-х секундной эпохи анализа. Регистрация ЭЭГ проводилась на 24-канальном компьютерном электроэнцефалографе с полосой пропускания – 0.5–30 Гц, частотой дискретизации 185 Гц, и применением 20 монополярных отведений. В начале и конце регистрации, а также между выполнениями заданий испытуемый не менее 2-х минут находился в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами. К числу заданий относилась медитация, длившаяся не менее 12-ти минут, обратный счет (последовательное вычитание заданного двухзначного числа из заданного четырехзначного числа) и вербальный тест (мысленный подбор существительных, начинающихся на заданную экспериментатором букву, сравнительно редко встречающуюся в начале слова (ф, ц, ч, х и т.п.)). Помимо этого, ЭЭГ регистрировалась и в состоянии спокойного бодрствования с открытыми глазами. Анализ полученных результатов показал, что диаграмма рассеяния точек ( $pT$ ,  $pS$ ) имеет ярко выраженную эллиптическую структуру, геометрические характеристики которой (центр эллипса, его ориентация и размеры главных осей) изменяются от регистрации к регистрации и от состояния к состоянию. Выявлено, что средние значения величин ( $pT$ ,  $pS$ ) лежат на конфокальных эллипсах, которые могут быть использованы в качестве характеристики взаимосвязи между пространственной и временной упорядоченностью биоэлектрической активности мозга. Предложено использовать систему таких эллипсов для описания внутрииндивидуальной вариативности параметров  $pT$  и  $pS$ . Работа поддержана госзаданием ИЭФБ РАН на 2018-2020 гг. № AAAA-A18-118012290373-7

## LONGITUDINAL RESEARCH OF INTRA-INDIVIDUAL VARIABILITY OF INTEGRAL PARAMETERS OF STRUCTURE FUNCTION OF MULTICHANNEL EEG

Trifonov Mikhail I., Panasevich Ekaterina A.

Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry of the Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia; [mttrifonov@mail.ru](mailto:mttrifonov@mail.ru)

The stability of various individual EEG measures over time (from trial to trial) and across tasks (EEG intra-individual variability) at specific scalp locations is now attracting increasing interest from neuroscientists and clinicians studying and monitoring human brain functional state. But, early and reliable identification of its changes is impossible without the knowledge about how the EEG based parameters are varying in dependence on human state being. Despite a long history of experimental research of intra-individual variability of these parameters, the scientists had still not agreed on how this variability is relevant to a concrete person. Here, we provide the results of one-year dynamic investigations of two normalized integral parameters of brain bioelectrical activity in man, which characterize its temporal ( $0 \leq pT \leq 1$ ) and spatial (correlational) ( $0 \leq pS \leq 1$ ) regularity within a consecutive artifact-free 4-second epoch of EEG records. We used 24-channel computer-aided electroencephalograph with monopolar 20 channels in the 0.5–30.0 Hz frequency range with the sampling frequency of 185 Hz. At the beginning and at end of the experiment, and between performance several tests, resting eyes-closed EEGs records lasting about 2 minutes were made. The list of tests includes meditation, lasting at least 12 minutes and consisting of 6 different mental states, countdown test (consecutive subtraction a given 2 digit number from a given 4 digit number), and verbal test (mental selection of nouns, starting with a given letter relatively rare occurring as the first letter in Russian word (ф, ц, ч, х, etc.)). Also, resting eyes-open EEGs were recorded. It was found the scatter plot of ( $pT$ ,  $pS$ ) to appear as clearly expressed an oval shape in which geometrical characteristics (center of an ellipse, its orientation, and length of axes) are varying from trial to trial and from state to state of the subject. It is revealed, that mean values of ( $pT$ ,  $pS$ ) lie on a set of confocal ellipses, which can be used as a measure of the relationship between spatial and temporal regularity of brain bioelectrical activity in human. We suggest using such a set of ellipses to characterize the intra-individual variability of integral EEG parameters  $pT$  and  $pS$ .

*This work was supported by state budget funding in 2018-2020 № AAAA-A18-118012290373-7*

## ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ К ОБУЧЕНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИМУЛЯЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Тромбчински П.К., Исурина Г.Л., Грандильевская И.В., Тарарыкова В.О.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; [p.trombchinski@spbu.ru](mailto:p.trombchinski@spbu.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1289.sudak.ns2020-16/460-461>

Развитие новых медицинских технологий предполагает серьезные изменения в процессе обучения нового поколения врачей, которые вынуждены подстраиваться под современные реалии трудовой деятельности.

Симуляционные технологии представляют собой имитацию профессиональной деятельности по определенному алгоритму, что способствует более успешному освоению различных умений, навыков, медицинских манипуляций и вмешательств. Обучение с помощью симуляционных технологий имеет множество преимуществ: объективная регистрация и оценка выполняемых медицинских манипуляций, воспроизведение клинических условий, отработка каждого навыка многократно, возможность совершения ошибки без последствий для пациента, профессиональное развитие и совершенствование и ряд других. При этом, симуляционное обучение имеет и ряд недостатков, в качестве которых чаще всего указывают высокую стоимость высокотехнологичных тренажеров и их обслуживания, а также возникающие у обучающихся психологические барьеры. Однако психологическое содержание этих барьеров практически не анализируется и не изучается.

Для более глубокого исследования данной проблематики в рамках межфакультетского сотрудничества на базе Симуляционного центра СПбГУ междисциплинарной командой был разработан проект комплексного динамического исследования. С помощью клинико-психологических, социально-психологических и психометрических методов планируется выявить психологические факторы дезадаптации и проследить их изменения в процессе обучения, а также взаимосвязь успешности обучения с изученными характеристиками.

На первом этапе с помощью метода фокусных групп было выделенных четыре основных тематических блока стрессогенных факторов: Симуляционная реальность, Особенности процесса обучения, Особенности программы обучения и Организация работы центра.

В группу Симуляционной реальности вошли психические феномены, с точки зрения студентов присущие обучению с использованием высокотехнологичных тренажеров (ВТТ): отсутствие ответственности при взаимодействии с тренажером (восприятие как игры); отсутствие ощущения реальности (ощущения, что он оказывает кому-то реальную помощь, в частности, несовпадение некоторых последовательностей действий с реальной практикой); непривычный жесткий характер обратной связи на допускаемые студентом ошибки; страх испортить дорогостоящее оборудование.

Анализ блока Особенности процесса обучения показал, что значительное место занимают два взаимосвязанных феномена: большие ожидания со стороны преподавателей и необходимость признавать студентами свои пробелы знаний. Кроме того, были выявлены такие факторы как стиль преподавания без ориентации на новый формат обучения и специфика проведения экзамена (процедура, критерии оценивания). К группе Организация работы центра были отнесены такие факторы как отсутствие постоянного свободного доступа к тренажерам, ограниченное использование функций тренажеров, недостаток информации о Симуляционном центре (его оснащении и возможностях) и нехватка данного цикла обучения на более ранних курсах.

В рамках блока Особенности программы были выделены отсутствие подготовки к коммуникации с реальным пациентом, перегруженность протоколов действий и ориентированность курса на сдачу экзамена. Первый фактор вызывает тревогу и сомнение студентов в собственной коммуникативной компетентности в условиях работы с реальными пациентами; второй заключается в усложненности и формальности протоколов. Различия между унифицированным чек-листом и имеющимся у студентов опытом, полученным в условиях реальной больницы, связаны с фактором отсутствия ощущения реальности; третий отражает ориентацию на сдачу экзамена и желание обучающихся отработать более широкий спектр ситуаций. Следствием перечисленного является невысокая оценка студентами актуальности и ценности такого обучения для дальнейшей практики.

На основании представленного материала можно говорить о наличии ряда психологических проблем, возникающих в процессе обучения с использованием ВТТ и оказывающих влияние на адаптацию студентов.

В практическом плане результаты исследования позволяют разработать методологические подходы к разработке программы психологического сопровождения студентов, обучающихся на базе симуляционного центра. Планируется апробировать в ходе исследования краткую версию Опросника невротической личности (полная версия разработана и валидизирована при поддержке гранта РФФИ), которая может использоваться при диагностике индивидуально-психологических особенностей, взаимосвязанных с дезадаптацией у студентов.

## PSYCHOLOGICAL ADAPTATION OF MEDICAL STUDENTS TO STUDY WITH USING SIMULATION TECHNOLOGY

Trabczynski Piotr K, Isurina Galina L., Grandilevskaya Irina V., Tararykova Valerya O.

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, [p.trombchinski@spbu.ru](mailto:p.trombchinski@spbu.ru)

The development of new medical technologies involves serious changes in the process of training a new generation of doctors who are forced to adapt to the modern realities of work.

Simulation technology is a simulation of professional activity of a specific algorithm, which contributes to the successful development of a variety of skills, experience, medical procedures and interventions. Learning with simulation technology has many advantages: objective registration and assessment of medical procedures



performed, reproduction of clinical conditions, practicing each skill many times, the possibility of making a mistake without consequences for the patient, professional development and improvement and other. In this case, the simulation training has a drawback, as most frequently point to the high cost of high-tech exercise equipment and service, as well as to students' psychological barriers. However, the psychological content of these barriers is practically not analyzed and not studied.

For a more in-depth study of this issue in the framework of inter-faculty cooperation, a comprehensive dynamic research project was developed by the multidisciplinary team at the SPbU Simulation Center. It is planned to identify the psychological factors of maladaptation and to trace their changes in the learning process, as well as the relationship of the success of training with the studied characteristics using clinical, psychological, socio-psychological and psychometric methods.

At the first stage, using the focus group method, four main thematic blocks of stress factors were identified: Simulated reality, Features of the learning process, Features of the training program and Organization of the center.

The group of Simulated reality includes psychic phenomena that, in terms of students, are inherent to learning using high-tech simulators (HTS): lack of responsibility when interacting with the simulator (perception as a game); the lack of a sense of reality (the feeling that he is providing real help to someone, in particular, the mismatch of some sequences of actions with real practice); unusual harsh nature of feedback on student errors; unusual harsh nature of feedback on student mistake; fear of spoiling expensive equipment.

The analysis of the block Features of the learning process showed that a significant place is occupied by two interconnected phenomena: high expectations from teachers and the need for students to recognize their knowledge gaps. In addition, factors such as a teaching style without a focus on a new training format and the specifics of the exam (procedure, assessment criteria) were identified. The Organization of the center's work included such factors as the lack of constant free access to simulators, the limited use of simulator functions, the lack of information about the Simulation Center (its equipment and capabilities), and the lack of this training cycle at earlier courses.

As part of the unit, Features were identified lack of training to communicate with a real patient, congestion action and orientation course exam protocols. The first factor causes anxiety and doubt among students about their own communicative competence in working with real patients; the second is the complexity and formality of the protocols. The differences between the unified checklist and the students' experience gained in a real hospital are related to the lack of a sense of reality; the third reflects the orientation toward passing the exam and the desire of students to work out a wider range of situations. The consequence of the above is a low assessment by students of the relevance and value of such training for further practice.

Based on the presented material, we can talk about the presence of a variety of psychological problems that arise in the learning process using HTS and affecting the adaptation of students.

In practical terms, the results of the study will allow us to develop methodological approaches to developing a program of psychological support for students studying in a simulation center. It is planned to test a brief version of the Neurotic Personality Questionnaire KON-2006 during the study (the full version was developed and validated with the support of the RFBR grant), which can be used to diagnose individual psychological characteristics that are interconnected with maladaptation in students.

#### **АНАЛИЗ ПЕРЕСТРОЙКИ НЕЙРОГЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ ГЕМОДИНАМИКИ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕРАПИИ ОСТРОЙ КРОВОПОТЕРИ**

**Тумановский Ю.М.<sup>1</sup>, Макеева А.В.<sup>1</sup>, Болотских В.И.<sup>1</sup>, Гребенникова И.В.<sup>1</sup>,  
Остроухова О.Н.<sup>1</sup>, Савина Г.Ю.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н.Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Воронеж, Россия; <sup>2</sup> Автономное учреждение здравоохранения, Воронежский областной консультативно-диагностический центр; Воронеж, Россия; [tumanovskiy@mail.ru](mailto:tumanovskiy@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1290.sudak.ns2020-16/461-462>

У 15 собак при моделировании геморрагического шока (АД – 50/40 мм рт.ст) изучены нейрогенные механизмы регуляции гемодинамики, которые оценивали по электроактивности сердечных волокон левого блуждающего нерва (БЭА<sub>в</sub>) и чревного нерва (БЭА<sub>чр</sub>) и динамики основных показателей кровообращения (ОЦК – объем циркулирующей крови, СИ – сердечный индекс, ИУРЛЖ – индекс ударной работы левого желудочка, ДП – «двойное произведение», отражающее потребление миокардом кислорода, УПСС – удельное периферическое сосудистое сопротивление) с последующим проведением комплексной терапии (гипербарическая оксигенация (ГБО) + внутриартериальная трансфузия смеси аутокрови и физиологического раствора хлорида натрия).

На 30-й мин. шока все исследуемые показатели гемодинамики снижались ( $p < 0,05$ ), развивалась умеренная тахикардия. БЭА<sub>чр</sub> характеризовалась возрастанием частоты импульсации ( $p < 0,05$ ) за счет высоковольтных биопотенциалов. Регистрация БЭА<sub>в</sub> выявила уменьшение электроактивности за счет снижения частоты низковольтных биопотенциалов ( $p < 0,05$ ). В условиях ГБО (300 кПа О<sub>2</sub> – 60 мин) АД возрастало до 75/68 мм рт. ст., а после декомпрессии оно стало равным 68/60 мм рт. ст, в связи с чем была проведена внутриартериальная трансфузия.

Трансфузионная терапия способствовала нормализации ОЦК, УПСС, ДП. АД стало равным 80/72 мм рт. ст. Происходило увеличение ИУРЛЖ относительно 30-й мин шока ( $p < 0,05$ ). БЭА<sub>чр</sub> характеризовалась возрастанием амплитуды и частоты импульсов, что обусловлено повышением функциональной активности рецепторных зон сердечно-сосудистой системы при использовании ГБО. На нейтрограмме БЭА<sub>в</sub> сохранялась низкоамплитудная импульсация. На 60-й мин после окончания лечения восстановление фоновой активности БЭА<sub>чр</sub> и БЭА<sub>в</sub> сопровождалось нормализацией показателя ДП.



Результаты исследования позволяют считать, что проведение комплексной терапии острой кровопотери оказывает положительный эффект на рефлекторные механизмы регуляции периферического кровообращения (ОЦК, УПСС). Нормализация ДП и увеличение ИУРЛЖ свидетельствуют о важной роли ГБО в восстановлении рефлекторных механизмов регуляции центральной гемодинамики.

#### **ANALYSIS OF THE RESTRUCTION OF NEUROGENIC MECHANISMS OF REGULATION OF HEMODYNAMICS IN COMPLEX THERAPY OF ACUTE BLOOD LOSS**

**Tumanovsky Yuri M.<sup>1</sup>, Makeeva Anna V.<sup>1</sup>, Bolotskikh Vladimir I.<sup>1</sup>, Grebennikova Irina V.<sup>1</sup>, Ostroukhova Oksana N.<sup>1</sup>, Savina Galina Yu.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State Medical University named after NN Burdenko" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Voronezh, Russia; <sup>2</sup>Autonomous Healthcare Institution, Voronezh Regional Consultative and Diagnostic Center; Voronezh, Russia;  
[tumanovskij@mail.ru](mailto:tumanovskij@mail.ru)

In 15 dogs, when modeling hemorrhagic shock (blood pressure - 50/40 mm Hg), the neurogenic mechanisms of hemodynamic regulation were studied, which were evaluated by the electroactivity of the cardiac fibers of the left vagus nerve (BEA<sub>v</sub>) and celiac nerve (BEA<sub>c</sub>) and the dynamics of the main indicators of blood circulation (CBV - circulating blood volume, CI - cardiac index, LVSI - left ventricular shock work index, DP - "double product", reflecting oxygen consumption by the myocardium, SPVR - specific peripheral vascular resistance) followed by complex therapy (hyperbaric oxygenation (HBO) + intraarterial transfusion of a mixture of autoblood and physiological solution of sodium chloride).

On the 30th min. of shock, all studied hemodynamic parameters decreased ( $p < 0.05$ ), moderate tachycardia developed. BEA<sub>c</sub> was characterized by an increase in the pulse frequency ( $p < 0.05$ ) due to high voltage biopotentials. Registration of BEA<sub>v</sub> revealed a decrease in electroactivity due to a decrease in the frequency of low-voltage biopotentials ( $p < 0.05$ ). Under HBO conditions (300 kPa O<sub>2</sub> - 60 min), blood pressure increased to 75/68 mm Hg. and after decompression, it became equal to 68/60 mm Hg, in connection with which an intra-arterial transfusion was performed.

Transfusion therapy contributed to the normalization of CBV, SPVR, DP. Blood pressure became equal to 80/72 mm Hg. There was an increase in LVSI relative to the 30th minute of shock ( $p < 0.05$ ). BEA<sub>c</sub> was characterized by an increase in the amplitude and frequency of pulses, which is due to an increase in the functional activity of the receptor zones of the cardiovascular system when using HBO. At the BEA<sub>v</sub> neurogram, low-amplitude pulsation was maintained. At the 60th minute after the end of treatment the restoration of the background activity of BEA<sub>c</sub> and BEA<sub>v</sub> was accompanied by a normalization of the DP index.

The results of the study suggest that the combination therapy of acute blood loss has a positive effect on the reflex mechanisms of peripheral blood circulation regulation (CBV, SPVR). Normalization of DP and an increase in LVSI indicate the important role of HBO in the restoration of reflex mechanisms of regulation of central hemodynamics.

#### **МЕХАНИЗМЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ ВОЗБУЖДАЮЩЕЙ НЕЙРОТРАНСМИССИИ В НЕЙРОНАХ КОРЫ МОЗГА С МУТАЦИЕЙ ТРАНСКРИПЦИОННОГО ФАКТОРА SIP1. ЗАЩИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ЦИТОКИНА - ИНТЕРЛЕЙКИНА-10.**

**Туровская М.В., Туровский Е.А.**

<sup>1</sup>Институт биофизики клетки Российской академии наук - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Пущинский научный центр биологических исследований Российской академии наук»

Нарушения экспрессии транскрипционного фактора Sip1 в коре головного мозга играет главную роль в формировании синдрома Мовата-Вильсона, болезни Гиршпрунга и других нейродегенеративных заболеваний. Кроме этого, существуют убедительные доказательства того, что мутации Sip1 могут и не сопровождаться развитием этих болезней, но на физиологическом уровне происходит нарушение нейрогенеза, задержка развития моторных навыков и повышение риска эпилепсии. Колебания концентрации внутриклеточного кальция ( $[Ca^{2+}]_i$ ) в нейронах регулируют комплекс функций – их дифференцировку, формирование сети, нейропластичность и др. Однако,  $Ca^{2+}$ -осцилляции могут быть проявлением начала эксайтотоксических процессов, синдрома гипервозбуждения и эпилептогенеза. С помощью кальциевого нейромиметического показано, что нейроны коры мозга, полученные из гомозиготных мышей с мутацией Sip1 (Sip1<sup>fl/fl</sup>) характеризуются подавленной нейротрансмиссией по сравнению с нейронами мышей дикого типа. В безмагнетной среде или при ингибировании ГАМК-рецепторов бикакулином, в минорных популяциях Sip1<sup>fl/fl</sup>-нейронов наблюдаются одиночные  $Ca^{2+}$  импульсы, либо непродолжительные  $Ca^{2+}$ -осцилляции, тогда как большинство нейронов не реагирует на эти стимулы. При этом для Sip1<sup>fl/fl</sup>-нейронов характерен низкий уровень экспрессии генов, кодирующих субъединицы возбуждающих NMDA- и AMPA-рецепторов (в меньшей степени каинатных рецепторов), киназ – PKC, CaMKII, Hif1 $\alpha$  и JNK, что приводит к сигнальной недостаточности. Культивирование Sip1<sup>fl/fl</sup>-нейронов в присутствии противовоспалительного цитокина, интерлейкина-10 частично восстанавливает уровень экспрессии этих генов (за исключением PKC), что приводит к росту амплитуд  $Ca^{2+}$ -сигналов на добавление селективных агонистов NMDA-, AMPA- и KA-рецепторов, а также увеличению процента сетевых нейронов с  $Ca^{2+}$ -осцилляциями в безмагнетной среде и в присутствии бикакулина. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ – МК-677.2019.4.

**DISTURBANCE MECHANISMS OF EXCITING NEUROTRANSMISSION IN THE CORTICAL NEURONS WITH  
MUTATION OF THE TRANSCRIPTION FACTOR SIP1. PROTECTIVE EFFECTS  
OF ANTI-INFLAMMATORY CYTOKINE - INTERLEUKIN-10.**

**Turovskaya Maria V., Turovsky Egor A.**

<sup>1</sup>Institute of Cell Biophysics of Federal research center "Pushchino scientific center for biological research of the Russian Academy of Sciences"

Impaired expression of the transcription factor Sip1 in the cerebral cortex plays a major role in the formation of Mowat-Wilson syndrome, Hirschsprung's disease, and other neurodegenerative diseases. In addition, there is convincing evidence that Sip1 mutations may not be accompanied by the development of these diseases, but at the physiological level there is a impaired of neurogenesis, a delay in the development of motor skills and an increased risk of epilepsy. Changes of intracellular calcium concentration ( $[Ca^{2+}]_i$ ) in neurons regulate the complex of functions – their differentiation, network formation, neuroplasticity, etc. However,  $Ca^{2+}$  oscillations can be a symptom of the excitotoxic processes, hyperexcitation syndrome and epileptogenesis. Using calcium neuroimaging, it was shown that cortical neurons obtained from homozygous mice with the Sip1 mutation (Sip1<sup>fl/fl</sup>) are characterized by suppressed neurotransmission compared to neurons of wild-type mice. In a magnesium-free medium or upon inhibition of GABA<sub>A</sub> receptors by bicuculline, single  $Ca^{2+}$ -pulses or short  $Ca^{2+}$ -oscillations are observed in minor populations of Sip1<sup>fl/fl</sup>-neurons, while most neurons do not respond to these stimuli. Moreover, Sip1<sup>fl/fl</sup> neurons are characterized by a low level of expression of genes encoding subunits of excitatory NMDA- and AMPA-receptors (to a lesser extent kainate receptors), kinases PKC, CaMKII, Hif1 $\alpha$ , and JNK, which leads to signal deficiency. Cultivation of Sip1<sup>fl/fl</sup>-neurons in the presence of the anti-inflammatory cytokine, interleukin-10 partially restores the expression level of these genes (except PKC), which leads to an increase in the amplitudes of  $Ca^{2+}$ -signals for the addition of selective agonists of NMDA-, AMPA-, and KA-receptors, as well as an increase in the percentage of network neurons with  $Ca^{2+}$ -oscillations in a magnesium-free medium and in the presence of bicuculline. *The work was supported by the grant of the President of the Russian Federation – MK-677.2019.4.*

**ОВЕРЭКСПРЕССИЯ BDNF АКТИВИРУЕТ МЕХАНИЗМЫ ГИПОКСИЧЕСКОГО  
ПРЕКОНДИЦИОНИРОВАНИЯ В ПОПУЛЯЦИИ ГАМКЕРГИЧЕСКИХ НЕЙРОНОВ ГИППОКАМПА И  
ЗАЩИЩАЕТ ИХ ОТ ГИБЕЛИ ВО ВРЕМЯ ИШЕМИИ IN VITRO.**

**Туровский Е.А.<sup>1</sup>, Туровская М.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт биофизики клетки Российской академии наук - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Пущинский научный центр биологических исследований Российской академии наук»

Известно, что гипоксия приводит к подавлению синаптической пластичности, вызывает гипервозбуждение нейронных сетей и приводит к гибели определенных популяций нейронов. При этом кратковременные эпизоды гипоксии способствуют адаптации клеток к гипоксии через активацию феномена нейропластичности, получившего название – гипоксическое preconditioning. Гипоксическое preconditioning хорошо проявляется в глутаматергических и отсутствует в ГАМКергических нейронах (Turovsky et al., 2013). Оверэкспрессия нейротрофического фактора мозга BDNF, достигаемая с помощью селективной трансдукции нейронов аденоассоциированным вектором, несущим последовательность гена BDNF ((AAV)-Syn-BDNF-EGFP), усиливает preconditioning эффект кратковременных эпизодов гипоксии в глутаматергических нейронах. При этом в ГАМКергических нейронах оверэкспрессия BDNF вызывает появление феномена гипоксического preconditioning, что выражается в подавлении амплитуд  $Ca^{2+}$ -ответов ГАМКергических нейронов на активаторы NMDA и AMPA-рецепторов после эпизодов гипоксии, чего никогда не происходило в контрольных экспериментах. Защитное действие BDNF связано с усилением экспрессии антиапоптотических и противовоспалительных генов – Stat3, Socs3, Bcl-xl, IL-10, IL-6, на фоне снижения экспрессии повреждающих генов – Bax, Casp-3, Fas, Il1b, Tnfa. При этом клеточный knockdown BDNF приводит к отмене preconditioning в глутаматергических и ГАМКергических нейронах, а также способствует активации процессов некроза и апоптоза. Защитное действие оверэкспрессии BDNF также отменялось при ингибировании механизмов везикулярной секреции с помощью бафиломицина A1, брефелдина А или столбнячного токсина, что указывает на значительный вклад везикулярной секреции BDNF в развитие механизмов гипоксического preconditioning. *Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ – MK-677.2019.4 и РФФИ № 20-04-00053.*

**BDNF OVEREXPRESSION ACTIVATES MECHANISMS OF HYPOXIC PRECONDITIONING IN THE  
POPULATION OF HIPPOCAMPAL GABAergic NEURONS AND PROTECTS THEM FROM CELL DEATH  
DURING ISCHEMIA IN VITRO.**

**Turovsky Egor A.<sup>1</sup>, Turovskaya Maria V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Cell Biophysics of Federal research center "Pushchino scientific center for biological research of the Russian Academy of Sciences"

Hypoxia causes depression of synaptic plasticity, hyperexcitation of neuronal networks, and death of specific populations of neurons. However, short-term episodes of hypoxia can promote the adaptation of cells. The hypoxic preconditioning is well manifested in glutamatergic neurons, while this adaptive mechanism is virtually suppressed in GABAergic neurons. BDNF overexpression in neurons enhances the preconditioning effect of short-term episodes of hypoxia. Amplitudes of NMDAR- and AMPAR-mediated  $Ca^{2+}$  responses of glutamatergic, as well as GABAergic neurons, gradually decrease after repetitive short-term hypoxia/reoxygenation cycles in cell cultures transduced with (AAV)-Syn-BDNF-EGFP virus construct. In contrast, amplitudes of the responses of GABAergic neurons increase in the non-transduced cell cultures after the preconditioning. The decrease of the amplitudes in the case of GABAergic neurons indicates the activation of mechanisms of hypoxic preconditioning.

The preconditioning promotes the suppression of apoptotic or necrotic cell death. The effect is most pronounced in the cell cultures with BDNF overexpression. The knockdown of BDNF abolishes the effect of preconditioning and promotes the death of GABAergic neurons. Moreover, the expression of anti-apoptotic genes such as Stat3, Socs3, Bcl-xl substantially increased 24 hours after episodes of hypoxia in the transduced cell cultures compared to control (non-transduced). The expression of genes encoding pro-inflammatory cytokines IL-10 and IL-6 also increased. In turn, the expression of pro-apoptotic (Bax, Casp-3, Fas) and pro-inflammatory (IL1b and Tnfa) genes decreased after episodes of hypoxia in cell cultures with BDNF overexpression. Inhibition of vesicular BDNF release abolished its protective action targeting to inhibition of ischemia-induced  $[Ca^{2+}]_i$  increase in GABAergic neurons and glutamatergic neurons, thus promoting their death. Bafilomycin A1, Brefeldin A, and tetanus toxin suppress vesicular release (including BDNF) and shift gene expression profile to excitotoxicity, inflammatory and apoptosis. These inhibitors of vesicular release abolished the protective effects of hypoxic preconditioning, which were detected in glutamatergic neurons 24 hours after the hypoxia/reoxygenation cycles. This fact indicates the significant contribution of vesicular BDNF release to the development of the mechanisms of hypoxic preconditioning.

*The work was supported by the grant of the President of the Russian Federation – МК-677.2019.4 and RFBR № 20-04-00053.*

### ИНДУЦИРУЕМЫЕ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОРФИРАЗИНОВ ИММУНОГЕННЫЕ ПУТИ ГИБЕЛИ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК ГОЛОВНОГО МОЗГА

Турубанова В.Д.<sup>1,2</sup>, Ефимова Ю.В.<sup>2,3</sup>, Балалаева И.В.<sup>1</sup>, Мищенко Т.А.<sup>1, 2,3</sup>, Савюк М.О.<sup>1</sup>, Ведунова М.В.<sup>1</sup>  
и Крысько Д.В.<sup>1-3</sup>.

<sup>1</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, Российская Федерация; <sup>2</sup>Лаборатория исследования и терапии гибели клеток (CDIT), кафедра анатомии и регенерации, Гентский университет, Гент, Бельгия; <sup>3</sup>Институт исследований рака, Гент, Гент, Бельгия

<https://doi.org/10.29003/m1291.sudak.ns2020-16/464-465>

Глиомы характеризуются инвазивным ростом и способностью к быстрой пролиферации. Это делает их устойчивыми к современной противораковой терапии. Поэтому, применяя противораковую терапию очень важно выбирать такие способы лечения, которые позволяют активировать адаптивный иммунный ответ на опухоль. Концепция иммуногенной клеточной смерти состоит в том, что умирающие раковые клетки могут испускать DAMPs, которые детектируются антигенпрезентирующими клетками. После антигены опухоли могут быть представлены Т-клеткам иммунной системы, таким образом активируя реакции адаптивного иммунного ответа. Показана высокая эффективность фотодинамической терапии (ФДТ) при лечении опухолей головного мозга.

Целью данной работы является анализ того, способны ли новые фотосенсибилизаторы тетра(арил)терацианпорфиразины индуцировать все характеристики иммуногенной клеточной смерти. Важно последовательно оценить интенсивность отклика компонентов иммунной системы *in vitro* и *in vivo* для подтверждения активации стойкого адаптивного иммунного ответа.

Нами подобраны оптимальные концентрации фотосенсибилизаторов таким образом, что в дозах 20 Дж/см<sup>2</sup> они эффективно индуцируют гибель клеток в линии клеток мышинной глиомы (GL261). Проанализирован тип гибели клеток, вызванный ФДТ на основе данных о локализации порфиразинов в клеточных органеллах и по результатам ингибиторного анализа. В настоящее время мы подтверждаем то, что умирающие / мертвые клетки GL261, индуцированные фотодинамической терапией с применением порфиразинов, эффективно поглощаются дендритными клетками, происходящими из костного мозга, и вызывают их созревание и активацию. Также необходимо проанализировать, может ли иммуногенность клеток глиомы индуцировать защитный противоопухолевый иммунный ответ. *Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 18-15-00279)*

### IMMUNOGENIC PATHWAYS OF CONTROLLED CELL DEATH IN THE TREATMENT OF NEURO- ONCOLOGICAL DISEASES USING PORPHYRAZINES

Turubanova Victoria D.<sup>1,2</sup>, Efimova Iuliia V.<sup>1,3</sup>, Balalaeva Irina V.<sup>1</sup>, Mishchenko Tatiana A.<sup>1</sup>, Savuk Maria O.<sup>1</sup>,  
Vedunova Maria V.<sup>1</sup> and Krysko Dmitri V.<sup>1-3</sup>.

<sup>1</sup>National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation;

<sup>2</sup>Cell Death Investigation and Therapy (CDIT) Laboratory, Department of Human Structure and Repair, Ghent University, Ghent, Belgium; <sup>3</sup>Cancer Research Institute Ghent, Ghent, Belgium

Gliomas are characterized by invasive growth and the ability to rapidly proliferate, and all this makes them resistant to the current anti-cancer therapy. Therefore, when using anti-cancer therapy it is very important to choose such treatment methods that will allow to activate the adaptive immune response to the tumor. The concept of immunogenic cell death is that dying cancer cells can emit DAMPs that are detected by antigen-presenting cells. Dendritic cells can be activated and they can present tumor antigens to the T cells of the immune system, thereby activating the adaptive immune response. Of note that the high efficiency of photodynamic therapy (PDT) in the treatment of brain tumors has been shown.

The aim of this work is to analyze whether new photosensitizers tetra (aryl) teracyanporphyrazines are able to induce all the characteristics of immunogenic cell death. It is important to consistently evaluate and characterize the immune responses induced by immunogenic cell death *in vitro* and *in vivo*.

We selected the optimal concentration of photosensitizers in such a way that at doses of 20 J / cm<sup>2</sup> they effectively induce cell death in the mouse glioma cell line (GL261). The type of cell death caused by PDT was analyzed on the basis of data on the localization of porphyrazines in cellular organelles and according to the results

of an inhibitor analysis. We are currently confirming that dying / dead GL261 cells induced by PDT using porphyrazines are effectively engulfed by bone marrow derived dendritic cells and cause their maturation and activation. We will also analyze whether the immunogenicity of glioma cells can induce a protective antitumor immune response in mice.

*The study was supported by grant from RSF (project No.18-15-00279).*

### **ВЛИЯНИЕ ОПОРНОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА АТРОФИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КАМБАЛОВИДНОЙ МЫШЦЕ КРЫСЫ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛИРУЕМОЙ ГРАВИТАЦИОННОЙ РАЗГРУЗКИ**

**Тыганов С.А., Мочалова Е.П., Белова С.П., Рожков С.В., Калашников В.Е., Туртикова О.В., Мирзоев Т.М., Шенкман Б.С.**

ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия, [sentackle@yandex.ru](mailto:sentackle@yandex.ru)

В данной работе было исследовано влияние опорной стимуляции на атрофические процессы в камбаловидной мышце на фоне антиортостатического вывешивания крыс. Во время моделируемой разгрузки у части животных была проведена механическая стимуляция опорных зон стопы с помощью подвижной платформы, которая прикреплялась к стопе крысы и симулировала ходьбу животного. Давление на стопу составляло 13.9 мН и осуществлялось с помощью воздушного насоса. Для анализа гипотетического механизма, согласно которому эффекты механической стимуляции стопы реализуются через повышение уровня оксида азота в мышце, была введена дополнительная группа животных с введением ингибитора синтазы оксида азота L-NAME. После антиортостатического вывешивания проводился анализ ключевых маркеров синтеза и распада белка с помощью вестерн-блоттинга, иммуногистохимический анализ мышечных волокон. Механические параметры изолированной камбаловидной мышцы оценивались с помощью Aurora Scientific lever arm system 305C-LR. Иммуногистохимическое окрашивание на гликоген показало, что его содержание снижается при воздействии опорной стимуляции на фоне антиортостатического вывешивания, что может свидетельствовать об активности мышцы в ответ на стимуляцию. В проведенном эксперименте наблюдалось достоверное снижение ППС «медленных» волокон на 60% после 7-суток гравитационной разгрузки. Опорная стимуляция частично предотвратила это снижение, и этот процесс зависел от оксида азота. Изменения в ППС «медленных» мышечных волокон отразились на механических параметрах камбаловидной мышцы – в данном эксперименте было зафиксировано снижение максимальной силы тетанического сокращения и пассивной жесткости мышцы после вывешивания. Эти изменения также зависели от опорной стимуляции и содержания оксида азота. С помощью метода SUnSET было определено, что уровень синтеза белка достоверно снизился после 7-суток вывешивания на 63%, а опорная стимуляция практически возвращала его на контрольный уровень. Введение ингибитора NO-синтазы устраняло эффекты опорной стимуляции. При этом, мы не наблюдали достоверного эффекта воздействия опорной стимуляции на маркеры катаболизма: экспрессию убиквитин лигаз (Atrogin-1, MuRF-1), экспрессию убиквитина. Исходя из полученных данных можно сделать выводы, что опорная стимуляция позволяет снизить атрофические процессы в «медленных» волокнах постуральной мышц. Этот процесс зависит от оксида азота и влияет на синтез белка, но не на его распад.

*Работа поддержана грантом РФФИ ОФИ-М № 17-29-01029 и Программой фундаментальных исследований ГНЦ РФ ИМБП РАН 65.3.*

### **AN INFLUENCE OF SUPPORT STIMULATION ON ATROPHIC PROCESSES IN THE RAT SOLEUS MUSCLE UNDER SIMULATED GRAVITATIONAL UNLOADING CONDITION**

**Tyganov Sergey A., Mochalova Ekaterina P., Belova Svetlana P., Rozhkov Sergey V., Kalashnikov Vitalii E., Turtikova Olga V., Mirzoev Timur M., Shenkman Boris S.**

IBMP RAS, Moscow, Russia, [sentackle@yandex.ru](mailto:sentackle@yandex.ru)

In the current work, we investigated an influence of the support stimulation on atrophic processes in the rat soleus muscle under hindlimb suspension condition. During the unloading, the soles of the animals was mechanically stimulated using a movable platform, which was attached to the foot of the rat and simulated the walking of the animal. The pressure was 13.9 mN and carried out using an air pump. To analyze the hypothetical mechanism, according to which the effects of mechanical stimulation are realized through an increase in the level of nitric oxide in the muscle, an additional group of animals with L-NAME (nitric oxide synthase inhibitor) injection was introduced. An analysis key markers of protein synthesis and breakdown and immunohistochemical analysis of muscle fibers was made after hindlimb suspension. The mechanical parameters of the isolated soleus muscle were assessed using the Aurora Scientific lever arm system 305C-LR. Immunohistochemical staining for glycogen showed that its content decreases when exposed to support stimulation under hindlimb suspension, which may indicate muscle activity in response to mechanical stimulation. In the experiment, there was a significant decrease in the CSA of "slow" fibers by 60% after 7-day gravitational unloading. Support stimulation partially prevented this decline, and this process depended on nitric oxide content. Changes in the CSA of "slow" muscle fibers affected the mechanical parameters of the soleus muscle - a decrease in the maximum tetanic contraction force and passive muscle stiffness was recorded. These changes also depended on support stimulation and nitric oxide content. Using the SUnSET method, it was determined that the level of protein synthesis significantly decreased after 7-day suspension by 63%, and the support stimulation almost attenuated this decline. An NO-synthase inhibitor injection eliminated the effects of support stimulation. At the same time, we did not observe a significant effect of support stimulation on the markers of protein catabolism: expression of ubiquitin ligases (Atrogin-1, MuRF-1) or ubiquitin. Based on this data, it can be concluded that support stimulation can reduce atrophic processes in the "slow" fibers of the postural muscles. This process depends on nitric oxide and affects only protein synthesis. *This work was supported by the RFBR grant ОФИ-М No.17-29-01029 and Basic Research Program of the Institute of Biomedical Problems, Russian Academy of Sciences.*



## ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЭГ С ОСОБЕННОСТЯМИ ПРОЯВЛЕНИЯ АУТИСТИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ

Тюшкевич С.А.<sup>1</sup>, Переверзева Д.С.<sup>1</sup>, Мамохина У.А.<sup>1</sup>, Данилина К.К.<sup>1</sup>, Салимова К.Р.<sup>1</sup>,  
Горбачевская Н.Л.<sup>2</sup>

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный психолого-педагогический университет<sup>1</sup>, Москва, Россия; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр психического здоровья<sup>2</sup>, Москва, Россия;  
[tyushkevichsv@yandex.ru](mailto:tyushkevichsv@yandex.ru).

<https://doi.org/10.29003/m1292.sudak.ns2020-16/466>

Расстройства аутистического спектра – это клинически разнородная группа, характеризующая качественными нарушениями в социальном взаимодействии и способах общения, а также ограниченными, стереотипными формами поведения. Представляет значительный интерес выявление связи этих ключевых проявлений аутизма с нейробиологическими маркерами. Это с одной стороны, позволило бы приблизиться к пониманию биологических основ этих нарушений, с другой – использовать полученные показатели для обоснования адресной помощи детям с РАС. Для этого были обследованы 58 детей с установленным клиническим диагнозом «детский аутизм» (средний возраст участников составил 8,6±4,5 года). По данным ADOS-II 54 ребенка были отнесены к диагностической категории «аутизм», четверо – к категории «спектр аутизма», что указывает на однородность исследуемой группы. У 18 детей профиль аутистических нарушений имел выраженную неравномерность (разница в 20 баллов) по вкладу двух шкал – социально-коммуникативные проявления и стереотипное поведение – в общую картину нарушений. Эти две группы достоверно отличались по этим двум шкалам. У всех детей исследовались спектральные характеристики ЭЭГ и их корреляция с баллами по шкале «социальная коммуникация» и по шкале «стереотипное поведение». Сравнение спектральных показателей ЭЭГ с возрастной нормой выявило достоверное увеличение значений спектральной плотности в бета-2 полосе частот во всех зонах коры головного мозга и уменьшение в альфа-полосе частот. В бета-1 полосе частот достоверное увеличение активности было отмечено только для лобно-височных зон коры. Исследование связи спектральных характеристик ЭЭГ с баллом по шкале «коммуникативные нарушения» выявило достоверную положительную связь ( $r=0,552$ ,  $p<0,05$ ) с уровнем бета-2 активности в лобных зонах коры головного мозга. Достоверная отрицательная связь ( $r=-0,575$ ,  $p<0,05$ ) была получена между выраженностью стереотипного поведения и уровнем бета-1 активности в теменных и центральных зонах коры. Т.о. были выявлены биологические маркеры двух ключевых проявлений аутистических расстройств: стереотипного поведения и трудностей социальной коммуникации.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 19-013-00750*

## THE STUDY OF THE RELATIONSHIP OF THE SPECTRAL CHARACTERISTICS OF THE EEG WITH THE FEATURES OF THE MANIFESTATION OF AUTISTIC DISORDERS

Tyushkevich Svetlana A.<sup>1</sup>, Pereverzeva Daria S.<sup>1</sup>, Mamokhina Ulana A.<sup>1</sup>, Danilina Kamilla K.<sup>1</sup>,  
Salimova Ksenia R.<sup>1</sup>, Gorbachevskaya Natalia L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal State Educational Institution of Higher Education Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Federal State Budget Scientific Institution Mental Health Research Center, Moscow, Russia

Autism spectrum disorders are a clinically heterogeneous group that characterizes quality impairments in social interaction and communication methods, as well as limited, stereotyped forms of behavior. It is of considerable interest to identify the relationship of these key manifestations of autism with neurobiological markers. This, on the one hand, would allow us to come closer to understanding the biological basis of these disorders, and on the other hand, use the obtained indicators to justify targeted assistance to children with ASD. For this, 58 children with a clinical diagnosis of "autism" were examined (the average age was  $8.6 \pm 4.5$  years). According to ADOS-II, 54 children were assigned to the diagnostic category "autism", four to the category "spectrum of autism", which indicates the homogeneity of the study group. In 18 children, the profile of autistic disorders had a pronounced unevenness (a difference of 20 points) according to the contribution of two scales — social and communicative manifestations and stereotyped behavior — into the overall picture of the disorders. These two groups differed significantly on these two scales. The spectral characteristics of the EEG and their correlation with scores on the scale of "social communication" and on the scale of "stereotyped behavior" were studied in all children. A comparison of the EEG spectral indices with the same age normative sample revealed a significant increase in the spectral density in the beta-2 frequency band in all areas of the cerebral cortex and a decrease in the alpha frequency band. In the beta -1 frequency band, a significant increase in activity was noted only for the fronto-temporal zones of the cortex. The study of the relationship of the spectral characteristics of the EEG with a score on the "communicative disturbance" scale revealed a reliable positive relationship ( $r = 0.552$ ,  $p < 0.05$ ) between the "social communication" score and the level of beta-2 activity in the frontal zones of the cerebral cortex. A significant negative relationship ( $r = -0.575$ ,  $p < 0.05$ ) was obtained between the severity of stereotyped behavior and the level of beta-1 activity in the parietal and central zones of the cortex. Thus biological markers of two key manifestations of autistic disorders were identified: stereotyped behavior and difficulties in social communication.

*This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research [grant 19-013-00750].*

## ВЛИЯНИЕ СЕЛЕКТИВНОЙ СУПРЕССИИ ТРЕТЬЕЙ СТАДИИ СНА НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ.

Украинцева Ю.В., Левкович К.М., Шилов М.О.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия. [ukraintseva@yandex.ru](mailto:ukraintseva@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1293.sudak.ns2020-16/467>

Сон важен для поддержания нормального уровня умственной работоспособности. Однако остается открытым вопрос о значении для когнитивных функций отдельных фаз и стадий сна и связанных с ними нейроэндокринных процессов. Поэтому мы поставили своей целью изучение влияния подавления самой глубокой 3 стадии сна на когнитивные функции, а также оценку изменений секреции мелатонина и глюкозотолерантности и их эффектов на познавательные процессы.

Во время ночного сна регистрировали полисомнограмму, по ней отслеживали фазы и стадии сна, в экспериментах с подавлением при наступлении 3 стадии подавали звуки до тех пор, пока эта стадия сна не сменялась более поверхностной. Каждый из 24 добровольцев участвовал в двух экспериментах: в основном, с подавлением 3 стадии, и в контрольном, в котором сон не нарушался. В каждом эксперименте вечером и утром давали задания на декларативную и процедурную память, а также оценивали исполнительные когнитивные функции: устойчивость внимания и рабочую память. Вечером, ночью и утром собирали 7 проб слюны. В пробах определяли содержание мелатонина методом тандемной хромато-масс-спектрометрии. Утром проводили глюкозотолерантный тест.

Подавление 3 стадии сна привело к ее сокращению на 55 %, не оказав значимого влияния на общее время ночного сна и его эффективность. В полисомнограмме при этом отмечено снижение мощности дельта-ритма и повышение – альфа1 и сигма-ритмов. После ночи с подавлением глубокого сна выявлено повышение утреннего уровня мелатонина в слюне и снижение глюкозотолерантности. Подавление 3 стадии не оказало негативного влияния на процедурную и декларативную память, однако оно привело к снижению рабочей памяти. Корреляционный анализ показал, что и декларативная и процедурная память отрицательно связаны с мощностью дельта-ритма во время 3 стадии сна но при этом положительно коррелируют с мощностью сигма-веретен. Рабочая память оказалась отрицательно связана с глюкозой крови через 2 часа после сахарной нагрузки.

Итак, полученные результаты указывают на то, что в случае отсутствия снижения эффективности ночного сна и сокращения его длительности, подавление 3 стадии на 55 % не оказывает негативного влияния на память. По-видимому, это может объясняться тем, что на его фоне увеличивается мощность сигма-веретен, которые важны для консолидации памяти. Ухудшение рабочей памяти после подавления глубокого сна может объясняться эффектами повышенного мелатонина, в число которых входит снижение глюкозотолерантности.

*Работа поддержана РФФИ проект № 18-013-01187 А.*

## EFFECTS OF SELECTIVE SLOW-WAVE SLEEP SUPPRESSION ON COGNITIVE FUNCTION.

Ukrainseva Yulia V., Liaukovich Krystsina M., Shilov Mikhail O.

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of the Russian Academy of Science, Russian Federation. [ukraintseva@yandex.ru](mailto:ukraintseva@yandex.ru)

Specific mechanisms of cognitive impairment due to disturbed sleep remain poorly studied. Therefore, the present study aimed to explore the impact of selective slow-wave sleep (SWS) suppression on cognitive function, as well as assessing changes in melatonin secretion and glucose tolerance and their effects on cognition.

Twenty four volunteers participated in two experimental sessions: a session with SWS suppression during one night's sleep and a session with a regular night's sleep (control). SWS suppression was achieved by presenting an acoustic tone with a gradually rising sound intensity until the occurrence in polysomnogram signs of lighter sleep stages. Each session included collecting seven salivary samples. The samples were analyzed by liquid chromatography-tandem mass spectrometry for melatonin. In the evening and in the morning participants completed procedural and declarative memory tasks as well as tasks on attention and working memory. In the morning, an oral glucose tolerance test was performed.

The SWS suppression resulted in a reduction of its overall duration by 55% without essential changes in total sleep time and sleep efficiency. It was accompanied by a decline in delta power and a rise in both alpha1 and sigma (sleep spindles) power. One night of SWS suppression led to an increase in morning melatonin level and a decrease in glucose tolerance. SWS suppression had no significant effects on both procedural and declarative memory retrieval. However, it was followed by impairment in working memory. Both procedural and declarative memory performance was positively correlated with sigma power and negatively – with delta power. Working memory was negatively associated with blood glucose concentration 2 h after glucose intake.

Our findings show that selective SWS suppression by 55% during one night's sleep has no negative impact on the consolidation of declarative or procedural memories. Apparently, this can be explained by the fact that suppression was accompanied by an increase in sleep spindles, which are important for memory consolidation. The decline in working memory could be explained by increased melatonin secretion and its inhibitory effect on insulin release.

*This work was supported by the RFBR grant number 18-013-01187 A.*

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТУЧНЫХ КЛЕТОК И НЕЙРОНОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНЫХ СИСТЕМ

Умарова Б.А.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; [bellaum@mail.ru](mailto:bellaum@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1294.sudak.ns2020-16/468>

Тучные клетки (ТК) широко распространены в слизистых, серозных и кожных тканях позвоночных животных, локализуясь вокруг мелких кровеносных сосудов и нервов. ТК содержат и синтезируют многочисленные медиаторы, включая гистамин, серотонин, гепарин, протеолитические ферменты, нейротрансмиттеры, цитокины и хемокины, которые высвобождаются в ответ на различные стимулы путем дегрануляции (экзоцитоз гранул). Этот процесс является определяющим во взаимодействии ТК с различными типами клеток, включая фибробласты, эндотелиальные, эпителиальные клетки, лимфоциты, макрофаги, нейтрофилы, эозинофилы, нервные клетки. Локализация ТК в структурах ЦНС предполагает, что дисфункция ТК мозга может способствовать развитию многих неврологических, нейродегенеративных и психических расстройств.

В настоящее время имеется убедительные документальные подтверждения прямого взаимодействия ТК с нейронами, как на периферии, так и в ЦНС.

Исследования показали, что вещества, секретируемые ТК, могут проникать в нейроны тремя способами: прямым слиянием мембран гранулы и нейрона; захватом нерастворимых остатков гранул нейроном и непосредственным поступлением растворимых медиаторов ТК из межклеточного пространства в нейрон. Кроме того взаимодействие ТК с нейроном может осуществляться через рецептор-опосредованный механизм действия растворимого медиатора на нервное окончание. Поступление в нейрон продуктов ТК является формой межклеточного взаимодействия, которая называется трансгрануляцией. Захват нерастворимых компонентов гранул является наиболее часто наблюдаемым способом нейронального захвата продуктов ТК.

Новая форма межклеточного взаимодействия между ТК ЦНС и близлежащими нейронами очень важна как для функций ТК, так и для нейронов. Высвобождение медиаторов ТК приводит к увеличению проницаемости сосудов, что влияет на нейрональное микроокружение. Продукты ТК, проникая в нейрон, могут нарушать его функции. Кроме того, проникшие в нейрон медиаторы ТК могут вторично высвобождаться в межклеточное пространство.

Функциональное отношение между ТК и нервами можно рассматривать как высший тип нейроиммунной коммуникации. Более глубокое понимание этого взаимодействия приведет к пониманию того, как иммунная и нервная системы координируют различные аспекты гомеостаза, и сможет предложить средства для терапевтического эффекта, как при иммунных, так и при неврологических расстройствах.

## INTERACTION OF MAST CELLS WITH NEURONS OF THE PERIPHERAL AND CENTRAL NERVOUS SYSTEMS

Umarova Bella A.

Moscow Lomonosov State University, Moscow, Russia, [bellaum@mail.ru](mailto:bellaum@mail.ru)

Mast cells (MC) are widely distributed in the mucous, serous and skin tissues of vertebrates, localized around small blood vessels and nerves. MC contains and synthesizes numerous mediators, including histamine, serotonin, heparin, proteolytic enzymes, neurotransmitters, cytokines, and chemokines, which are released in response to various stimuli by degranulation (exocytosis of granules). This process is crucial in the interaction of MC with various types of cells, including fibroblasts, endothelial, epithelial cells, lymphocytes, macrophages, neutrophils, eosinophils, and nerve cells. Localization of MC in the structures of the Central nervous system suggests that the dysfunction of the brain MC can contribute to the development of many neurological, neurodegenerative and mental disorders.

Currently, there is strong documentary evidence of direct interaction of MC with neurons, both on the periphery and in the Central nervous system.

Studies have shown that substances secreted by MC can enter neurons in three ways: direct fusion of granule and neuron membranes; capture of insoluble granule residues by the neuron and direct entry of soluble MC mediators from the intercellular space into the neuron. In addition, the interaction of MC with a neuron can be carried out through a receptor-mediated mechanism of action of a soluble mediator on the nerve ending. The input of MC products to the neuron is a form of intercellular interaction called transgranulation. Capture of insoluble granule components is the most frequently observed method of neuronal capture of MC products.

The new form of intercellular interaction between MC of the Central nervous system and neighboring neurons is very important for both MC functions and neurons. The release of MC mediators leads to an increase in vascular permeability, which affects the neuronal microenvironment. MC products, penetrating the neuron, can disrupt its functions. In addition, MC mediators that have penetrated the neuron can be released into the intercellular space for a second time.

The functional relationship between the MC and the nerves can be considered as the highest type of neuroimmune communication. A deeper understanding of this interaction will lead to an understanding of how the immune and nervous systems coordinate various aspects of homeostasis, and will be able to offer remedies for therapeutic effects in both immune and neurological disorders.

## **НАДГИПОТАЛАМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ АКТИВНОСТИ ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНО-НАДПОЧЕЧНИКОВОЙ ОСИ**

**Умрюхин А.Е., Шафаревич И.А., Букаев С.О.**

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России  
(Сеченовский Университет), Москва, Россия; [alum1@yandex.ru](mailto:alum1@yandex.ru)

Психоэмоциональный стресс развивается в конфликтных ситуациях, в которых организм лишен возможности достижения необходимого ему результата. Одним из центральных процессов адаптации организма к стрессорным воздействиям является повышение в крови уровня кортизола. Регуляция уровня кортизола в крови определяется иерархическими процессами, в которых роль надгипоталамического регуляторного центра выполняет гиппокамп. Механизмы его действия на паравентрикулярные ядра гипоталамуса включают как глюкокортикоид зависимые пути, так и глюкокортикоид независимые влияния. С помощью метода микродиализа было обнаружено возрастание внеклеточного содержания ГАМК в дорсальном гиппокампе у поведенчески активных крыс линии Вистар во время часовой иммобилизации. На фоне иммунизации активных крыс конъюгатом глутамата с БСА содержание ГАМК не изменялось во время стрессорной нагрузки, однако увеличивалось в пять раз после ее окончания. Увеличение содержания ГАМК после окончания стрессорной нагрузки сопровождалось у иммунизированных крыс снижением содержания кортикостерона в крови. Подавляющее действие повышенного уровня ГАМК в дорсальном гиппокампе на содержание кортикостерона в крови было проверено в экспериментах путём введения в дорсальный гиппокамп KCl, вызывающего увеличение внеклеточного содержания ГАМК. Обнаружено, что прирост содержания ГАМК в дорсальном гиппокампе при локальном введении KCl сопровождается снижением уровня кортикостерона в крови. Таким образом, в основе глюкокортикоид независимого подавляющего влияния дорсального гиппокампа на активность гипоталамо-гипофизарно-надпочечникового механизма может лежать повышение внеклеточного уровня ГАМК в дорсальном гиппокампе.

## **SUPRAPHYPOTHALAMIC HPA AXIS REGULATION MECHANISMS**

**Umryukhin Aleksey E., Shafarevich Igor A., Bukaev Sanal O.**

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia; [alum1@yandex.ru](mailto:alum1@yandex.ru)

Functional systems theory proposed by P.K. Anokhin and further developed by K.V. Sudakov decrypts key factors of multiple cerebral neurochemical alternations by consideration of net effective behavioral result obtained by an organism. Leading factors of emotional stress are conflict situations which arise from inability of necessary result achievement. One of the central adaptive roles under stressful conditions has hypothalamic hypophyseal adrenal (HPA) axis. Hippocampus among other functions also regulates the activity of this neuroendocrine system by its both glucocorticoid dependent and non glucocorticoid dependent mechanisms. Here we report the data of continuous monitoring of hippocampal neurochemical profile by means of microdialysis. We observed the increase of hippocampal GABA concentration during immobilization stress exposure. In rats immunized by glutamate-BSA conjugate increase of GABA concentration was found after the termination of stress exposure. This increase of hippocampal GABA was accompanied by a decrease of blood corticosterone. We further investigated possible causal role of hippocampal GABA in blood corticosterone decrease. Local intrahippocampal delivery of KCl by means of retrodialysis was used to stimulate extracellular GABA concentration in dorsal hippocampus. Local hippocampal GABA stimulation was accompanied by a decrease of blood corticosterone level. We suggest a role for hippocampal GABAergic extracellular transmission as a regulatory factor for hippocampal non glucocorticoid dependent control of HPA axis.

## **РОЛЬ ПАТОЛОГИИ ОЛИГОДЕНДРОЦИТОВ И МИЕЛИНА В НАРУШЕНИИ НЕЙРОННЫХ СВЯЗЕЙ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ**

**Уранова Н.А., Коломеец Н.С., Вихрева О.В.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
Научный центр психического здоровья, Москва, Россия; [uranovan@mail.ru](mailto:uranovan@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1295.sudak.ns2020-16/469-470>

Обоснование. Нейровизуализационные исследования показали нарушения нейронных связей и целостности белого вещества, связанные с когнитивными расстройствами, в лобной коре при шизофрении. Однако структурные основы и механизмы нарушения нейронных связей остаются не известными. Ранее мы обнаружили дефицит олигодендроцитов и кластеров олигодендроцитов в префронтальной коре при шизофрении, что предполагает наличие их клеточной патологии.

Цель исследования. Сравнительный анализ ультраструктуры олигодендроцитов, миелиновых волокон и синапсов при шизофрении с нормальными контрольными случаями.

Метод. Применяли методы электронной микроскопии и морфометрии для оценки ультраструктурных параметров олигодендроцитов, миелиновых волокон и синапсов в поле 10 префронтальной коры аутопсийного мозга в 20 случаях шизофрении и 20 нормальных контрольных случаях.

Результаты. Показаны дистрофические изменения олигодендроцитов при шизофрении по сравнению с контролем. Пропорция (%) патологических миелиновых волокон в виде набухания периаксонального отростка олигодендрита и атрофии внутреннего аксона повышена при шизофрении по сравнению с контролем ( $p < 0.01$ ). При шизофрении найдено достоверное снижение числа митохондрий в олигодендритах, миелиновых волокнах и пресинаптических аксонных терминалях. Средний объём ( $V_n$ ) пресинаптических аксонных терминалей, постсинаптических шипиков и длина постсинаптических мембран в аксо-шипиковых синапсах достоверно снижены при шизофрении по сравнению с контролем.

Заключение. Снижение размеров и эффективности синапсов на шипиках дендритов при шизофрении могут быть связаны с атрофией аксонов, обусловленной нарушенным метаболизмом олигодендроцитов и



повреждением миелиновых волокон. Полученные результаты свидетельствуют о ключевой роли нарушений взаимоотношений олигодендроцитов с миелиновыми волокнами и аксонами в нарушении нейронных связей при шизофрении. Нарушенный метаболизм олигодендроцитов может быть мишенью для новой стратегии терапии шизофрении.

#### **ROLE OF OLIGODENDROCYTE AND MYELIN PATHOLOGY IN NEURONAL DYSCONNECTIVITY IN SCHIZOPHRENIA**

**Uranova Natalya A., Kolomeets Natalya S., Vikhrev Olga V.**

Federal State Budgetary Scientific Institution Mental Health Research Centre, Moscow, Russia; [uranovan@mail.ru](mailto:uranovan@mail.ru)

**Objectives.** Neuroimaging studies provide evidence for neuronal dysconnectivity and the disruption of white matter integrity associated with cognitive impairment in frontal cortex in schizophrenia. However, the structural basis and mechanisms of altered connectivity remain uncertain. Previously we found the deficit of oligodendrocytes and oligodendrocyte clusters in the prefrontal cortex in schizophrenia suggesting cellular pathology of these cells.

**Aim of the study.** To compare the ultrastructure of oligodendrocytes, myelinated fibers and synapses in schizophrenia with healthy controls.

**Methods.** Electron microscopy and morphometry were applied to estimate ultrastructural parameters of oligodendrocytes, myelinated fibers and synapses in postmortem area 10 of the prefrontal cortex in 20 cases of schizophrenia with 20 healthy controls.

**Results.** Dystrophic changes of oligodendrocytes were found in schizophrenia as compared to controls. The proportion (%) of pathological myelinated fibers that showed swelling of periaxonal oligodendrocyte process and atrophy of inner axon was increased in schizophrenia vs. controls ( $p < 0.01$ ). A significant reduction of the number of mitochondria in oligodendrocytes, myelinated fibers and presynaptic axon terminals was found in schizophrenia. The number weighted volume ( $V_n$ ) of presynaptic axon terminals, postsynaptic spines and length density of postsynaptic membranes in axospinous synapses were significantly decreased in schizophrenia.

**Conclusion.** Reduced size and efficacy of axo-spinous synapses in schizophrenia might be associated with axonal atrophy due to altered metabolism of oligodendrocytes and alterations of myelinated fibers. The data obtained provide evidence for crucial role of disturbed oligodendrocyte-myelin-axon relationships in neuronal dysconnectivity in schizophrenia. Altered metabolism of oligodendrocytes may be a target for new therapeutic strategy of schizophrenia.

#### **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ СИСТЕМ У СТУДЕНТОВ РАЗНОЙ ФОРМОЙ ОБУЧЕНИЯ**

**Устоев М.Б., Устоев Б.Р.**

Таджикский национальный университет. Душанбе, Таджикистан, E-mail: [ustoev1954@mail.ru](mailto:ustoev1954@mail.ru),  
[ustoev2016@mail.ru](mailto:ustoev2016@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1296.sudak.ns2020-16/470-471>

В настоящее время недостаточно рассматривается влияние особенности учебного труда студентов на их функциональное состояние и адаптационные резервы. Актуальным также является изменение вегетативных систем студентов, обучающихся при разных формах. Несмотря на то, что в некоторых работах даётся физиологические оценки организма студентов при адаптации к обучению. Что касается кредитной и традиционной формах обучение пока в литературе отсутствуют. Учитывая этого, мы хотели провести серии исследование у студентов разной формой обучение на биологическом и медицинском факультетах нашего вуза.

В исследование участвовали 50 добровольных студентов 25 обучающихся в традиционной и 25 кредитной форме средний возраст студентов составлял  $18,4 \pm 1,5$  год. Для изучения параметров сердечно – сосудистой системы были были приняты кардиодинамическое как частота сердечной сокращения (ЧСС), систолическое артериальное давление (САД) диастолическое артериальное давление (ДАД) пульсовые давление (ПД), минутный объём крови (МОК), дающие объективную характеристику функции кровообращения. Статистическая обработка результатов произведена с использованием методов анализа данных программе Microsoft Excel 2010.

Результаты исследования показали, что изменение вегетативных показателей студентов кредитной и традиционной формы обучения происходит по-разному у студентов, традиционной формы обучения, наблюдается тенденция к усилению деятельности сердечно – сосудистой системы. В то время как у студентов кредитной формы обучения основные вегетативные показатели как сердечно – сосудистой система не приведёт к более отчётливому изменению вегетативных систем. Выявленные закономерности свидетельствуют, а том, что условия обучения студентов сказывается на функциональном состоянии их сердечно – сосудистой системы.

Таким образом вегетативные показатели студентов является весьма чувствительными, лабильными и отражают воздействие на организм многочисленных факторов среды и образа жизни.

#### **FUNCTIONAL CHARACTERISTIC STATE OF VEGETATIVE SYSTEMS IN STUDENTS WITH DIFFERENT LEARNING FORM**

**Ustoev Mirzo B., Ustoev Behzod R.**

Tajik National University. Dushanbe, Tajikistan, E-mail: [ustoev1954@mail.ru](mailto:ustoev1954@mail.ru), [ustoev2016@mail.ru](mailto:ustoev2016@mail.ru)

Currently, the influence of the features of the educational work of students on their functional state and adaptation reserves is not sufficiently considered. Also relevant is the change in the vegetative systems of students teaching in different forms. Despite the fact that some works give physiological assessments of the students' body when adapting to learning. As regards credit and traditional forms of education, I am not yet in the literature. Given

this, we wanted to conduct a series of studies on students with various forms of training at the biological and medical faculties of our university.

The study involved 50 voluntary students 25 students in traditional and 25 credit form, the average age of students was  $18.4 \pm 1.5$  years. To study the parameters of the cardiovascular system, cardio dynamic as heart rate (HR), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), pulse pressure (PD), minute blood volume (IOC), giving an objective characteristic of blood circulation, were taken. Statistical processing of the results was carried out using data analysis methods using Microsoft Excel 2010.

The results of the study showed that changes in the students' vegetative indicators of credit and traditional forms of education occur differently among students of the traditional form of education, and there is a tendency to increase the activity of the cardiovascular system. At the same time, in students of a credit form of study, the basic autonomic indicators as the cardiovascular system will not lead to a more distinct change in the autonomic systems. The revealed patterns testify to the fact that the learning conditions of students affect the functional state of their cardiovascular system.

Thus, the vegetative indicators of students are very sensitive, labile and reflect the impact on the body of numerous environmental factors and lifestyle.

### **ВЛИЯНИЕ ПИРАЦЕТАМА НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ПОЛОВОЗРЕЛЫХ КРЫС И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ ПОСЛЕ ТОТАЛЬНОГО ФРАКЦИОННОГО ГАММА ОБЛУЧЕНИЯ**

**Утина Д.М.<sup>1,2</sup>, Ляхова К.Н.<sup>1</sup>, Колесникова И.А.<sup>1,2</sup>, Северюхин Ю.С.<sup>1,2</sup>, Лалковичова М.<sup>1,3</sup>, Гаевский В. Н.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна, Россия

<sup>2</sup> Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области  
«Университет «Дубна», г. Дубна, Россия,

<sup>3</sup> Институт экспериментальной физики САН, Кошице, Словакия, e-mail: [UtinaD@gmail.com](mailto:UtinaD@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1297.sudak.ns2020-16/471>

Данное исследование было направлено на изучение влияния пирacetama на поведенческие реакции и морфологические изменения в головном мозге половозрелых крыс после тотального фракционного гамма – облучения в суммарной дозе 5 Гр. Прием пирacetama после воздействия ионизирующего излучения привел к появлению неоднозначных тенденций при чередовании рукавов Т-лабиринта.

При анализе поведенческих реакций в тест-системе "Открытое поле" у облученных животных в первые 3 минуты тестирования было выявлено статистически значимое снижение актов замирания.

При анализе нейродегенеративных изменений в головном мозге через 24 часа после окончания фракционного гамма-облучения установлено статистически значимое увеличение числа Fluoro Jade B + клеток. И снижение числа нейродегенеративных изменений при введении инъекций пирacetama. Однако, отсутствие очагов локализации и низкое число выявленных реакций, свидетельствуют о различиях в патогенезе при лучевом поражении и при воздействии иных факторов поражения мозга.

При гематологическом исследовании было выявлено снижение числа лейкоцитов после фракционного гамма облучения. Введение пирacetama при этом, не привело к статистически значимым изменениям.

### **THE EFFECT OF PIRACETAM ON BEHAVIORAL REACTIONS OF ADULT RATS AND MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE BRAIN AFTER THE TOTAL FRACTIONAL GAMMA IRRADIATION**

**Utina Dina M.<sup>1,2</sup>, Lyakhova Kristina N.<sup>1</sup>, Kolesnikova Inna A.<sup>1,2</sup>, Severyukhin Yuri S.<sup>1,2</sup>,  
Lalkovičova Maria<sup>1,3</sup>, Gaevsky Viktor N.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia; <sup>2</sup> Dubna state university, Dubna, Russia

<sup>3</sup> Slovak Academy of Sciences, Institute of Experimental Physics, Košice, Slovakia, e-mail: [UtinaD@gmail.com](mailto:UtinaD@gmail.com)

This research was aimed at examining the effect of piracetam on behavioral reactions and morphological changes in the brain of adult rats after total fractional gamma radiation in a total dose of 5 Gy. The administration of piracetam after exposure to ionizing radiation led to the emergence of ambiguous trends in the alternation of the arms of the T-labyrinth.

When analyzing behavioral reactions in the Open Field test system in irradiated animals, a statistically significant decrease in freezing behavior was detected in the first 3 minutes of testing.

The analyses of neurodegenerative changes in the brain 24 hours after fractional gamma irradiation showed a statistically significant increase in the number of Fluoro Jade B positive cells. Also, a decrease in the number of neurodegenerative changes with the introduction of piracetam injections was observed. However, the absence of localization foci and the low number of detected reactions indicate differences in pathogenesis during radiation injury and the possible occurrence of other brain damaging factors. A hematological examination revealed a decrease in the number of white blood cells after fractional gamma irradiation.

The introduction of piracetam in this case did not lead to statistically significant changes. Piracetam application showed positive behavioral and morphological changes in rodents and might have a neuroprotective effect in brain tissue after gamma irradiation.

## ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ АТТРИБУТОВ ОБРАЗОВ ПЛОСКОСТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Фазлыяхматов М.Г., Нуриева Я.В., Якушев Р.С., Антипов В.Н.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия; mfazlyjy@kpfu.ru

С девятого международного и междисциплинарного конгресса «Нейронаука для медицины и психологии» мы публикуем исследования о способности воспринимать образы плоскостных изображений с эффектами глубины, объема, пространственной перспективы (3D-феномен). Опыт апробации исследований позволяет сделать вывод, что начальные эффекты 3D-феномена выявлены у подавляющего большинства респондентов (выборка около 2000 чел.). Возраст выборки: от учащихся старших классов школы до студентов. Несмотря на то, что на различные направления исследований 3D-феномена получено уже 24 патента (первый патент № 2264299 RU), эксперты по психологии структуры РФФИ утверждают, что нет необходимости углубленного изучения проводимых исследований. Ибо эффект трехмерного восприятия плоскостных изображений давно известен. Полагаем, что такой вывод экспертов основан на восприятии эффектов рельефности. Именно нами были получены результаты выявления рельефности у респондентов упоминаемые выше. Регистрация движения глаз на бинокулярном айтрекере позволяет отделить рельефность от эффектов 3D-феномена. Эффект рельефности – это субъективное мнение о восприятии атрибутов пространства образов плоскостных изображений. Это начальное психологическое восприятие глубины плоскостных изображений. Применение айтрекера приводит к фиксации объективного трехмерного восприятия образов плоскостных изображений. В 2019 году наши исследования заинтересовали ученых из Китая. На двух конференциях в Китае мы показали результаты по восприятию цветовой палитры и пространственной перспективы произведений живописи, экрана монитора телевизора. Опрос проводился среди студентов Казанского федерального университета.

В условиях отсутствия бинокулярного айтрекера для отделения эффектов рельефности от атрибутов 3D-феномен мы используем применение двух сюжетов одного изображения: плоскостное и трехмерное. Для монтажа трехмерного изображения используется технология программного обеспечения комплекса «Вариограф» и цилиндрические пластиковые линзы. Сначала респонденту показывает плоскостную проекцию сюжета. В том случае, если он утверждает о наблюдении рельефности сюжета, то показываем трехмерную растровую проекцию. Если респондент фиксирует, что на двух проекциях глубина одного уровня, то это уже уровень 3D-феномена. Как правило ответы мы получаем ответы, что на растровом изображении глубина в 3 и более раз больше.

## PSYCHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL PECULIARITIES OF SPATIAL ATTRIBUTES PERCEPTION OF PLANAR IMAGES

Fazlyyyakhmatov Marsel, Nurieva Yana, Yakushev Rinat, Antipov Vladimir

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russian Federation; mfazlyjy@kpfu.ru

Since the IX International interdisciplinary congress "Neuroscience for Medicine and Psychology", we have published studies on the ability to perceive the planar images with the effects of depth, volume and spatial perspective (3D phenomenon). The research experience allows us to conclude that the initial effects of the 3D phenomenon were detected in the vast majority of respondents (sample of about 2000 people). Respondents: from senior class schoolchildren to university students. Despite the fact that 24 patents have already been received for various areas of 3D phenomenon research (the first patent No. 2264299 RU), RFBR psychology experts claim that there is no need for an in-depth study of the research. Because the effect of three-dimensional perception of plane images has long been known. We believe that this conclusion of experts is based on the relief effects perception. We obtained the results of identifying the relief in the respondents mentioned above. The eye movement registration on a binocular eyetracker allows us to separate the relief effects from the 3D phenomenon effect. The effect of relief is a subjective opinion about the attributes of the space perception on the planar images. This is the initial psychological perception of the depth of the planar images. The use of the eyetracker leads to the fixation of the objective three-dimensional perception of planar images. At two international conferences in China, we showed results on the perception of the paintings color palette and spatial perspective of TV screen. The survey was conducted among students of Kazan Federal University.

In the absence of the binocular eyetracker to separate the effects of relief from the attributes of the 3D phenomenon, we use two plots of the same image: planar and three-dimensional. For mounting a three-dimensional image, we use the "Variograph" software and cylindrical plastic lenses. Firstly, we show to the respondent the planar plot. In that case, that he claims to observe the relief of the plot, we show a three-dimensional raster plot. If the respondent fixes the same level of the depth on two plots, then this is already the level of the 3D phenomenon. Usually we get the answers that the raster image depth of three or more times larger.

V. Antipov, L. Popov, M. Fazlyyyakhmatov, P. Ustin. Cognitive three-dimensional perception of planar images of the person in its educational activity// *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. – 2019. – Vol. 315. – P. 30–32. – doi:10.2991/icpcs-19.2019.6

V.N. Antipov, R.G. Minzaripov, M.G. Fazlyyyakhmatov, R.S. Yakushev, A.V. Zhegallo, On the Impact of Visual Information on Religion, Culture and Art // *Lecture Notes in Arts and Humanities*. – 2019. – Vol. 315. – P. 55–58. – doi:10.23977/icrca.2019.009

## **ВЛИЯНИЕ МЕЛАТОНИНА НА ОБМЕН ГАМК В СТРУКТУРАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА ТРЕХ МЕСЯЧНЫХ КРЫС В УСЛОВИЯХ ТОЛУОЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ**

**Фараджев А.Н., Агаева С.В.**

Азербайджанский Государственный Педагогический Университет, Баку, Азербайджан;  
[agaeva.samira.84@mail.ru](mailto:agaeva.samira.84@mail.ru)

Изучено влияние мелатонина на обмен ГАМК в различных тканях головного мозга трех месячных крыс в условиях интоксикации толуолом.

Результаты проведенных исследований, показали что у 3-х месячных крыс при интоксикации, вызванной высокой дозой толуола (1000 мг/кг, 5 дней) содержания ГАМК возрастает: в кора больших полушарий мозга – 39%, в мозжечке – 53%, в стволе мозга – 45%, в гипоталамуса – 29%. Содержание свободной Глу у 3-х месячных крыс в тканях избранных структур ЦНС после воздействия толуола снижается: в кора больших полушарий мозга – 29%, в мозжечке – 33%, в стволе мозга – 24%, в гипоталамуса – 20%. При этом содержание свободной Асп в тканях исследованных структур ЦНС также уменьшается: в кора больших полушарий мозга – 29%, в мозжечке – 37%, в стволе мозга – 31%, в гипоталамуса – 18%.

При интоксикации, вызванной высокой дозой толуола активность ГДК в изучаемых структурах головного мозга повышается: в кора больших полушарий мозга – 45%, в мозжечке – 58%, в стволе мозга – 40%, в гипоталамуса – 34%. Активность фермента ГАМК-Т понижается: в тканях коры больших полушарий головного мозга – 27%, мозжечка – 37%, ствола мозга – 31% и гипоталамуса – 23%.

У 3-месячных крыс после воздействия мелатонина (10 мг/кг, каждый день) при интоксикации толуолом содержание ГАМК в ткани исследуемых структур головного мозга повышается по сравнению с данными контрольной группы: в ткани коры больших полушарий мозга 7%, мозжечка 16%, ствола мозга – 12%, гипоталамуса – 7%. При этом содержание Глу и Асп в ткани исследуемых структур головного мозга снижается: в ткани коры больших полушарий мозга 10% и 8%, мозжечка – 11% и 13%, ствола мозга – 8% и 9%, гипоталамуса – 5% и 5%, соответственно.

У 3-месячных крыс после воздействия мелатонина при интоксикации толуолом активность ГДК в ткани исследуемых структур головного мозга повышается по сравнению с данными контрольной группы: в ткани коры больших полушарий мозга 9%, мозжечка 15%, ствола мозга – 12%, гипоталамуса – 10%. При этом активность ГАМК-Т в ткани исследуемых структур головного мозга снижается: в ткани коры больших полушарий мозга 7%, мозжечка – 10%, ствола мозга – 8%, гипоталамуса – 5%.

После влияния мелатонина происходит частичное восстановление компонентов ГАМК в структурах головного мозга 3-х месячных крыс при интоксикации толуолом.

## **THE EFFECT OF MELATONIN ON GABA EXCHANGE IN THE BRAIN STRUCTURES OF 3 MONTH OLD RATS UNDER THE CONDITIONS OF TOLUENE INTOXICATION**

**Faradzhev A.N., Agayeva S.V.**

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan; [agaeva.samira.84@mail.ru](mailto:agaeva.samira.84@mail.ru)

The study investigated the effect of melatonin on GABA exchange in different tissues of the brain of 3-month-old rats under the conditions of toluene intoxication.

The results of the studies have shown, that after intoxication with high dose toluene (1000 mg/kg, 5 days) the content of GABA increased: in the cerebral hemispheres cortex of the brain - 39%, in the cerebellum – 53%, in the brain stem – 45%, in the hypothalamus – 29%. After intoxication with high dose toluene the Glu content decreased in the tissues of selected CNS structures of 3-month-old rats: in the cerebral hemispheres cortex of the brain - 29%, in the cerebellum – 33%, in the brain stem – 24%, in the hypothalamus – 20%. At the same time, the content of free Asp in the studied CNS structures also decreased: in the cerebral hemispheres cortex of the brain - 29%, in the cerebellum – 37%, in the brain stem – 31%, in the hypothalamus – 18%.

After intoxication with high dose toluene the activity of GAD increased: in the cerebral hemispheres cortex of the brain - 45%, in the cerebellum – 58%, in the brain stem – 40%, in the hypothalamus – 34%. The activity of GABA-T enzyme decreased: in the cerebral hemispheres cortex of the brain - 27%, in the cerebellum – 37%, in the brain stem – 31%, in the hypothalamus – 23%.

After the action of melatonin (10 mg/kg, everyday) during toluene intoxication, the content of GABA increased in the tissue of the studied brain structures of 3-month-old rats in comparison with control: in the tissue of the cerebral hemispheres cortex of the brain 7%, in the cerebellum 16%, in the brain stem – 12%, in the hypothalamus – 7%. At the same time, the content of the Glu and Asp decreased in the tissue of the cerebral hemispheres cortex of the brain 10% and 8%, in the cerebellum – 11% and 13%, in the brain stem – 8% and 9%, in the hypothalamus – 5% and 5%, respectively.

After the action of melatonin during toluene intoxication, the activity of GAD increased in the tissue of the studied brain structures of 3-month-old rats in comparison with control: in the tissue of the cerebral hemispheres cortex of the brain 9%, in the cerebellum 15%, in the brain stem – 12%, in the hypothalamus – 10%. At the same time, the activity of the enzyme GABA-T decreased in the tissue of the cerebral hemispheres cortex of the brain 7%, in the cerebellum – 10%, in the brain stem – 8%, in the hypothalamus – 5%.

The effect of melatonin under the conditions of toluene intoxication has led to a partial recovery of all the components involved in the GABA exchange in the brain structures of 3 month old rats.



## МОНИТОРИНГ ГОРМОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСЕЛЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО МЕГАПОЛИСА: РЕГИОНАЛЬНОЕ НОРМИРОВАНИЕ И МЕХАНИЗМЫ ОТКЛОНЕНИЙ

Федина Р.Г., Филиппова С.Н.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Новосибирский государственный медицинский университет, Новосибирск, Россия, [r.fedina@ngs.ru](mailto:r.fedina@ngs.ru)  
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области Московский государственный областной университет, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1298.sudak.ns2020-16/474-475>

Состояние глобального экологического кризиса повысило актуальность экологических проблем городских агломераций в РФ, зависимость здоровья населения от дестабилизации климата, техногенных биосферных загрязнений. Особую значимость вредные факторы, приводящие к истощению адаптационного и иммунного потенциала, росту заболеваемости, смертности населения, приобретают в экстремальных и субэкстремальных регионах Сибири и Севера. В Послании Президента Российской Федерации к Федеральному Собранию (январь 2020) акцентировались решения экологических проблем: проведение экологического мониторинга биосферы, переход на новые технологии: минимизации выбросов, замкнутых циклов, утилизацию мусора, особенно в регионах Сибири и Севера. Рост эконапряженности среды вызывает **необходимость контроля** влияния вредных факторов на поло-возрастные группы жителей мегаполисов с помощью метода **мониторинга** информативных индикаторов здоровья. Исследованиями научных школ Казначеева В.П., Агаджаняна, Н.А., Авцина показано, что состояние **регуляторных систем** организма интегративно определяет уровень здоровья горожан, переход человека от нормы к донозологии, срыву адаптации и болезни. Нами проведен **мониторинг** гормональных показателей (ГП) как чувствительных индикаторов, адаптационного статуса организма в условиях **комплексных стрессогенных** урбоэкологических воздействий на население. Преимущество МГП по сравнению с методикой «оценки рисков» основано на оценке:

1. целостной реакции организма на экстресс (ЭС), а не его отдельных систем и органов;
2. реакции организма на комплексное воздействие среды, а не ее отдельных факторов;
3. индивидуальной реакции, а не зависимости «доза-эффект»; 4. состояния экологического стресса как **начальной стадии патологии** с последующей манифестацией нозологий, зависящих от факторов предрасположенности (генетических, иммунных и др.). Мониторингом ГП выявляются группы риска горожан по реакции на экологический стресс, что важно для анализа структуры заболеваемости, медицинской помощи в районах города с различным экологическим благополучием.

**Цель работы** – обосновать использование МГП с повышением его точности за счет выявления **региональных норм** ГП половозрастных групп населения в зависимости от экологического состояния территорий РФ, анализ по данным МГП адаптации и здоровья жителей мегаполиса. Обследовали 1975 здоровых доноров обоего пола 18-60 лет, 917 (46%) женщин, 1058 (54%) мужчин. Доноры проживали более 3 лет в 6 районах Новосибирска. Были выделены 2 группы: 1-я группа – доноры, проживающие в условно «чистых» районах и 2-я группа – доноры, проживающие в условно «грязных» районах города. Радиоиммунологическим методом определяли в плазме крови концентрации: адренокортикотропина (АКТГ), кортизола (КОР), инсулина (ИРИ), тиреотропина (ТТГ), трийодтиронина (Т<sub>3</sub>), тироксина (ТИР). **Результаты:** получено достоверное повышение в 1.5-2 и более раз АКТГ, КОР, ТТГ, ТИР, понижение ИРИ, Т<sub>3</sub> у мужчин всех возрастов, а у женщин 50-60 лет. Это свидетельствует о долгосрочном напряжении регуляторных механизмов для адаптации к комплексу стрессогенных факторов загрязненных районов, приводящих к повышению заболеваемости и смертности мужчин. У лиц с факторами риска нужно учитывать половозрастные и экологические особенности района проживания. Объем обследованной популяционной выборки позволяет рекомендовать полученные ГП в «чистых районах» как региональную норму для крупных городов Западной Сибири в качестве интегральных индикаторов экологического благополучия. Рекомендуется проводить мониторинг **гормональных показателей** населения для выявления экологических рисков территорий для их здоровья и продолжительности жизни людей.

## MONITORING OF POPULATION HORMONAL CHARACTERISTICS IN WEST-SIBERIAN MEGAPOLIS: REGIONAL RATE AND MECHANISMS OF VARIATION

Fedina Rose G.<sup>1</sup>, Filippova Svetlana N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal state budgetary educational institution of higher education – Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia, [r.fedina@ngs.ru](mailto:r.fedina@ngs.ru)

<sup>2</sup>State educational institution of higher education of Moscow region (oblast) – Moscow State Regional University, Moscow, Russia, [svetjar@mail.ru](mailto:svetjar@mail.ru)

The state of the global ecological crisis raised actuality of: ecological problems in RF city agglomerations, dependence of population health on climate destabilization, technogenic biosphere pollution. Harmful factors, which lead to adaptation and immune potential attrition, growth of population disease and mortality rate, get special importance in extreme and subextreme regions of Siberia and the North. The Russian Federation President's missive for Federal Assembly (January 2020) accentuates salvation of ecological problems: performing biosphere ecological monitoring, conversion into the new technologies – minimization of emission, closed cycles, garbage utilizing, especially in the regions of Siberia and (European) North (of Russia). The growth of environmental "eco-strain" arises **necessity of control** over harmful factors impact on gender-age megapolis residents' groups with the method of informative health indicators' **monitoring**. Researches by scientific schools of Kaznacheev V.P., Agajanyan N.A. and Avtsyn have shown that the state of organism **regulatory systems** integratively determines citizens' health level, human's transfer from the norm to a pre-nosology, adaptation breakdown and an illness. We have performed **monitoring** of hormonal indexes (HI) as sensitive indicators (of) organism adaptation status under conditions of the **complex stressogenic** urboecological impacts on the population. MHI advantage, when

compared with "risk assessment" methodics, is based on evaluation of: 1. reaction of the whole organism to the ecostress (ES), but not of its systems and organs; 2. organisms reaction to complex environment impact, but not to separate factors (of environment), 3. an individual reaction, but not of "dose-effect" coherence, 4. ecological stress state as the **beginning pathology stage** with following manifestation of nosologies, which depend on predisposition factors (i.e. genetic, immune etc.). HI monitoring reveals citizens' risk groups by reaction to ecological stress, which is important for analysis of morbidity structure, medical help in city districts with different level of ecological well-being.

The aim of this work is foundation of MHI usage with improving of its accuracy due to checking of HI regional norms of gender-age population groups depending on ecological state of RF territories, analyzing adaptation and health of megapolis residents by MHI data. We surveyed 1975 healthy blood donators of both genders aged 18-60, 917 (46%) are female, 1058 (54%) are male; donors had been living more than three years in six districts of Novosibirsk. They were divided into 2 groups: the 1<sup>st</sup> group are donors, who live in conventionally "clean" districts, and the 2<sup>nd</sup> group are donors who live in conditionally "dirty" districts of the city. Using radioimmunological method, they checked the concentrations in blood plasma of: Adrenocorticotropin (ACTH), Cortisol (COR), Insulin (IRI), Tirotropin (TTH), Triiodothyronine (T<sub>3</sub>), Thyroxine (THYR).

Results: we found out significant increase in 1.5-2 times ACTH, COR, TTH, THYR, decrease of IRI and (T<sub>3</sub>), among men of all ages and women aged 50-60. That means long-term strain of regulatory mechanisms for adaptation to the whole complex of stressogenic factors in polluted areas, which lead to men's disease and mortality rate growth. It is necessary to take into account gender-age peculiarities and ecological specifics of residence areas of persons with risk factors. The volume of the population sample surveyed allows to recommend HI found in "clear areas" as the regional norm for sizeable West-Siberian cities in quality of integral indicators of ecological well-being. It is recommended to perform monitoring of population **hormonal indexes** in order to find out ecological risks within the territories for health and life expectancy for the people.

#### **СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НА ФОНЕ ПЕРОРАЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ НАНОДИСПЕРСНОЙ ФОРМЫ ДИОКСИДА ТИТАНА**

**Федорова А.М., Шарафутдинова Л.А.**

Башкирский государственный университет, Уфа, Россия, [albinamfedorova@mail.ru](mailto:albinamfedorova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1299.sudak.ns2020-16/475-476>

В 2002 году ВОЗ дала определение эндокринных дизрапторов, как "экзогенные вещества или смесь, которые изменяют функции эндокринной системы и, следовательно, вызывают неблагоприятные последствия для здоровья в здоровом организме, его потомстве или (суб)популяциях". Поступая в организм, эти вещества оказывают гормоноподобные эффекты, нарушающие гомеостатические механизмы регуляции эндогенными гормонами процессов жизнедеятельности живых организмов. Кроме того, в медленнообновляющихся тканях (к которым относится и паренхима эндокринных желез) развивающиеся нарушения генома клеток сохраняются значительно дольше, чем в быстро обновляющихся клеточных системах (кровеносные органы, покровные эпителии). В последнее время пристальное внимание привлечено к относительно новым ультрадисперсным формам веществ, полученным с использованием нанотехнологий, к числу которых относят наночастицы (НЧ). Однако данных об изменении структуры периферических органов эндокринной системы у животных, подвергающихся воздействию наночастиц диоксида титана рутильной модификации недостаточно.

Целью исследования явилось изучение структурно-функциональных изменений тканей щитовидной железы при ежедневном пероральном введении крысам НЧ TiO<sub>2</sub> (рутил, 30 дней, 10 мг/кг массы тела).

Для проведения исследования использовали 24 половозрелых беспородных крысы, средней массой 230-310 г. Крысы случайным образом были разделены на 2 группы: «контроль» - 12 интактных особей и «опыт» - 12 крыс, подвергающихся воздействию рутильной формы НЧ TiO<sub>2</sub> в дозе 10 мг/кг путем перорального введения в течение 30 дней. Животных забивали путем декапитации под наркозом с соблюдением принципов гуманности, изложенных в Хельсинкской декларации, и в соответствии с требованиями правил проведения работ с использованием экспериментальных животных. В работе использовались гистологические, морфометрические и иммуногистохимические методы исследования.

В клетках фолликулярного эпителия щитовидной железы (на срезах, окрашенных гематоксилином-эозином), были отмечены дистрофические изменения фолликулярного эпителия к 30-му дню эксперимента, которые выражались в появлении пустот в эпителиоцитах, обнаруживались ядра с измененной формой. Для оценки функционального состояния эпителиоцитов была определена экспрессия p53 - иммунопозитивных клеток. Количество клеток, экспрессирующих p53 в клетках фолликулярного эпителия щитовидной железы у крыс в опытной группе (НЧ TiO<sub>2</sub> рутил, 30 дней, 10 мг/кг массы тела) было достоверно выше по сравнению с контрольной группой крыс.

#### **STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF THE THYROID GLAND ON THE BACKGROUND OF ORAL INJECTION OF THE NANODISPERSED FORM OF TITANIUM DIOXIDE**

**Fedorova Albina, Sharafutdinova Lucia**

Bashkir State University, Ufa, Russia, [albinamfedorova@mail.ru](mailto:albinamfedorova@mail.ru)

In 2002, WHO defined endocrine disruptors as "exogenous substances or mixtures that alter the functions of the endocrine system and therefore cause adverse health effects in a healthy body, its offspring or (sub) populations." When they enter the body, these substances have hormone-like effects that disrupt the homeostatic mechanisms of regulation of the vital processes of living organisms by endogenous hormones. In addition, in slowly renewing tissues (which include the endocrine parenchyma iron) developing disorders of the genome of cells persist much longer than in rapidly renewing cellular systems (hematopoietic organs, integument epithelium). Recently, close attention has been paid to relatively new ultrafine forms of substances obtained using

nanotechnologies, which include nanoparticles (NPs). However, there is insufficient data on changes in the structure of peripheral organs of the endocrine system in animals exposed to titanium dioxide nanoparticles of rutile modification.

The aim of the study was to study the structural and functional changes in thyroid tissue with daily oral administration of TiO<sub>2</sub> NPs to rats (rutile, 30 days, 10 mg / kg body weight).

For the study, 24 sexually mature outbred rats with an average weight of 230-310 g were used. Rats were randomly divided into 2 groups: "control" - 12 intact individuals and "experiment" - 12 rats exposed to rutile form of TiO<sub>2</sub> NP at a dose of 10 mg / kg by oral administration for 30 days. Animals were slaughtered by decapitation under anesthesia in compliance with the principles of humanity set forth in the Helsinki Declaration, and in accordance with the requirements of the rules for work using experimental animals. The work used histological, morphometric and immunohistochemical research methods.

In the cells of the follicular epithelium of the thyroid gland (on sections stained with hematoxylin-eosin), dystrophic changes in the follicular epithelium by the 30th day of the experiment were observed, which were expressed in the appearance of voids in the epithelial cells, nuclei with an altered shape were found. To assess the functional state of epithelial cells, the expression of p53-immunopositive cells was determined. The number of cells expressing p53 in the cells of the follicular epithelium of the thyroid gland in rats in the experimental group (NP TiO<sub>2</sub> rutile, 30 days, 10 mg / kg body weight) was significantly higher compared to the control group of rats.

### **РЕВЕРСИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ В СЛОЖНОМ ЛАБИРИНТЕ У ДВУХМЕСЯЧНЫХ КРЫС ЛИНИИ WAG/Rij С ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТЬЮ К АБСАНС-ЭПИЛЕПСИИ С КОМОРБИДНОЙ ДЕПРЕССИЕЙ**

**Федосова Е.А., Шацкова А.Б., Саркисова К.Ю.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия, e-mail: [ekaterina5fedosova@rambler.ru](mailto:ekaterina5fedosova@rambler.ru).

<https://doi.org/10.29003/m1300.sudak.ns2020-16/476-477>

Крысы линии WAG/Rij являются генетической моделью абсанс-эпилепсии (АЭ) с коморбидной депрессией. У крыс линии WAG/Rij в возрасте 2 месяцев патологический фенотип ещё отчетливо не проявляется, а в возрасте 6 месяцев он хорошо выражен. Ранее было показано, что у крыс линии WAG/Rij в возрасте 6 месяцев наблюдаются нарушения эпизодической памяти, обусловленные пониженной исследовательской мотивацией, в тестах распознавания нового объекта и социального распознавания. Цель настоящей работы – выяснить, имеются ли когнитивные нарушения у крыс линии WAG/Rij в возрасте двух месяцев, когда фенотипические проявления АЭ (пик-волновые разряды на ЭЭГ) и депрессии, в том числе пониженная исследовательская мотивация, вызываемая новизной обстановки, отсутствуют. Для выявления межлинейных различий в способности к когнитивной пластичности сопоставляли реверсивное обучение (выработка прямой и обратной задачи) в сложном лабиринте с пищевым подкреплением у двухмесячных крыс линии WAG/Rij и Wistar. Реверсивное обучение является одним из наиболее широко используемых тестов на когнитивную гибкость - способность быстро изменять поведение в условиях меняющихся обстоятельств, например переключаться с одной деятельности на альтернативную, если предыдущая больше не подкрепляется. Пищевую мотивацию у крыс линии WAG/Rij и Wistar оценивали в тесте «Novelty suppressed feeding» (NSF). Скорость достижения критерия обученности при выполнении прямой и обратной задачи в сложном лабиринте у крыс линии WAG/Rij не отличалась от таковой у крыс Wistar. Крысы линии WAG/Rij по сравнению с крысами Wistar быстрее выполняли прямую задачу. Однако у крыс линии WAG/Rij по сравнению с крысами Wistar число ошибок (выбор неверного направления, возврат в предыдущий отсек) было значимо больше, что может указывать на пониженное внимание. В тесте NSF, латентный период подхода к пище, расположенной в центре открытого поля, у крыс линии WAG/Rij значимо не отличался от данного показателя у крыс Wistar. Количество пищи, которое животные потребляли в течение 10 мин в домашней клетке после завершения теста NSF в открытом поле, было даже больше у крыс линии WAG/Rij, чем у крыс Wistar. Результаты свидетельствуют о том, что у двухмесячных крыс линии WAG/Rij когнитивные нарушения в виде неспособности к когнитивной пластичности отсутствуют, но уже наблюдается пониженное внимание при выполнении когнитивного теста.

### **REVERSAL LEARNING IN A COMPLEX MAZE IN TWO MONTHS OLD WAG/Rij RATS WITH GENETIC PREDISPOSITION TO ABSENCE-EPILEPSY WITH COMORBID DEPRESSION**

**Fedosova Ekaterina A., Shatskova Alla B., Sarkisova Karine Yu.**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia,  
[ekaterina5fedosova@rambler.ru](mailto:ekaterina5fedosova@rambler.ru)

The WAG/Rij strain of rats is a genetic animal model for absence epilepsy (AE) with comorbidity of depression. In WAG/Rij rats, at the age of 2 months, pathologic phenotype is not clearly manifested, but at the age of 6 months, it is fully expressed. It has been shown previously that WAG/Rij rats, at the age of 6 months, exhibit episodic memory impairments due to reduced investigatory motivation in the novel object and social recognition tests. The aim of the present study was to find out if there are cognitive impairments in WAG/Rij rats at the age of 2 months, when the phenotypic expression of AE (the spike-wave discharges on the EEG) and depression, including reduced novelty driven investigatory motivation, is absent. To reveal inter-strain differences in the ability for cognitive flexibility, the reversal learning in a complex maze with food reinforcement was compared in 2 months old WAG/Rij and Wistar rats. Reversal learning is one of the most widely used tests for cognitive flexibility, i.e. for the ability to rapidly change the behavior in changing circumstances, e.g. to switch from one action for an alternative if the prior is no longer rewarding. Food motivation in WAG/Rij and Wistar rats was assessed in the novelty suppressed feeding test (NSF). In WAG/Rij rats, the rate of the achievement of the learning criterion when performing the direct and reverse tasks in the complex maze did not differ from that in Wistars. WAG/Rij rats



compared with Wistar rats performed the direct task more quickly. However, in WAG/Rij compared to Wistar, the number of errors (wrong turn, return to the previous compartment) was significantly greater, possibly indicating reduced attention. In the NSF, the latency to approach food located in the center of the open field did not differ in WAG/Rij rats compared with Wistars. After the completion of the NSF test in the open field, the amount of food consumed for 10 minutes in the home cage was even greater in WAG/Rij rats than in Wistar rats. Results suggest that in pre-symptomatic 2 months old WAG/Rij rats cognitive impairment in the form of inability for cognitive flexibility is absent, but reduced attention when performing the cognitive task is already observed.

**РОЛЬ РЕНАЛАЗЫ МОЗГА И ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ В РЕГУЛЯЦИИ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ: ИССЛЕДОВАНИЕ НА КРЫСАХ СО СПОНТАННОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ**

**Федченко В.И., Веселовский А.В., Копылов А.Т., Медведев А.Е.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно-исследовательский институт биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича", Москва, Россия; [valfed38@yandex.ru](mailto:valfed38@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1301.sudak.ns2020-16/477>

Реналаза – недавно открытый секреторный белок, которому отводится важная (но до сих пор не очень понятная) роль в регуляции артериального давления у человека и животных. Тем не менее, по данным независимых лабораторий: (а) введение животным рекомбинантной реналазы человека снижает у них артериальное давление; (б) у мышей с выключенным геном реналазы наблюдается гипертония. В наших исследованиях выявлены изменения уровня мРНК реналазы в полушариях головного мозга, сердца и почек крыс со спонтанной гипертонией (SHR). Крысы SHR с высокой артериальной гипертонией (> 180 мм рт. ст.) имели более низкий уровень мРНК реналазы в полушариях головного мозга и более высокие уровни мРНК реналазы в сердце и почках по сравнению с контрольными крысами WKY. У крыс SHR с умеренным повышением артериального давления (140–180 мм рт. ст.) изменения мРНК реналазы имели ту же направленность, но не достигали уровня статистической значимости по сравнению с контрольными крысами (WKY). Сравнительный анализ экспрессии генов, кодирующих ферменты катаболизма катехоламинов (моноаминоксидазы А и В (MAO А и MAO В), катехол-О-метилтрансферазы (КОМТ)) не выявил зависимости изменений уровня их мРНК от тяжести гипертонии. При этом во всех изученных тканях уровень мРНК реналазы был намного (в 10-20 и более раз) ниже любого из мРНК исследованных генов. С учётом известных корреляций между уровнем мРНК и соответствующего белка-продукта, выявленных для многих генов, это, очевидно, свидетельствует о том, что при реализации любого из каталитических сценариев, "написанных" в разное время для реналазы, данный белок не может вносить сколько-нибудь существенного вклада в деградацию катехоламинов. Последнее согласуется с нашими предыдущими данными о том, что при секреции реналазы из клетки отщепляется ее N-концевой пептид (Fedchenko et al., 2016, *Kidney Blood Pressure Research*, 41: 593-603), без которого каталитические функции реналазы невозможны. Проведенный нами биоинформатический анализ (in silico) пептидных фрагментов реналазы, которые могут образовываться под действием основных внеклеточных протеаз, выявил несколько потенциально интересных в контексте регуляции артериального давления кандидатов.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 20-015-00104.*

**THE ROLE OF BRAIN AND PERIPHERAL TISSUE RENALASE IN THE REGULATION OF ARTERIAL PRESSURE: A STUDY ON SPONTANEOUSLY HYPERTENSIVE RATS**

**Fedchenko Valery I., Veselovsky Alexander V., Kopylov Artur T., Medvedev Alexei E.**

Institute of Biomedical Chemistry, Moscow, Russia; [valfed38@yandex.ru](mailto:valfed38@yandex.ru)

Renalase is a recently discovered secretory protein which is believed to play an important (but not very clear) role in the regulation of blood pressure in humans and animals. According to data obtained in independent laboratories: (a) administration of recombinant human renalase to animals reduces their blood pressure; (b) renalase knockout mice develop hypertension. Our studies revealed changes in the level of renalase mRNA in the brain hemispheres, heart, and kidneys of spontaneously hypertensive rats (SHR). The SHR animals with high arterial hypertension (> 180 mmHg) had lower levels of renalase mRNA in the cerebral hemispheres and higher levels of renalase mRNA in the heart and kidneys as compared to control Wistar Kyoto (WKY) rats. In SHR rats with a moderate hypertension (140–180 mm Hg), changes in the renalase mRNA levels had the same trend, but did not reach the level of statistical significance as compared to control WKY rats.

Comparative analysis of expression of genes encoding enzymes of catecholamine catabolism (monoamine oxidases A and B (MAO A and MAO B) and catechol-O-methyl transferase (COMT)) did not reveal any dependence between their mRNAs and severity of hypertension. In all examined tissue the renalase mRNA level was much (at least 10-20-fold) lower than any other mRNA studied. Taking into consideration known correlations between mRNAs and corresponding protein products reported in the literature for many genes these results suggest that in the case of any catalytic scenarios proposed or even proved for renalase this protein cannot contribute to catecholamine degradation.

The latter is consistent with our previous data that renalase secretion from the cell is accompanied by cleavage of its N-terminal peptide (Fedchenko et al., 2016, *Kidney Blood Pressure Research*, 41: 593-603), ultimately needed for the catalytic functions of renalase.

Our bioinformatic analysis (in silico) of renalase peptide fragments, which could be formed under the influence of major extracellular proteases, revealed several candidates that would be potentially interesting in the context of blood pressure regulation.

*This work was supported by the Russian Foundation for Basic research (grant no. 20-015-00104).*



## НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В КОРРЕКЦИОННОЙ РАБОТЕ ПО РАЗВИТИЮ МЫШЛЕНИЯ ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ЗПР

Феоктистова С.В., Самотохина Н.А.

АНО ВО «Российский Новый университет», г. Москва, Россия, [svfeoktistova@mail.ru](mailto:svfeoktistova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1302.sudak.ns2020-16/478>

Современный этап развития теории и практики психолого-педагогического сопровождения детей с ограниченными возможностями здоровья характеризуется поиском эффективных образовательных моделей и технологий. Решение вопросов, связанных с дифференциальной диагностикой и построением индивидуальных программ обучения, определяет необходимость интеграции результатов комплексных медицинских, психологических, педагогических исследований и их внедрения в практику психолого-педагогического сопровождения детей.

Высокая вариабельность психофизического развития детей с ЗПР требует внимательного индивидуального подхода, а успешная коррекция в период дошкольного детства позволит компенсировать нарушения и создаст возможность для дальнейшего успешного обучения в школе.

Исследование, проведенное на базе ГБОУ «Школа № 587» Дошкольное отделение 1, в котором приняли участие 16 детей 5-6 лет (8 детей с нормотипическим развитием, 8 детей с ЗПР), показало эффективность нейропсихологического подхода. В работе были применены разработки А.В. Семенович, В.С. Колгановой, Е.В. Пивоваровой, И.И. Праведниковой (дыхательные упражнения, самомассаж, игры, направленные на активизацию деятельности функциональных блоков мозга), Т.П. Трясорукковой (игры и упражнения на развитие межполушарного взаимодействия).

Коррекционная работа с включением нейропсихологического подхода способствовала нормализации динамического фона протекания психических процессов, компенсации проявлений нарушений, развитию адекватной стратегии обработки информации, формированию произвольности, целенаправленности и самоконтроля, близких к нормотипическому развитию.

Таким образом, построение программ комплексного психолого-педагогического сопровождения детей с ОВЗ на основе результатов современной нейронауки, обеспечивает не только достижение целей коррекции отдельных психических функций, но и способствует созданию условий для развития личности детей.

*Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 20-013-00654а).*

## NEUROPSYCHOLOGICAL APPROACH IN CORRECTIONAL WORK ON THE DEVELOPMENT OF THINKING IN CHILDREN OF OLDER PRESCHOOL AGE WITH SPECIAL NEEDS

Feoktistova Svetlana V., Samotokhina Natalya A.

Russian New University, Moscow, Russia, [svfeoktistova@mail.ru](mailto:svfeoktistova@mail.ru)

The current stage of development of the theory and practice of psychological and pedagogical support for children with disabilities is characterized by the search for effective educational models and technologies. The solution of issues related to differential diagnostics and the construction of individual training programs determines the need to integrate the results of complex medical, psychological, and pedagogical research and their implementation in the practice of psychological and pedagogical support for children.

The high variability in the psychophysical development of disabled children requires a careful individual approach, and successful correction during pre-school childhood will compensate for violations and create an opportunity for further successful education in school.

Research was conducted on the basis of the State budget educational institution "School № 587" Preschool Department 1. The study, which involved 16 children aged 5-6 years (8 children with normal development, 8 children with special needs), showed the effectiveness of the neuropsychological approach. The work used the findings of A.V. Semyonovich, V. S. Kolganova, E. V. Pivovarova, I. I. Pravonnikova (breathing exercises, self-massage, games aimed at activating the activity of functional blocks of the brain), T.P. Tryasorukova (games and exercises on the development of hemispheric relationship interaction).

Corrective work with the inclusion of a neuropsychological approach contributed to the normalization of the dynamic background of the course of mental processes, compensation for manifestations of violations, the development of an adequate strategy for processing information, the formation of arbitrariness, purposefulness and self-control, close to normal development.

Thus, programs for complex psychological and pedagogical support of children with disabilities based on the achievements of modern neuroscience, not only make the achievement of the goals of individual mental functions possible, but also contribute to the creation of conditions for the development of children's personality.

*Supported by RFBR grant 20-013-00654a.*

## ДВА ТИПА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ В СОВРЕМЕННЫХ НЕЙРОНАУКАХ

Филатова О.Е.<sup>1</sup>, Еськов В.В.<sup>1</sup>, Филатов М.А.<sup>2</sup>, Григорьева С.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук», г. Москва, Россия, 117218, [firing.squad@mail.ru](mailto:firing.squad@mail.ru); <sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» филиал г. Сургуте, ул. Энтузиастов, д. 38, г. Сургут, 628400, Россия, 628400

<https://doi.org/10.29003/m1303.sudak.ns2020-16/478-479>

За последние 2 десятилетия появилось ряд работ о возможности кооперации квантовой теории и современных нейронаук. Однако, во всех этих публикациях отсутствует детальное рассмотрение наличия принципов квантовой механики и их адаптации при изучении мозга. Действительно, сейчас уместно

поставить вопрос о возможности применения некоторых положений и законов квантовой механики к объектам нейронауки и, наоборот, изыскание свойств нейросетей, которые бы могли их приблизить к квантово-механическим объектам. В этой связи возникает закономерный вопрос: что общего между нейросетями мозга и квантовыми объектами?

До настоящего времени ответ на этот вопрос многие исследователи пытались дать в рамках традиционной детерминистской и стохастической науки – ДСН. Однако, в связи с открытием эффекта Еськова-Зинченко и доказательством отсутствия устойчивости выборок любых параметров организма человека, дальнейшее применение ДСН в изучении мозга человека становится весьма проблемным.

ЭЗЗ может приблизить мозг человека к квантовым объектам, если воспользоваться понятиями и моделями новой теории хаоса-самоорганизации (ТХС) в описании нейросетей мозга (НСМ). Основу ТХС составляют два типа неопределенности в описании живых систем, которые отсутствуют в объектах неживой природы. Напомним, что в ТХС неопределенность 1-го типа возникает в тех случаях, когда выборки диагностических признаков  $x_i$  совпадают (для разных состояний биообъекта), а в рамках ТХС мы можем наблюдать различия. Эти различия регистрируются и для квазиаттракторов (КА) выборок  $x_i$  и в рамках применения искусственных нейросетей в режиме  $n$  итераций (при этом  $n \geq 1000$ ). Оказывается, что ТХС можно разделять выборки  $x_i$  в фазовых пространствах состояний вектора  $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ , а ДСН не может их разделить.

Неопределенность 1-го типа встречается в биологии и медицине все-таки не часто. Однако, неопределенность 2-го типа – это общее свойство всех биосистем, включая нейросети. Мозг демонстрирует отсутствие статистической устойчивости, а для электроэнцефалограмм мы имеем крайне низкие статистические совпадения выборок  $x_i$  (менее 30% в матрицах парных сравнений ЭЭГ). Эти матрицы доказывают ЭЗЗ и демонстрируют 2-й тип неопределенности, который является аналогом принципа неопределенности Гейзенберга в квантовой механике. В целом, 1-й и 2-й тип неопределенности полностью уводят живые системы из области ДСН и приближают их к квантовым объектам.

#### NEUROSCIENCE TWO TYPES OF UNCERTAINTIES

Filatova Olga E.<sup>1</sup>, Eskov Valery V.<sup>1</sup>, Filatov Michael A.<sup>2</sup>, Grigoryeva Svetlana V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Scientific Research Institute of System Analysis, Moscow, Russia, 117218, firing.squad@mail.ru

<sup>2</sup>Tyumen Industrial University, Surgut Branch, 628404, Surgut, Russia

The last 20 years have been marked by the appearance of a number of scientific works on the study of the possibility of cooperation between quantum theory and modern neurosciences. However, in these publications there is no detailed consideration of the presence of the principles of quantum mechanics and their adaptation in the study of the brain. Indeed, it is now advisable to raise the question of the possibility of applying certain provisions and laws of quantum mechanics to objects of neuroscience and, conversely, to search for properties of neural networks that can bring them closer to quantum-mechanical objects. Therefore, a logical question arises: what is common between neural networks of the brain and quantum objects?

Earlier, many researchers have tried to answer this question in the framework of the traditional deterministic and stochastic science – DSS. However, the effect of Eskov-Zinchenko was discovered and it was proved that samples of any parameters of the human organism are unstable. Therefore, it is difficult to use deterministic and stochastic science in the study of the human brain for more in-depth and detailed studies.

We suggest that the use of concepts and models within the framework of the new theory of chaos-self-organization (TCS) in the description of brain neural networks (BNN) will help the effect of Eskov-Zinchenko bring the human brain closer to quantum objects. The basis of TCS are two types of uncertainty in the description of living systems that are absent in inanimate objects. Recall that in TCS, type 1 uncertainty arises when the samples of diagnostic signs  $x_i$  coincide (for different states of a biological object). However, within the TCS, we can observe the differences. In addition, these differences are recorded for quasi-attractors of samples (QA)  $x_i$  in the framework of the use of artificial neural networks in the regime of  $n$  iterations (with  $n \geq 1000$ ). It turns out that the TCS separates the samples  $x_i$  in the phase spaces of state of the vector  $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ , but the DSS cannot separate them.

Note that type 1 uncertainty is rare in biology and medicine. However, type 2 uncertainty is a common property of all biosystems, including neural networks. The brain shows an absence of statistical stability, and we have very low statistical coincidences of samples  $x_i$  (less than 30% in the matrices of paired EEG comparisons) for electroencephalograms (EEG). These matrices prove the effect of Eskov-Zinchenko and demonstrate the 2-nd type of uncertainty, which is an analog of the Heisenberg uncertainty principle in quantum mechanics. In general, the 1-st and 2-nd type of uncertainty completely exclude living systems from the DSS area and bring them closer to quantum objects.

#### ИНТЕГРАЦИЯ ПСИХОМОТОРНЫХ ФУНКЦИЙ В ПРОЦЕССЕ СТАНОВЛЕНИЯ РЕЧЕДВИГАТЕЛЬНОЙ СТЕРЕОТИПИИ РЕБЕНКА

Филатова Ю.О., Белякова Л.И.

ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет» (МПГУ), Москва, Российская Федерация; yuo.filatova@mpgu.su

<https://doi.org/10.29003/bm1304.sudak.ns2020-16/479-480>

Процесс становления речи ребенка включает физиологическую (материальную) и психологическую (символическую) деятельность. Физиологической основой базовых компонентов речедвигательной стереотипии, или речедвигательного акта как результата действия функциональной системы устной речи, являются такие моторные составляющие, как дыхание, голос, артикуляция. Дыхание, являясь не только базовой функцией жизнедеятельности организма, обеспечивает голосовые возможности, интонирование и целостное производство устной речи. Артикуляционная моторика (мышечный тонус, его устойчивость и лабильность, переключаемость движений) тесно связана с неврологическим, психосоматическим

здоровьем ребенка, его эмоциональным состоянием, высшей нервной деятельностью, которая регулирует эти процессы.

Согласно нашим данным, онтогенез, функция и структура речедвигательного акта обусловлены сложнейшим процессом соритизации и интеграции внешних и внутренних афферентаций (врожденная импульсация определенных структур мозга, связанных с речевой мотивацией, зрительными, слуховыми, кинестетическими, эмоциональными афферентациями, речевой памятью и проч.). Синтез разнообразных афферентаций эволюционирует в ходе реализации генетической памяти и становления онтогенетической речедвигательной и языковой памяти, которые лежат в основе формирования функциональной системы речи [Белякова, Филатова 2008, 2010, 2016, 2018, 2019].

Биологический и символический уровни, которые обеспечиваются большим количеством разнообразных афферентаций, канализируются в процессе длительного созревания в детстве и приводят к становлению высоко интегрированной речезыковой системы человека.

*Исследование поддержано грантом РФФИ (проект № 20-013-00613).*

### **INTEGRATION OF PSYCHOMOTOR FUNCTIONS IN THE PROCESS OF CHILD'S SPEECH-MOTOR STEREOTYPE DEVELOPMENT**

**Filatova Yulia O., Belyakova Lidia I.**

Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russian Federation; [yuo.filatova@mpgu.ru](mailto:yuo.filatova@mpgu.ru)

The process of development of child's speech includes physiological (material) and psychological (symbolic) activities. The physiological basis of the core components of speech-motor stereotype, or speech-motor act as a result of the action of the functional system of oral speech, are such motor components as breathing, voice, and articulation. Breathing, being not only the basic function of the organism's vital activity, provides voice capabilities, intonation and coherent production of oral speech. Articulatory motor such as muscle tone, its stability and lability, switchability of movements, is closely related to the neurological, psychosomatic health of a child, his/her emotional state, and higher nervous activity that regulates these processes.

According to our data, the ontogenesis, function and the structure of speech-motor act due to the complicated process of rhythmization and integration of external and internal afferentations (innate impulsation to certain brain structures associated with speech motivation, visual, auditory, kinesthetic, and emotional afferentations, speech memory, etc.). The synthesis of various afferentations evolves during the implementation of genetic memory and the formation of ontogenetic speech-motor and language memory which is underlying the speech functional system formation [Belyakova, Filatova 2008, 2010, 2016, 2018, 2019].

The biological and symbolic levels, which are provided with a large number of different afferentations, are channeled during long period of maturation in childhood and lead to the formation of a highly integrated human speech-language system.

*The research is supported by RFBR (project No. 20-013-00613)*

### **НЕРАВНОМЕРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТАКТОВ МЕЖДУ ХИМИЧЕСКИМИ СИНАПСАМИ И ПЕРИФЕРИЧЕСКИМИ ОТРОСТКАМИ АСТРОЦИТОВ ПО СЛОЯМ БАРЕЛЬНОЙ КОРЫ КРЫС**

**Филиппова С.Ю., Кириченко Е.Ю., Логвинов А.К.**

ФГОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, Россия; [filsv@yandex.ru](mailto:filsv@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1305.sudak.ns2020-16/480-481>

В современных нейронауках прочно укрепилось представление о том, что астроциты контактируя своими периферическими отростками с химическими синапсами, играют важную роль в функционировании нейрональных цепей. Частота встречаемости данных контактов была изучена для целого ряда структур мозга грызунов, однако для баррельной коры такое исследование не проводилось и является целью настоящей работы. На материале, полученном от 5 взрослых самцов крыс (Р 250), было проведено исследование распределения синапсов, контактирующих с астроцитами в каждом слое кортикальной колонки методом иммуно-электронной микроскопии с антителами к астроцитарному белку s100b. После анестезии и перфузии с 4% раствором параформа мозг животных извлекался, и на вибраторе изготавливались фронтальные 40 мкм срезы через область баррельной коры. Далее проводилось иммуноное мечение с пероксидазной меткой на плавающих срезах, после чего срезы фиксировались в 1% OsO<sub>4</sub> и заключались в эпоксидную смолу стандартными методами. От каждого животного было подготовлено по 3 образца баррельной коры для ультраструктурного и морфометрического исследований. Для каждого слоя было получено в среднем по 20 снимков с увеличением x25000 с каждого образца (всего по 300 снимков). На полученных электронограммах для каждого слоя случайным образом было подсчитано по 400 химических синапсов, (примерно по 80 у каждого животного) среди которых была определена доля синапсов, имеющих четкую колокализацию с мечеными астроцитарными профилями в пределах 100 нм по обе стороны от синаптической щели. Согласно полученным данным, наименьшее количество синапсов, контактирующих с периферическими астроцитарными отростками, расположено в 1-м слое баррельной коры (0.27±0.1), доля таких синапсов увеличивалась при движении к более глубоким слоям коры и была максимальной в 3-м (0.69±0.1) и 5-м слоях (0.67±0.1). Во 2-м, 4-м и 6-м слоях значения были примерно равны и составили 0.48±0.1, 0.53±0.1 и 0.44±0.1, соответственно. Применение критерия Стьюдента для проверки гипотезы о равенстве генеральных долей показало, что наблюдаемая разница является достоверной на уровне значимости 5% для всех пар слоев, кроме 3-го и 5-го (t=0.53), 2-го и 4-го (t=1.36), а также для 2-го и 6-го (t=1.13). Полученные данные морфометрии позволяют заключить, что образование контактов между химическими синапсами и периферическими отростками астроцитов по слоям баррельной коры крыс происходит неравномерно. Биологическое значение наблюдаемого явления ещё предстоит выяснить.

*Работа была поддержана грантом РФФИ №19-015-00325/19*



## UNEVEN DISTRIBUTION OF CONTACTS BETWEEN CHEMICAL SYNAPSES AND PERIPHERAL ASTROCYTIC PROCESSES ALONG THE LAYERS OF RAT BARREL CORTEX

Filippova Svetlana Yu., Kirichenko Eugenia Yu., Logvinov Alexander K.  
FSEE HE "Southern Federal University", Rostov-on-Don, Russia; filsv@yandex.ru

It has become widely accepted in modern neurosciences, that astrocytes play an important role in the functioning of neuronal circuits, by making contact with chemical synapses. The degree of this contact was investigated for a number of rodent brain structures, however, for the barrel cortex, such a study is being conducted for the first time. The study of the distribution of synapses in contact with astrocyte in each layer of the cortical column was conducted using the immunoelectron microscopy method with a labeling against the astrocytic protein s100b on the material obtained from 5 adult male rats (P 250). After anesthesia and perfusion with a 4% paraformaldehyde solution, the animals' brains were removed and 40-micron- thick vibratome frontal sections were made through a barrel cortex region. Then, immune labeling with peroxidase label was carried out on floating sections, after which the sections were fixed in OsO<sub>4</sub> vapors and embedded in epoxy resin using standard methods. For each animal, 3 samples of barrel cortex were prepared, from which ultrathin sections were further made. For each layer, an average of 20 images from each sample was obtained with x25000 magnification (a total of 300 images). In total, 400 chemical synapses (approximately 80 per animal) were randomly counted in each layer, and the proportion of synapses with distinct colocalization with labeled astrocytic profiles within 100 nm on both sides of the synaptic cleft was determined. The smallest number of synapses in contact with peripheral astrocytic processes was in the 1st layer of the barrel cortex ( $0.27 \pm 0.1$ ), the proportion of such synapses increased while moving to the deeper layers of the cortex and was maximal at 3rd ( $0.69 \pm 0.1$ ) and 5th layers ( $0.67 \pm 0.1$ ). In the 2nd, 4th, and 6th layers, the proportions were approximately equal and amounted to  $0.48 \pm 0.1$ ,  $0.53 \pm 0.1$ , and  $0.44 \pm 0.1$ , respectively. We tested the hypothesis of equality of the general proportions for all layers in pairs using Student's test and determined that the observed difference is significant at a significance level of 5% for all pairs of layers except the 3rd and 5th ( $t = 0.53$ ), 2nd and the 4th ( $t = 1.36$ ), as well as for the 2nd and 6th ( $t = 1.13$ ). Thus, we can conclude that the formation of contacts between chemical synapses and peripheral astrocytic processes along the layers of the rat barrel cortex is uneven. The biological significance of the observed phenomenon remains to be studied.

*This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research grant №19-015-00325/19.*

## КОНЦЕПЦИЯ «ГЕНДЕРОЛОГИЯ ЗДОРОВЬЯ»: НЕЙРОГОРМОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ.

Филиппова С.Н.<sup>1</sup>, Федина Р.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области Московский государственный областной университет, Москва, Россия, [svetjar@mail.ru](mailto:svetjar@mail.ru)

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Новосибирский государственный медицинский университет, Новосибирск, Россия, [r.fedina@ngs.ru](mailto:r.fedina@ngs.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1306.sudak.ns2020-16/481-482>

Тридцатилетний тренд прогрессирующего снижения демографических показателей общественного здоровья в России, с неустойчивой стабилизацией в настоящее время выявил дифференцированные проявления для контингентов мужчин и женщин. Дестабилизация здоровья более выражена у мужчин, продолжительно жизни которых на 8 лет ниже, чем у женщин (65 против 73 лет), мужская смертность в 1.5-3.0 раза выше женской. В связи с актуальностью исследования роли фактора пола для проблематики здоровья мы обосновали разработку в учении о здоровье нового направления «гендерология здоровья (ГЗ)». Цель нового направления ГЗ - консолидация усилий ученых на исследовании особенностей регуляции адаптации и здоровья, зависящих от фактора пола, их взаимодействия с интегративными проявлениями мужского и женского в психике и социуме, к которым применима трактовка гендерных различий. Исследования в области «гендерология здоровья» позволят расширить конвергентные и междисциплинарные подходы к исследованию биопсихосоциальных механизмов специфики мужского и женского. Научные данные позволят преодолеть мифы и антинаучные спекуляции на проблемах фактора пола как базовой основы индивидуальности человека и личности. Цель работы: определение нейрогормональных механизмов адаптации мужчин и женщин к урбоклиматическим факторам среды. В Новосибирске обследовали 365 здоровых доноров обоего пола в возрасте 20-34 года, живущих как в неблагополучных, так и экологически чистых районах мегаполиса. Радиоиммунологическими тестами измеряли плазменный кортизол, другие гормоны и метаболиты. Латеральный фенотип определяли двигательными тестами и реоэнцефалографии у жителей 20-34 года г. Норильска. Полученные результаты выявили дисбаланс гормонально-метаболических показателей и повышение плазменного кортизола у мужчин под влиянием экологического неблагополучия районов проживания, по сравнению с женщинами. У мужчин проявляется напряжение регуляторных нейрогормональных механизмов, что указывает на низкие резервы адаптации и стрессоустойчивости к негативным урбоэкологическим факторам по сравнению с женщинами. Для выявления механизмов отличия адаптационного потенциала мужчин и женщин необходимо определить участие ЦНС, ГМ и его коры в регуляции процессами адаптации организма. У мужчин с высокой активностью левого полушария (правши), достоверно возрастает плазменный кортизол и инсулин по сравнению с женщинами и мужчинами –левшами. Адаптационный нейрогормональный гиперкортицизм мужчин-правшей в условиях экстремальности является потенциально патогенным, повышая риски заболеваний ССС. При нормокортицизме женщин и мужчин-левшей такие риски понижены. Выводы: 1.мужчины, начиная с молодого возраста 20 лет, имеют пониженный адаптационный потенциал и резервы адаптации по сравнению с женщинами; 2 .адаптация зависит от связанной с полом функциональной активности полушарий мозга, у левополушарных мужчин-правшей адаптация и ее резервы понижены, а риски заболеваний ССС возрастают. 3.высокий адаптационный потенциал женщин эволюционно обусловлен и целесообразен как биологическая основа рождения здорового потомства.



## THE CONCEPT OF "HEALTH GENDEROLOGY": NEUROHORMONAL ASPECTS

Filippova Svetlana N.<sup>1</sup>, Fedina Rose G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>State educational institution of higher education of Moscow region (oblast) – Moscow State Regional University, Moscow, Russia, [svetjar@mail.ru](mailto:svetjar@mail.ru)

<sup>2</sup>Federal state budgetary educational institution of higher education – Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia, [r.fedina@ngs.ru](mailto:r.fedina@ngs.ru)

Thirty years "trend" of progressing decrease of social health demographical indexes, with fragile stabilization nowadays, turned out to have different manifestations for men and women contingents. Health destabilization is more prominent for men, whose lifespan is 8 years shorter than women's (65 vs 73 years), mortality rate of men is 1.5-3.0 times higher than of women. Concerned with actuality of researching the role of gender factor for health problematic, we founded outworking the new area in health study – "Health Genderology" (HG). The aim of the new HG area is consolidation of scientists' efforts for researching adaptation and health regulation peculiarities, which depend on gender factor, its interaction with integrative manifestations of masculine and feminine in within psychics and society, to which (manifestations) gender differences interpretation is applicable. Researches into "health genderology" area will allow to extend convergent and interdisciplinary approaches to research of biopsychosocial mechanisms of masculine and feminine specifics. Scientific data will allow to overcome "myths" and anti-science speculations on the problems of gender factor as basement of human and personal individuality. The aim of this work: detection of neurohormonal mechanisms of men and women adaptation for urboclimatic factors of environment. In Novosibirsk there were surveyed 365 healthy blood donors of both genders, aged 20-34, living both in (ecologically) unfavourable and in ecologically clean districts of the megalopolis. With radioimmunographic tests they measured plasma cortisol, other hormones and metabolites. The lateral phenotype of Norilsk city residents aged 20-34 was detected with motion tests and rheoencephalographics. The obtained results detected imbalance of hormonal-metabolic indexes and increase of plasma cortisol among men, when compared with women, under impact of ecological unfavourability of their residence districts. Men have stress of their regulatory neurohormonal mechanisms, which points out low reserves of adaptation and stress-resistance against negative urboclimatic factors, when compared with women. It is necessary to determine participation of CNS, HB and its cortex in regulation of organism adaptation processes in order to find out mechanisms of differentiation of men and women adaptation potential. Men with high activity of left hemisphere (i.e. right-handed men) have certain growth of plasma cortisol and insulin when compared with women and left-handed men. Adaptation neurohormonal hypercorticism of right-handed men under extreme conditions is potentially pathogenic, raising risks of CVS illnesses. Under normocorticism of women and left-handed men such risks are lowered. Conclusion: 1. Men, since age 20, have lowered adaptation potential and adaptation reserves when compared with women; 2. Adaptation depends on attached to the gender functional activity of brain hemispheres, left-hemisphere right-handed men's adaptation and its reserves are lowered, and risks of CVS maladies grow; 3. women's high adaptation potential is evolutionary determined and worthwhile as biological basement of giving birth to healthy offspring.

## О ПРЕНАТАЛЬНОМ ВЛИЯНИИ ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ НА МЕЖПОЛУШАРНУЮ АСИММЕТРИЮ ДВИГАТЕЛЬНЫХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКЦИЙ И ПОЛОВОЕ СОЗРЕВАНИЕ У КРЫС

Филиппова Е.Б., Лесова Е.М., Королев Ю.Н.

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1307.sudak.ns2020-16/482-483>

Исследовалось влияние половых гормонов на функциональную асимметрию мозга в пренатальный период у крыс. Использовалась модель поведения животных в тесте «открытое поле». Время экспозиции составляло 30 мин. Регистрировалась двигательная и исследовательская активность животных при активном состоянии полушарий, а также при временном выключении правого и левого полушария методом распространяющейся депрессии. Для исследования пренатального влияния андрогенов были сформированы группы самок и самцов, родившихся в пометах с преобладанием самок («самочьи пометы»), примерно с одинаковым числом братьев и сестер («нейтральные пометы») и с преобладанием самцов («самцовые пометы»). В «самочьих» и «самцовых» пометах преобладание особей одного пола было не меньше, чем в 4 раза. Предполагалось, что количество эмбрионов-самцов влияет на уровень андрогенов в околоплодной жидкости, поскольку семенники интенсивно секретируют гормоны в пренатальный период. При формировании групп были выбраны особи из 5 – 6 пометов. В возрасте 30 дней животные отделялись от матери и разделялись по полу. У самок определялась скорость полового созревания по времени открытия влагалища. Тестирование крыс в открытом поле проводилось в возрасте 2 – 3 месяцев. Было установлено, что у животных, родившихся в «самочьих» пометах, время открытия влагалища приходилось, в среднем, на 55 день жизни; у крыс «нейтральных» пометов – в среднем на 63 день, а у крыс «самцовых» пометов в среднем на 72 день после рождения. В тесте «открытое поле» были получены следующие результаты. При интактном состоянии обеих гемисфер двигательная и исследовательская активность самцов выделенных групп практически не различалась. Поочередное выключение полушарий показало, что у крыс «самцовых» пометов в осуществлении двигательной активности доминировало правое полушарие, у самцов «нейтральных» пометов асимметрия была не выражена, а у самцов «самочьих» пометов межполушарная асимметрия была выражена в наибольшей степени, причем доминировало левое полушарие. Кроме того, при работе правого полушария двигательная активность была выражена примерно одинаково у самцов всех выделенных групп, а при работе левого, (выключении правого полушария) – значительно меньше у животных из «самцовых» пометов. У самок межполушарные различия были сходными, но менее выраженными. Делается заключение о тормозном пренатальном влиянии андрогенов на формирование мозговых структур, связанных с половым созреванием самок, а также о тормозном влиянии на функции левого полушария у самцов.

## THE PRENATAL EFFECT OF SEX HORMONES ON THE INTERHEMISPHERIC ASYMMETRY OF MOTOR AND RESEARCH RESPONSES AND PUBERTY IN RATS

Filippova Elena B., Lesova Elena M., Korolev Yuriy. N.  
Military medical Academy S. M. Kirov, Saint Petersburg, Russia

The influence of sex hormones on the functional asymmetry of the brain in the prenatal period in rats is studied. The model of animal behavior in the "open field" test is used. The exposure time is 30 minutes. The animals' motor and research activity is recorded when the hemispheres were active, as well as when the right and left hemispheres were temporarily switched off by the method of spreading depression. Groups of females and males were formed that were born in female-dominated litters ("female litters"), with approximately the same number of siblings ("neutral litters"), and with a predominance of males ("male litters") to study the prenatal effect of androgens. The prevalence of individuals of the same sex is not less than 4 times in "female" and "male" litters. It is assumed the number of male embryos affects the level of androgens in the amniotic fluid, since the testes secrete hormones intensively during the prenatal period. Individuals from 5 to 6 litters are selected when forming groups. The animals were separated from their mother and separated by gender at the age of 30 days. The rate of puberty in females is determined by the time the vagina was opened. Testing of rats in an open field was carried out at the age of 2-3 months. It is found that in animals born in "female" litters, the opening time of the vagina was, on average, 55 days of life; in rats of "neutral" litters on average 63 days, and in rats of "male" litters on average 72 days after birth. The following results were obtained in the "open field" test. The motor and research activity of the males of the selected groups did not differ much in the intact state of both hemispheres. Alternately switching off the hemispheres shows that the right hemisphere is dominant in the exercise of motor activity in rats of "male" litters. The asymmetry is not expressed in males of "neutral" litters, and in males of "female" litters. The interhemispheric asymmetry is expressed to the greatest extent, with the left hemisphere dominating. In addition, motor activity is expressed approximately equally in males of all the selected groups when working with the right hemisphere. It is significantly less in animals from "male" litters when working with the left (turning off the right hemisphere). The hemispheric differences are similar in females, but less pronounced. The conclusion is made about the inhibitory prenatal effect of androgens on the formation of brain structures associated with puberty in females, as well as about the inhibitory effect on the functions of the left hemisphere in males.

## ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ СНА У ПАЦИЕНТОВ С ГОЛОВНЫМИ БОЛЯМИ

Фокин И.В.<sup>1</sup>, Таранов А.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва, Россия, [ivan-fokin@yandex.ru](mailto:ivan-fokin@yandex.ru); <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия, [psy.msu.ru@gmail.com](mailto:psy.msu.ru@gmail.com)

Изучение клинических особенностей течения головной боли (ГБ) в цикле «сон-бодрствование» и совершенствование медицинской помощи больным ГБ с нарушением сна. Исследование выполнено на примере больных, страдающих пучковой (кластерной) (ПГБ) головной болью и мигренью.

### Обоснование

ПГБ и мигрень имеют четкую зависимость приступов боли от исходного состояния пациента в цикле сон-бодрствование. ПГБ — одна из самых тяжелых форм ГБ. Заболеванию подвержена социально активная часть населения возраста — 45-65 лет. Мигрень является одной из самых распространенных форм ГБ в основном у лиц молодого возраста. ПГБ и мигрень значительно снижают работоспособность человека и наносят существенный экономический ущерб.

### Материалы и методы

Обследовано 38 больных, в том числе: 20 с ПГБ и 18 с мигренью. Группу контроля составили 22 здоровых лиц. Методы: клинические, анкетные, психологические, нейрофизиологические.

### Результаты

У больных ПГБ обнаружены изменения структуры ночного сна, различно проявляющиеся в определенных функциональных состояниях: в болевой период имеются грубые нарушения организации сна с отсутствием фазы быстрого сна (ФБС) до и после приступа боли, смещение дельта-сна с увеличением его длительности в утреннее постприступное время. Тогда, как в период ремиссии структура сна пациентов с ПГБ практически не отличалась от нормы. У больных мигренью расстройства сна были обнаружены как в болевом, так и в межприступных периодах (МПП) и проявлялись наличием выраженных активационных сдвигов в предприступный период: отсутствие ФБС как до, так и после приступа боли, отсутствие дельта-сна, увеличение времени засыпания, времени бодрствования внутри сна, движений во время сна, преобладание поверхностных стадий сна. Время возникновения приступа оказывает существенное влияние на тяжесть болевых атак: приступы ПГБ и мигрени сна протекают тяжелее, чем приступы бодрствования.

### Заключение

В результате исследования установлена взаимосвязь ГБ с расстройствами сна у пациентов, страдающих мигренью и ПГБ. Можно предположить, что аналогичная взаимосвязь существует и при других формах ГБ (головная боль напряжения и другие виды первичных ГБ). В связи с этим следует расширить исследования, направленные на изучение сна и его влияния на ГБ. С этой целью целесообразно создать региональные центры по изучению расстройств сна и его влияния на ГБ. Такие центры могут функционировать при крупных больницах и клиниках, а также могут быть организованы как самостоятельные медицинские учреждения. В таких центрах должно быть организовано комплексное медицинское обследование и лечение пациентов с расстройствами сна с использованием мультидисциплинарного подхода, при котором, в состав бригады врачей должны входить терапевты, неврологи, психологи, сомнологи и другие специалисты. Создание сомнологических центров будет способствовать решению проблемы улучшения качества медицинской помощи пациентам с головными болями и другими заболеваниями, связанными с расстройствами сна.

## SLEEP FEATURES IN PATIENTS WITH HEADACHE

Fokin I.V.<sup>1</sup>, Taranov A.O.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Russian National Research Medical University named after N. I. Pirogov, Moscow, Russia, ivan-fokin@yandex.ru;

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology RAS, Moscow, Russia, [psy.msu.ru@gmail.com](mailto:psy.msu.ru@gmail.com)

Study of headache (HA) clinical features and sleep-wake cycle dynamics was performed for patients with HA and sleep problems. The study was carried out on the example of patients suffering from cluster headache (CHA) and migraine.

### Objectives

CHA and migraine attacks are correlated significantly with the patient's sleep-wake cycle. CHA is one of the most severe headache types. The disease affects the socially active patients, mostly of age 45-65. As for migraine, mainly young ones are affected. Both CHA and migraine significantly decrease one's performance and thus has negative impact on economy.

### Materials and methods

38 patients were tested, including 20 with CHA and 18 with migraine. The control group consisted of 22 healthy individuals. Clinical, psychological and neurophysiological methods, as well as questionnaires were used.

### Results

Structure of night sleep was significantly different for patients with CHA. During the pain period, gross disturbances in sleep organization with a lack of REM sleep before and after an attack of pain, increase of delta sleep duration during the post-attack morning were observed. During remission periods, sleep structure of patients with CHA didn't differ significantly from sleep structure in the control group. For migraine patients, sleep disorders were detected both during attacks and in the interictal periods. Main changes were the following: absence of REM both before and after the migraine attack, absence of delta sleep, increased time of falling asleep and wakefulness inside sleep duration, movements during sleep, predominance of superficial stages of sleep. Both CHA and migraine attacks during sleep were much more severe than wakefulness attacks.

### Conclusion

The study established the relationship between HA and sleep disorders for patients suffering from migraine and CHA. It can be assumed that a similar relationship exists with other forms of HA (tension headache and other types of primary HA). Thus we believe that studies of sleep and its effect on HA should be expanded. It is advisable to create regional centers for the study of sleep disorders and its impact on HA. Such centers can be based in large hospitals and clinics, but could also be organized as independent medical institutions. In such centers, a comprehensive medical examination and treatment of patients with sleep disorders should be planned and performed using multidisciplinary approaches, involving therapists, neurologists, psychologists, somnologists and other specialists. Creation of such somnological centers would help to improve the quality of medical care for patients with headaches and other diseases associated with sleep disorders.

## АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДДЕРЖАНИЯ ПОЗЫ И ДВИЖЕНИЙ В САГИТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ПРИ СТОЯНИИ НА КАЧЕЛЯХ ТИПА ПРЕСС-ПАПЬЕ (SEE-SAW)

Фролов А.А.<sup>1</sup>, Бобров П.Д.<sup>1</sup>, Широков И.М.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН;

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1308.sudak.ns2020-16/484-485>

Описаны результаты экспериментов и математического моделирования движений человека в сагитальной плоскости при стоянии на неустойчивой платформе типа пресс-папье, у которой опорная плоскость лежит на продольном сечении кругового цилиндра, ось вращения которого перпендикулярна сагитальной плоскости (по-английски такие качели называются See-Saw). Модель тела человека представлена в виде системы семи твердых тел (стопы, голени, бедра и корпус с фиксированными на нем руками), соединенных идеальными цилиндрическими шарнирами. Проведены эксперименты на группе из 5 испытуемых без выявленных двигательных нарушений. Показано, что для каждого радиуса качелей существует их предельная критическая высота, близкая к радиусу качелей, когда устойчивое стояние на них для большинства испытуемых (4 из 5) становится невозможным. Математический анализ устойчивости стояния на качелях в зависимости от их радиуса и высоты показал, что способность испытуемого к устойчивому поддержанию позы при высоте, близкой к критической, определяется зависимостью корректирующих сил не только от отклонений тела, но и самих качелей от вертикали. Если корректирующая сила определяется только отклонениями тела от вертикали, как при привычном стоянии на устойчивой неподвижной платформе, то устойчивое стояние на качелях при высоте, близкой или превосходящей их радиус, становится невозможным. Если корректирующие силы еще и дополнительно реагируют на отклонения самой опоры от вертикали, то устойчивость стояния на качелях при указанных их параметрах возможна. Вероятно, для большинства испытуемых характерно использование правил генерации корректирующих сил, привычных при стоянии на устойчивых неподвижных опорах, и поэтому теряется устойчивость их стояния при больших высотах качелей. В то же время некоторые испытуемые способны интуитивно уловить новые правила генерации корректирующих сил, которые обеспечивают устойчивость стояния на качелях и при их большой высоте.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 19-015-00500 а*

## STABILITY OF POSTURE AND MOVEMENTS IN THE SAGITTAL PLAIN FOR HUMAN STANDING ON SEE-SAW

Frolov Alexander A.<sup>1</sup>, Bobrov Pavel D.<sup>1</sup>, Shirokov Ilya M.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Moscow Physical-Technical Institute, Dolgoprudny

## СРАВНЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА ПРИ УПРАВЛЕНИИ НЕИНВАЗИВНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР, ОСНОВАННЫМ НА ВООБРАЖЕНИИ ДВИЖЕНИЙ, У ЗДОРОВЫХ ИСПЫТУЕМЫХ И ПОСТИНСУЛЬТНЫХ БОЛЬНЫХ.

Фролов А.А.<sup>1,2</sup>, Бобров П.Д.<sup>1,2</sup>, Керечанин Я. В.<sup>1,2</sup>, Федотова И.Р.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН; <sup>2</sup>Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1309.sudak.ns2020-16/485>

Описаны наиболее значимые источники электрофизиологической активности мозга, выделяемые при управлении интерфейсом мозг-компьютер, основанным на распознавании паттернов ЭЭГ при воображении движений у здоровых испытуемых и постинсультных больных. Главным инструментом их выделения являются 6 методов независимых компонент (ICA), основанных на различных критериях независимости. Показателями значимости источников являются: частота их встречаемости в различных экспериментальных сессиях; повторяемость их выделения в каждой сессии различными методами ICA; влияние каждого источника на точность распознавания паттернов ЭЭГ, соответствующих воображению различных движений, и возможность их аппроксимации активностью единичного токового диполя. По совокупности показателей выделены 5 источников, расположенных в первичной соматосенсорной коре обоих полушарий, в левой премоторной области, в дополнительной моторной области и предклинье. Показано, что у постинсультных больных по сравнению со здоровыми испытуемыми снижена латерализация реакции десинхронизации источников в первичной соматосенсорной коре. Кроме того, у всех выделенных источников снижена максимальная частота пика активности в альфа-диапазоне и выраженность самих пиков. *Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 20-015-00370 а*

## FEATURES OF ELECTROPHYSIOLOGICAL BRAIN ACTIVITY DURING CONTROLLING NONINVASIVE BRAIN-COMPUTER INTERFACE BASED ON MOTOR IMAGERY IN HEALTHY SUBJECTS AND POST-STROKE PATIENTS.

Frolov Alexander A.<sup>1,2</sup>, Bobrov Pavel D.<sup>1,2</sup>, Kerechanin Jaroslav V.<sup>1,2</sup>, Fedotova Irina R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS,

<sup>2</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

## ПЕРЦЕПТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЧИ И ВОКАЛИЗАЦИЙ ДЕТЕЙ 5-8 ЛЕТ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА И УМСТВЕННОЙ ОТСТАЛОСТЬЮ: РАСПОЗНАВАНИЕ ПОЛА, ВОЗРАСТА И СОСТОЯНИЯ РЕБЕНКА

Фролова О.В., Ляксо Е.Е.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия;

[frolova@yandex.ru](mailto:frolova@yandex.ru), [lyakso@gmail.com](mailto:lyakso@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1310.sudak.ns2020-16/485-486>

В рамках исследования, направленного на изучение характеристик речи детей с особенностями развития, проведен перцептивный эксперимент по распознаванию взрослыми носителями русского языка пола, возраста и состояния (типичное развитие или нарушения) детей с расстройствами аутистического спектра (РАС) и умственной отсталостью (УО). В работе приняли участие 10 детей с РАС и 10 детей с УО легкой степени; возраст детей 5-8 лет (6,5±0,95 лет); 2 девочки, 8 мальчиков с РАС, 4 девочки, 6 мальчиков с УО. Дети с УО воспитывались в детском доме, дети с РАС – в семье. В работе использована комплексная методика, разработанная в Группе по изучению детской речи СПбГУ. Произведена аудио запись речи и видеозапись поведения детей в условиях детского дома и медицинского центра в модельных ситуациях - диалог с взрослыми, игра со стандартным набором игрушек, описание картинок. Использована аппаратура: магнитофон «Marantz PMD660» с выносным микрофоном «SENNHEIZER e835S», видео камера «SONY HDR-CX560E». Создана тестовая последовательность, включавшая по 20 звуковых сигналов (слова, фразы и вокализации) детей каждой группы. Каждый речевой сигнал повторялся в тесте 1 раз, расстояние между разными сигналами – 5 с. Тестовую последовательность прослушивали взрослые носители языка – аудиторы. Аудиторами явились 2 группы студентов 1 курса СПбГПУ: 1-я группа аудиторов (n=25, возраст 18±1,2 лет) определяла пол и возраст детей, 2-я группа (n=25, возраст 18,6±2,4 лет) – состояние ребенка в соответствии с предложенными категориями: типичное развитие, лёгкие, тяжёлые нарушения развития. Студенты правильно определили пол детей в 75% случаев (80% правильных ответов аудиторов при определении пола мальчиков, 65% - девочек). Максимальное количество правильных ответов аудитория дали при определении пола мальчиков с РАС (85%) и девочек с РАС (75%). Больше затруднений аудиторы испытывали при определении пола детей с УО (73% правильных ответов для мальчиков, 59% - для девочек). Средний возраст детей, указанный аудиторами – 4,4±1,7 лет (для детей с РАС – 4,4±1,6, для детей с УО – 4,5±1,7). Для детей с РАС не выявлено связи между реальным возрастом детей и определяемым аудиторами возрастом (указан возраст 4,6±1,4 лет, 3,9±1,5 лет, 4,5±1,7 лет, 4,2±1,7 лет – для детей с РАС 5, 6, 7, 8 лет, соответственно). Для детей с УО возраст, указанный аудиторами, возрастал



с увеличением реального возраста детей, но был ниже реального (3,5±1,2 лет, 3,7±1,4 лет, 5,1±1,6 лет, 5,5±1,8 лет - для детей с УО 5, 6, 7, 8 лет, соответственно). Количество правильных ответов auditors при определении возраста детей с РАС – 12%, детей с УО – 9%. Студенты правильно определили состояние детей (типичное развитие – нарушения развития) в 59% случаев. 71% звуковых сигналов детей с РАС и 48% речевых сигналов детей с УО правильно распознаны как звуковые сигналы детей с нарушениями развития. Auditors чаще относили речь и вокализации детей с РАС к категории лёгкие нарушения развития (40% ответов – лёгкие нарушения развития, 31% - тяжёлые нарушения, 29% - типичное развитие), звуковые сигналы детей с УО – к категории типичное развитие (52% - типичное развитие, 31% - лёгкие нарушения, 17% - тяжёлые нарушения). Полученные результаты свидетельствуют о возможности правильного распознавания пола и состояния детей 5-8 лет с РАС и УО при прослушивании их звуковых сигналов. Определение возраста детей с РАС – наиболее сложная задача для взрослых носителей языка без специального опыта взаимодействия с детьми.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ 18-18-00063.*

#### **PERCEPTUAL FEATURES OF SPEECH AND VOCALIZATIONS OF 5-8 YEARS OLD CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS AND INTELLECTUAL DISABILITIES: RECOGNITION OF THE CHILD'S GENDER, AGE AND STATE**

**Frolova Olga V., Lyakso Elena E.**

St. Petersburg State University, Russia; [frolova@yandex.ru](mailto:frolova@yandex.ru), [lyakso@gmail.com](mailto:lyakso@gmail.com)

The perceptual experiment in the frame of the study of speech features in children with developmental disabilities was conducted. The aim of the perceptual experiment was the analysis of adult native speakers' ability to recognize the gender, age and the state (typical development or disorders) in children with autism spectrum disorders (ASD) and intellectual disabilities (ID). The participants of the study were 10 children with ASD and 10 children with mild ID; age of children was 5-8 years (6.5±0.95 years); 2 girls, 8 boys with ASD, 4 girls, 6 boys with ID. Children with ID were brought up in an orphanage, children with ASD - in a family. We used the complex method developed in the Child speech research group of St. Petersburg state university. Audio recording of speech and video recording of child's behavior were made in an orphanage and in the medical center in model situations - a dialogue with adults, a game with a standard set of toys, a description of pictures. The tape recorder "Marantz PMD660" with external microphone "SENNHEISER e835S", video camera "SONY HDR-CX560E" were used. The test sequence included 20 audio signals (words, phrases, and vocalizations) for each group of children was created. Each speech signal was repeated in the test one time. The distance between different signals was 5 s. Adult native speakers (listeners) were students of the first year of St. Petersburg State Pediatric Medical University: the first group of listeners (n=25, age 18±1.2 years) determined the gender and the age of children, the second group (n=25, age 18.6±2.4 years) recognized the child's state according to the proposed categories: typical development, mild, severe developmental disorders. Students correctly determined the gender of children in 75% of cases (80% of the correct answers of listeners when determining the gender of boys, 65% - girls). The listeners had the maximum number of correct answers when determining the gender of boys with ASD (85%) and girls with ASD (75%). The auditors had more difficulties in determining the gender of children with ID (73% of correct answers for boys, 59% - for girls). The average age of children specified by the listeners was 4.4±1.7 years (for children with ASD – 4.4±1.6, for children with ID-4.5±1.7). For children with ASD, the correlation between the actual age of the children and the age determined by the listeners was not revealed (the age indicated by listeners was 4.6±1.4 years, 3.9±1.5 years, 4.5±1.7 years, 4.2±1.7 years – for children with ASD at the age of 5, 6, 7, 8 years, respectively). For children with ID, the age determined by the listeners increased with the increase of the real age of children, but it was lower than the real age (3.5±1.2 years, 3.7±1.4 years, 5.1±1.6 years, 5.5±1.8 years - for children with ID at the age of 5, 6, 7, 8 years, respectively). The number of correct answers of listeners when determining the age of children with ASD was 12%; it was 9% in children with ID. Students correctly identified the state of children (typical development or developmental disorders) in 59% of cases. 71% of the audio signals of children with ASD and 48% of the speech signals of children with ID were correctly recognized as audio signals of children with developmental disabilities. Auditors often classified the speech and vocalizations of children with ASD as mild developmental disorders (40% of answers – mild developmental disorders, 31% - severe developmental disorders, 29% - typical development), the sound signals of children with ID – as typical development (52% - typical development, 31% - mild developmental disorders, 17% - severe developmental disorders). The results indicate the possibility to recognize the gender and the state of 5-8 years old children with ASD and ID when listening to their audio signals. Determining the age of children with ASD is the most difficult task for adult native speakers without special experience of interacting with children.

*The work was financially supported by RSF 18-18-00063.*

#### **ДВУЛИКОСТЬ ЭМОЦИЙ И ФОРМИРОВАНИЕ / ПРОЯВЛЕНИЕ ПСИХИКИ И ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ**

**Фурдуй Ф. И., Чокінэ В. К., Глижин А. Г., Вуду С. Г., Георгиу З. Б.,**

**Вуду Л. Т., Присяжнюк В. Г., Житарь Ю. Н.**

Институт физиологии и санокреатологии, Кишинэу, Республика Молдова, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1311.sudak.ns2020-16/486-487>

Все, что человек сознательно делает, производит, творит, планирует, его воздействие на других людей и испытывание воздействия от собственных поступков, проявление своего мировоззрения и другие действия, провоцирующие переживания, составляет сферу эмоций, т. е., эмоции участвуют во всей сознательной жизнедеятельности человека, включительно и управление его поведением. Сказанное и существующие качества полярности (саногенное-диссаногенное, положительное-отрицательное, приятное-неприятное, напряжение-расслабление и др.) и познавательности эмоций предопределили необходимость установления, при каких обстоятельствах формирования психики и психического здоровья эмоции играют

саногенную, и при каких – диссаногенную роль. Установлено, что при кратковременном, одноразовом действии психогенных факторов, оцененных субъектом как угрожающие жизни, вызывающих эмоции, если их воздействие устраняется, то они выполняют саногенную роль; при повторном, продолжительном их действии, в случае их неустранения, генерированные ими эмоции оказывают диссаногенный эффект на психику и психическое здоровье, проявляющийся психогенными или психосоматическими расстройствами.

Исследования причин возникновения психических нарушений, вызывающих психосоматические расстройства, показали, что таковыми являются эмоции – тревога, страх, гнев, боль, ярость, которые обусловлены стрессогенным образом жизни, неуверенностью в завтрашнем дне, в своей безопасности, культом успеха, культом силы, культом рациональности, конкурентностью и др. Немаловажное значение в проявлении диссаногенной роли имеют ценностные установки современной культуры и религии относительно терпимости, сдержанности или игнорирования в манифестации эмоций, что противоречит их естественной природе. Существующие представления об экстернизации эмоций, их двуликой роли и ценностных приоритетах, установленных культурой и религией в плане сдерживания и подавления эмоций, можно решить путем направленного воспитания с раннего возраста за счет: проявления сбалансированного единства аффекта и интеллекта; навыков самоконтроля; эмоциональных привычек, не подрывающих лучшие намерения, не подавляющих эмоции полностью и не нарушающих моральные ценности; способности угадывать эмоции другого и налаживать взаимоотношения, умения мотивировать свои действия, сострадать, сдерживать эмоциональные порывы и др.

#### **DUALISM OF EMOTIONS AND THE FORMATION / MANIFESTATION OF THE PSYCHE AND MENTAL HEALTH**

**Furdui Teodor I., Ciocchina Valentina Ch., Glijin Aliona G., Vudu Stela G., Gheorghiu Zinaida B.,  
Vudu Lorina T., Priseajniuc Victoria G., Jitari Iurii N.**

The Institute of Physiology and Sanocreatology, Chisinau, the Republic of Moldova, [valentina.ciocchina@gmail.com](mailto:valentina.ciocchina@gmail.com)

Everything that the man consciously does, produces, creates, plans, their impact on other people and experiencing the impact of their own actions, the manifestation of their worldview and their other actions that provoke experiences make up the sphere of emotions; that is, emotions are involved in the person's all conscious life activity, including the management of their behavior. The aforementioned and existing qualities of polarity (sanogenic-dissanogenic, positive-negative, pleasant-unpleasant, tension-relaxation, etc.) and cognitiveness of emotions predetermined the need to establish under what circumstances of the formation of the psyche and mental health emotions play a sanogenic role, and under which – a dissanogenic one. It has been established that with a short-term, one-time action of psychogenic factors assessed by the subject as life-threatening, causing emotions, if their action is eliminated, they perform a sanogenic role; with their repeated, prolonged action, if not eliminated, the emotions generated by them have a dissanogenic effect on the psyche and mental health, manifested through psychogenic or psychosomatic disorders.

Studies of the causes of mental disorders that bring about psychosomatic disorders have shown that these are emotions - anxiety, fear, anger, pain, rage, which are caused by a stressful lifestyle, uncertainty about the future, about one's safety, a cult of success, a cult of strength, a cult of rationality, competitiveness, etc. Of great importance in the manifestation of the dissanogenic role are the value orientations of modern culture and religion regarding tolerance, restraint or ignoring in the manifestation of emotions, which contradict their nature. The existing ideas about the exteriorization of emotions, their two-faced role and the value priorities established by culture and religion in terms of containing and suppressing emotions can be solved by directed education from an early age due to the following: the manifestation of a balanced unity of affect and intellect; self-control skills; emotional habits that do not undermine the best intentions, do not completely suppress emotions and do not violate moral values; the ability to guess the emotions of another and build relationships, the ability to motivate one's actions, compassion, restrain emotional outbursts, etc.

#### **ОСТРОТА ПРОБЛЕМЫ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ**

**Фурдуй Ф. И., Чокинэ В. К., Глижин А. Г., Фурдуй В. Ф., Врабие В. Г.**

Институт физиологии и санокреатологии, Кишинэу, Республика Молдова, [valentina.ciocchina@gmail.com](mailto:valentina.ciocchina@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1312.sudak.ns2020-16/487-488>

По разным причинам сложилось так, что науками о человеческом организме менее всего изучены психика и психическое здоровье, хотя они детерминируют всю оперативную и стратегическую деятельность человека и общества в целом. Именно благодаря психике и психическому здоровью Homo sapiens выжил в конкурентной борьбе с представителями животного царства и стал лидером в живом мире, создав при этом материальные, духовные и другого характера блага для обеспечения своей жизнедеятельности, при этом, не предприняв усилий по направленной адаптации своего организма к изменившимся условиям окружающей среды и повышению своего жизненного потенциала. Это и стало основной причиной неспособности организма человека выдерживать прессинг новых условий среды обитания и деятельности, вследствие чего современное общество стало, фактически, больным обществом: от психических расстройств в мире страдает около 31% людей. К тому же, по прогнозам ВОЗ, ожидается дальнейшее увеличение общей заболеваемости населения. Все это угрожает прогрессивной эволюции человечества.

Согласно данным Института физиологии и санокреатологии, решение проблемы здоровья, в том числе, психического, возможно лишь одним путем – отказ от спонтанного формирования и поддержания здоровья в пользу его направленного создания и сохранения. Реальность этого пути обусловлена тем, что: 1) психическое здоровье, как и психика в целом, не передается по наследству, а формируется в онтогенезе под влиянием социальных факторов, научения, творческой деятельности и др; 2) направленно влиять на психику и психическое здоровье возможно посредством внушения, гипноза, медитации и др.; 3) подготовка шахидов, камикадзе, зомби и др. осуществляется за счет целенаправленного воспитания; 4) лечебный

эффект и определенное психическое состояние можно достичь, применяя психотерапию и психотренинг; 5) лишение или ограничение сенсорного контакта субъекта с социальной средой приводит к недоразвитию или задержке психо-речевого развития и социального поведения; 6) вся повседневная деятельность человека (вертикальное хождение и манера поведения, речь, контролируемая реализация физиологических и психических потребностей, коммуникация, способность мыслить, креативность, построение социальных взаимоотношений и др.) является результатом обучения и формирует в онтогенезе психический статус.

Многолетние комплексные исследования Института физиологии и санокреатологии по развитию специальной науки – психосанокреатологии, задачей которой является разработка теории и практики направленного формирования и поддержания психического здоровья, не только подтвердили возможность решения проблемы здоровья, но и позволили разработать методологические принципы; определить факторы, детерминирующие состояние психического здоровья; установить эталон определения психического здоровья; идентифицировать и структурировать уровни экстерииоризации психического здоровья; определить условия и пути направленного формирования и поддержания психического здоровья и др.

Решение этой судьбоносной проблемы зависит от того, продолжит ли цивилизация быть безучастным наблюдателем спонтанного формирования психического здоровья или направит свои усилия, разум и волю во благо его создания и поддержания, как самого ценного достояния человека.

#### **SEVERITY OF THE MENTAL HEALTH PROBLEM AND WAYS TO SOLVE IT**

**Furdui Teodor I., Ciochina Valentina Ch., Glijin Aliona G., Furdui Vlada T., Vrabie Valeria G.**

The Institute of Physiology and Sanocreatology, Chisinau, the Republic of Moldova, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

For various reasons, it has turned out that the psyche and mental health have been least studied by the sciences on the human organism, although they determine all the operational and strategic activities of man and society as a whole. It was thanks to the psyche and mental health that *Homo sapiens* survived in the competition with representatives of the animal kingdom and became a leader in the living world, meantime creating material, spiritual and other nature of benefits to ensure their life activity, while not making efforts to directionally adapt their organism to changing environmental conditions and to enhance their life potential. This was the main reason for the inability of the human organism to withstand the pressure of new environmental conditions. As a result, the modern society has actually become a sick society: about 31% of people in the world suffer from mental disorders. Moreover, according to WHO forecasts, a further increase in the overall morbidity of the population is expected. All this threatens the progressive evolution of mankind.

According to the Institute of Physiology and Sanocreatology, a solution to the health problem, including the mental one, is possible in only one way - *by refusing the spontaneous formation and maintenance of health in favor of its directed creation and preservation*. The reality of this path is due to the following facts: 1) mental health, like the psyche as a whole, is not inherited, but is formed in ontogenesis under the influence of social factors, learning, creative activity, etc. 2) it is possible to directly influence the psyche and mental health through suggestion, hypnosis, meditation, etc. 3) the preparation of shahids, kamikazes, zombies, etc. is carried out through targeted education; 4) a therapeutic effect and a certain mental state can be achieved using psychotherapy and psychotraining; 5) deprivation or restriction of the subject's sensory contact with the social environment leads to underdevelopment or delay of psycho-speech development and social behavior; 6) all everyday human activity (vertical walking and behavior pattern, speech, controlled realization of physiological and mental needs, communication, ability to think, creativity, building social relationships, etc.) is the result of learning and forms a mental status in ontogenesis.

Long-term comprehensive studies of the Institute of Physiology and Sanocreatology to develop a special science - psychosanocreatology, the task of which is to elaborate the theory and practice of the directed formation and maintenance of mental health, not only confirmed the possibility of solving the health problem, but also made it possible to develop methodological principles, to identify factors determining the state of mental health, to establish a benchmark for determining mental health, to identify and structure mental health exteriorization levels, to determine the conditions and ways of directed formation and maintenance of mental health, etc.

The solution to this crucial problem depends on whether civilization continue to be indifferent observers of the spontaneous formation of mental health or direct their efforts, reason and will for the benefit of its creation and maintenance, as the most valuable human asset.

#### **ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ ПОВЕДЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ / ПРОЯВЛЕНИЕ ПСИХИКИ И ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ**

**Фурдуй Ф. И., Чокінэ В. К., Глижин А. Г., Березовская Е. С., Булат О. В., Вуду С. Г.,  
Георгиу З. Б., Головатюк Л. Б., Голосеева А. В., Цуркану П. П., Нофит В. А.**

Институт физиологии и санокреатологии, Кишинэу, Республика Молдова, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1313.sudak.ns2020-16/488-489>

Формирование и поддержание здоровья, в том числе и психического, в значительной степени зависит от поведения, роль которого многогранна, неоднаправлена и достаточно пластична. Под поведением понимается не только статическая и динамическая активность, но и вся психическая деятельность, т. е. вся жизнедеятельность человека проявляется через поведение, что и предопределило его роль в формировании и проявлении психики и психического здоровья. Оно экстерииоризирует как внутреннюю, так и внешнюю среду организма, и может выполнять конструктивную, деструктивную либо протекторную функцию.

Поведение выполняет психосаногенную роль, если у субъекта оно адекватно обстоятельствам и ситуациям, обеспечивает реальное ориентирование во времени и пространстве, соответствует



общепринятым правилам, и он способен его контролировать, соблюдая при этом юридические, культурные, моральные и религиозные нормы, не нанося вред себе, другим и природе. Психодиссано- или психопатогенное влияние поведение оказывает в случае, если оно относительно неадекватно отражает внешнюю и внутреннюю среду организма, недостаточно обеспечивает реальное ориентирование во времени и пространстве, контроль над своими действиями затруднен, а его коннотация соответствует поведенческой симптоматике психических расстройств (согласно МКБ-10). Значимость поведения в проявлении психических расстройств установлена в результате анализа системы диагностических критериев нозологических единиц психических расстройств: из 416 нозологических единиц психических расстройств для 356 (85,6%) основными диагностическими признаками являются поведенческие нарушения; диссаногенное поведение проявляется посредством около 90 индикаторов.

Резкая диминуция или нонпсихоактивность приводит к преждевременной деградации психики и психического здоровья.

Повышение саногенного эффекта поведения в формировании и поддержании психического здоровья и диминуция его деструктивной роли возможны за счет: обучения адекватного восприятия внутренней и внешней среды организма; направленного воспитания с раннего детства на принципах санокреатологии, общечеловеческой морали, духовных ценностей, свободы совести и слова, целевых установок по реализации биологической и социальной миссии человека; адаптации его организма к новым жизненным условиям и др.

#### **MULTIFUNCTIONALITY OF BEHAVIOR AND THE FORMATION / MANIFESTATION OF THE PSYCHE AND MENTAL HEALTH**

**Furdui Teodor I., Ciochina Valentina Ch., Glijin Aliona G., Berezovschaia Elena S., Bulat Olga V.,  
Vudu Stela G., Gheorghiu Zinaida B., Golovatiuc Liudmila B., Goloseeva Aalexandra V.,  
Turcanu Parascovia P., Nofit Victoria A.**

The Institute of Physiology and Sanocreatology, Chisinau, the Republic of Moldova, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

The formation and maintenance of health, including mental health, largely depends on behavior, the role of which is multifaceted, multidirectional and rather plastic. Behavior is understood not only as static and dynamic activity, but also all mental activity, i.e., all human life activity is manifested through behavior. That predetermined its role in the formation and manifestation of the psyche and mental health. It exteriorizes both the internal and external environment of the organism, and can perform a constructive, destructive or protective function.

Behavior plays a psychosanogenic role if the subject's behavior is adequate to the circumstances and situations, provides real orientation in time and space, complies with generally accepted rules; and they are able to control it, while respecting legal, cultural, moral and religious norms, without harming themselves, others and nature. Behavioral psychodissano- or psychopathogenic influence is exerted if it relatively inadequately reflects the external and internal environment of the organism, insufficiently provides real orientation in time and space; control over their actions is difficult; and its connotation corresponds to the behavioral symptoms of mental disorders (according to ICD-10). The significance of behavior in the manifestation of mental disorders was established by analyzing the system of diagnostic criteria for nosological units of mental disorders: of the 416 nosological units of mental disorders for 356 (85.6%), the main diagnostic signs are behavioral disorders; dissanogenic behavior is manifested through about 90 indicators.

A sharp diminution or non-psychoactivity leads to premature degradation of the psyche and mental health.

An increase in the sanogenic effect of behavior in the formation and maintenance of mental health and the diminution of its destructive role are possible due to the following: training for an adequate perception of the internal and external environment of the organism, directed education from early childhood on the principles of sanocreatology, universal morality, spiritual values, freedom of conscience and speech, target attitudes for the implementation of the biological and social mission of man; adaptation of their organism to new living conditions, etc.

#### **О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНТИОКСИДАНТНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЦЕЛЯХ ПОДДЕРЖАНИЯ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ**

**Фурдуй Ф.И., Шептицкий В.А., Листопадова Л.А., Гарбузняк А.А.**

Институт физиологии и санокреатологии, Кишинэу, Республика Молдова, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

Анализ возможности использования антиоксидантных микроэлементов в качестве саногенных нутриентов проводился в соответствии с санокреатологической концепцией подбора нутриентов для поддержания психического здоровья, которая базируется на целенаправленном использовании пищевых веществ, обладающих, согласно аксиоматике санокреатологии, преимущественно саногенными эффектами в отношении формирования и поддержания психического здоровья (Фурдуй Ф.И. и др., 2017).

Наряду с омега-3-полиненасыщенными жирными кислотами и флавоноидами, обладающими наибольшим потенциалом воздействия на компоненты психического здоровья, перспективными для поддержания психического здоровья могут быть микроэлементы с выраженными антиоксидантными свойствами (железо, селен, цинк, медь, йод, марганец и другие), участвующие в реализации важных биохимических реакций в нервных клетках. Установлено, что антиоксидантные микроэлементы оказывают положительное действие на формирование когнитивных функций растущего мозга, способствуют их нормализации у молодых людей с дефицитом этих элементов и замедлению угасания когнитивных процессов при старении, а при сокращении их содержания в диете и низком уровне в плазме крови наблюдается снижение уровня когнитивных функций, развитие ряда психических расстройств, в частности, депрессии, деменции, психозов. Саногенный эффект антиоксидантных микроэлементов в отношении психических процессов предопределяется очень высокой восприимчивостью мозга к окислительному повреждению из-за его большой метаболической нагрузки и обилия окисляемых веществ и, по современным данным, связан с их антиоксидантными свойствами и регулирующим влиянием на



поддержание длины теломерной ДНК и активность теломеразы в клетках мозга. В то же время, хроническое высокое содержание в диете марганца, железа, цинка, меди и их избыточное накопление в мозге вызывают нейротоксические эффекты и положительно коррелируют с развитием нейродегенеративных расстройств, включая болезни Паркинсона и Альцгеймера, прионные заболевания. Вместе с тем, лимиты и механизмы саногенного и патогенного влияния антиоксидантных микроэлементов на нейрональные процессы широко дискутируются и требуют дальнейшего исследования как на молекулярно-генетическом, так и на поведенческом уровнях.

Таким образом, до настоящего времени нет достаточно убедительных данных для целенаправленного использования антиоксидантных микроэлементов в целях поддержания психического здоровья.

#### **ON THE POSSIBILITY OF USING ANTIOXIDANT MICROELEMENTS FOR THE MAINTENANCE OF MENTAL HEALTH**

**Furdui T.I., Sheptitsky V.A., Listopadova L.A., Garbuzniac A.A.**

The Institute of Physiology and Sanocreatology, Chisinau, the Republic of Moldova, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

The analysis of the possibility of using antioxidant microelements as sanogenic nutrients was carried out in accordance with the sanocreatological concept of selecting nutrients for maintaining mental health, which is based on the purposeful use of nutrients that, according to the axiomatics of sanocreatology, mainly have sanogenic effects regarding the formation and maintenance of mental health (Furdui T. I. et al., 2017).

Along with omega-3 polyunsaturated fatty acids and flavonoids, which have the greatest potential for affecting mental health components, micronutrients with pronounced antioxidant properties (iron, selenium, zinc, copper, iodine, manganese and others), which are involved in the realization of important biochemical reactions in nerve cells, can be promising for maintaining mental health. It has been established that antioxidant microelements have a positive effect on the formation of cognitive functions of the growing brain, contribute to their normalization in young people with a deficiency of these elements and to a decrease in the extinction of cognitive processes during aging; and, in the case of their decreased content in the diet and their low level in blood plasma, a decrease in the cognitive functions level is observed as well as the development of a number of mental disorders, in particular, depression, dementia, psychoses. The sanogenic effect of antioxidant microelements with regard to mental processes is determined by the very high susceptibility of the brain to oxidative damage due to its high metabolic load and an abundance of oxidizable substances and, according to modern data, is associated with their antioxidant properties and the regulatory effect on maintaining telomere DNA length and telomerase activity in brain cells. At the same time, chronic high levels of manganese, iron, zinc, copper and their excessive accumulation in the brain cause neurotoxic effects and positively correlate with the development of neurodegenerative disorders, including Parkinson's and Alzheimer's diseases, prion diseases. In addition, the limits and mechanisms of the sanogenic and pathogenic effects of antioxidant micronutrients on neuronal processes are widely debated and require further research both at the molecular-genetic and behavioral levels.

Thus, to present day, there is not enough convincing data for the purposeful use of antioxidant microelements in order to maintain mental health.

#### **ПОКАЗАТЕЛИ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ ГЛУТАМАТНОГО И ГЛУТАТИОНОВОГО ОБМЕНА В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ ПРЕНАТАЛЬНО ГИПОКСИРОВАННЫХ КРЫС**

**Хаирова В.Р., Елчиева Н.Я., Гадирова Л.Б.**

Институт Физиологии им. Академика Абдуллы Караева НАН Азербайджана, г. Баку,  
[venerakhairova@yahoo.com](mailto:venerakhairova@yahoo.com)

Основной причиной изучения метаболических изменений в ткани мозга при гипоксических воздействиях является его высокая чувствительность к кислородной недостаточности. Последствия воздействия пренатальной гипоксии зависят от длительности и степени тяжести, а также периода эмбриогенеза. Процессы нейрогенеза на определенных этапах пренатального развития наиболее уязвимы к недостатку кислорода.

С учетом того, что в пренатальном онтогенезе нервной системы глутамат регулирует процессы нейрогенеза и нейропластичности, а тиоловая система участвует в защите нейронов от окислительного стресса, представляется интерес изучение процессов метаболизма глутамата и состояния антиоксидантной системы в головном мозге пренатально стрессированных животных.

Работа выполнена согласно международным правилам и нормам Совета Европейского сообщества об использовании животных для экспериментальных исследований. Опыты проведены на 30-ти дневных белых крысах линии Вистар. Животные были рождены интактными самками и самками, подвергавшимися воздействию умеренной гипоксии (10% кислорода и 90% азота в барокамере с часовой экспозицией) на 8-15-е сутки беременности (соответствует периоду органогенеза). Определялась активность глутаминсинтетазы, глутаминазы и глутатионпероксидазы в митохондриальной фракции некоторых структур головного мозга крыс.

Анализ полученных результатов исследования выявил тенденцию снижения активности глутаминсинтетазы в коре – на 40%, мозжечке – 34% и гипоталамусе – 28%; повышения глутаминазной активности в среднем мозге – на 28%, гипоталамусе – 25%, лимбической и зрительной коре – на 49% и 34%; и повышения активности глутатионпероксидазы в стволе мозга – на 30%, гипоталамусе – 30% и коре – 42% относительно контрольных показателей. Показано, что кора является наиболее восприимчивой к недостатку кислорода структурой головного мозга.

Следовательно, пренатальная гипоксия нарушает процессы глутамат-глутаминового цикла в раннем постнатальном онтогенезе, вызывая усиление синтеза глутамата и замедление реакций обезвреживания аммиака в митохондриях мозга. Повышение активности глутатионпероксидазы свидетельствует об активации молекулярных механизмов антиоксидантной системы, обеспечивающей защиту нейронов от развившегося в результате гипоксии окислительного стресса.

## INDICATORS OF ACTIVITY OF GLUTAMATE AND GLUTATHIONE TURNOVER ENZYMES IN THE BRAIN OF RATS SUBJECTED TO PRENATAL HYPOXIA

Khairova V.R., Yolchiyeva N.Y., Gadirova L.B.

Academician Abdulla Garayev Institute of Physiology, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku  
[venerakhairova@yahoo.com](mailto:venerakhairova@yahoo.com)

The main reason for studying metabolic changes in brain tissue under hypoxic effects is its high sensitivity to oxygen deficiency. The effects of prenatal hypoxia depend on the duration and severity, as well as the period of embryogenesis. The processes of neurogenesis at certain stages of prenatal development are most vulnerable to oxygen deficiency.

Considering that glutamate regulates neurogenesis and neuroplasticity of the nervous system in prenatal ontogenesis, and the thiol system is involved in the protection of neurons from oxidative stress, it was of interest to study the processes of glutamate metabolism and the state of the antioxidant system in the brain of animals, suffered prenatal stress.

This work was carried out in accordance with international guidelines of the Council of the European Community on the use of animals for experimental research. The experiments were carried out on 30-day-old white Wistar rats. The animals were born to intact females and females exposed to moderate hypoxia (10% oxygen and 90% nitrogen in a pressure chamber with hourly exposure) during days 8-15 of pregnancy (corresponds to the period of organogenesis). The activities of glutamine synthetase, glutaminase and glutathione peroxidase were determined in the mitochondrial fraction of different rat brain structures.

An analysis of the results revealed a tendency to decrease glutamine synthetase activity in the brain cortex by 40%, cerebellum - 34% and hypothalamus - 28%; increase in glutaminase activity in the midbrain by 28%, hypothalamus - 25%, limbic and visual cortices - by 49% and 34%; and an increase in the activity of glutathione peroxidase in the brain stem - by 30%, hypothalamus - 30% and brain cortex - 42% compared to controls. It was shown that the cortex was the most susceptible structure of the brain to oxygen deficiency.

Consequently, prenatal hypoxia disrupted the processes of the glutamate-glutamine cycle in early postnatal ontogenesis, caused an increase in the synthesis of glutamate and a slowdown neutralization of ammonia in the brain mitochondria. An increase in the activity of glutathione peroxidase pointed to the activation of the molecular mechanisms of the antioxidant system, which ensures the protection of neurons from oxidative stress resulting from hypoxia.

## ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ МОДИФИКАЦИЙ ЛАКТАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ МОЗГА КРЫС ПРИ ГИПОТЕРМИИ

Халилов Р.А., Джафарова А.М., Ибрагимова З.К., Арсланова Р.М.

Федеральное государственное бюджетное учреждение ВО «Дагестанский государственный университет»,  
г. Махачкала, Россия, [albina19764@mail.ru](mailto:albina19764@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1314.sudak.ns2020-16/491-492>

В последние годы особенности функционирования и регуляции лактатдегидрогеназы (ЛДГ) в мозге млекопитающих привлекают особое внимание исследователей в области нейрофизиологии и нейрохимии. Ранее нами было обнаружено, что активность ЛДГ в мозге при умеренной кратковременной гипотермии значительно изменяются. Эти изменения предположительно связаны с модификациями структуры ЛДГ, которые могут быть оценены посредством анализа спектров её собственной флуоресценции. Опыты были проведены на белых беспородных крысах. Гипотермию вызывали наружным охлаждением животных. Температуру тела крыс снижали до 30°C (кратковременная умеренная гипотермия). Выделение ЛДГ из мозга производили методом фракционирования с помощью сульфата аммония. Очистку ЛДГ выполняли посредством хроматографии и последующей аффинной элюции. Измерения собственной флуоресценции ЛДГ проводили на спектрофлуориметре Hitachi F-7000. Исследование показало, что максимум интенсивности суммарной флуоресценции ЛДГ наблюдается при  $\lambda=333$  нм, что может свидетельствовать об основном вкладе в спектр остатков триптофана. При умеренной гипотермии происходит незначительное снижение интенсивности суммарной и триптофановой флуоресценции ЛДГ. Это может быть связано с изменением конформации фермента, вследствие которой при разворачивании глобулы хромофорные группы ароматических радикалов становятся более доступными для молекул воды с растворенными в ней тушителями или же модификацией триптофановых остатков. Анализ вторых производных суммарной флуоресценции ЛДГ выявил основной отрицательный пик в области 338 нм и плечи в области 327 нм, 352 нм, которые соответствуют флуоресценции триптофана, а также плечи в области 307 нм, 312 нм, соответствующих флуоресценции тирозина. Гипотермия способствует формированию выраженного пика флуоресценции тирозина в области 312 нм и появлению четкого пика при 327. На вторых производных спектров триптофановой флуоресценции ЛДГ контрольных животных обнаруживаются основной отрицательный пик на 330 нм и дополнительные пики на 320 (соответствующие триптофанилам, находящиеся в гидрофобном окружении) и 345 нм (соответствующий триптофанилам, доступным полярному растворителю). Кратковременная гипотермия приводит к формированию плеча на 355 нм. Это свидетельствует о том, что гипотермия затрагивает триптофановые остатки, локализованные на периферии молекулы ЛДГ, тогда как таковые в центре глобулы не меняют свою локализацию. Изменения характера и места локализации пиков на графиках вторых производных флуоресценции указывают на то, что при низких температурах тела в ЛДГ мозга крыс происходят изменения не только в структуре хромофоров, но и в её пространственной конфигурации.

## FLUORESCENT ANALYSIS OF STRUCTURAL MODIFICATIONS OF RAT'S BRAIN LACTATE DEHYDROGENASE IN HYPOTHERMIA

Khalilov Rustam A., Dzharfarova Albina M., Ibragimova Zubariyat K., Arslanova Rukiyat M.

Dagestan State University, Makhachkala, Russia, [albina19764@mail.ru](mailto:albina19764@mail.ru)

In recent years, the features of the functioning and regulation of lactate dehydrogenase (LDH) in the mammalian brain have attracted special attention of researchers in the field of neurophysiology and neurochemistry. Earlier, we found that LDH activity in the rats brain at moderate short-term hypothermia is significantly changed. These changes are supposedly associated with modifications of the LDH structure, which can be estimated by analyzing the spectra of its own fluorescence. The experiments were conducted on white outbred rats. Hypothermia was caused by external cooling of the animals. The body temperature of rats was reduced to 30 °C (short-term moderate hypothermia). LDH was isolated from rat brain by fractionation using ammonium sulfate. Purification of LDH was performed by chromatography and subsequent affinity elution. The intrinsic fluorescence of lactate dehydrogenase was measured on a Hitachi F-7000 spectrofluorimeter. The study showed that the maximum intensity of total LDH fluorescence is observed at  $\lambda = 333$  nm, which may indicate the main contribution to the spectrum of tryptophan residues. With moderate hypothermia, a slight decrease in the intensity of total and tryptophan fluorescence of LDH occurs. This may be due to a change in the conformation of the enzyme, due to which, when the globule unfolds, the chromophore groups of aromatic radicals become more accessible for water molecules with quenchers dissolved in it or a modification of tryptophan residues. An analysis of the second derivatives of the total fluorescence of LDH revealed the main negative peak at 338 nm and shoulders at 327 nm, 352 nm, which correspond to tryptophan fluorescence, as well as shoulders at 307 nm, 312 nm, corresponding to tyrosine fluorescence. Hypothermia promotes the formation of a pronounced peak of tyrosine fluorescence in the region of 312 nm and the appearance of a clear peak at 327. On the second derivatives of the LDH tryptophan fluorescence spectra of control animals, the main negative peak at 330 nm and additional peaks at 320 (corresponding to tryptophan residues in a hydrophobic environment) and 345 nm (corresponding to tryptophan residues accessible to a polar solvent) are detected. Short-term hypothermia leads to the formation of a shoulder at 355 nm. This suggests that hypothermia affects tryptophan residues located on the periphery of LDH molecules, while their localization in the center of the globule does not change. Changes in the nature and location of the peaks in the graphs of the second fluorescence derivatives indicate that at low body temperatures the changes occur not only in the structure of chromophores, but also in conformation of LDH.

## ИММУНОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД КАК ОСНОВНОЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СПЕЦИФИКИ СОЗРЕВАНИЯ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА НА ПРЕНАТАЛЬНОМ ЭТАПЕ ОНТОГЕНЕЗА.

Харламова А.С.<sup>1</sup>, Годовалова О.С.<sup>2</sup>, Прошина А.Е.<sup>1</sup>, Отлыга Д.А.<sup>1</sup>, Савельев С.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – ФГБНУ НИИМЧ, 117418, Москва, ул. Цюрупы, 3; <sup>2</sup> – ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский институт акушерства и гинекологии», Москва

<https://doi.org/10.29003/m1315.sudak.ns2020-16/492-493>

В настоящее время существует недостаток публикаций в области частной неврологии развития человека. Исследование нормального и патологического созревания различных систем и тканей на пренатальном этапе онтогенеза человека связано с работой на аутопсийном материале плодов человека, работа с которым ограничена как принципиальной невозможностью постановки эксперимента, так и с такими факторами как законодательные ограничения, специфика патологоанатомической практики/забора биопсийного материала на местах. Большая часть аутопсийного материала – это образцы формалиновой фиксации, подвергнутые парафиновой проводке. Иммуногистохимический анализ тканей на срезах – распространенный общепринятый стандарт работы с такими образцами. При этом специфика получения и проводки материала предъявляет высокие требования к протоколам исследования. В этой ситуации, иммуноморфологический анализ – сопоставление иммуногистохимического профиля исследуемой области с макроморфологией и цито- и миелоархитектоникой -- является единственным методом исследования, позволяющим косвенно оценить общие закономерности и региональную динамику созревания мозга человека. Иммуноморфологический подход может быть успешно применен как для фундаментального изучения развития мозга человека, выделения основных этапов и гетерохроний развития в пределах крупных отделов мозга, так и для уточнения критериев гестационной зрелости для медицинской практики, а также поиска однозначных критериев и признаков различных патологий развития. Антитела к транскрипционным факторам – на сегодняшний день перспективные маркеры изучения клеточной дифференцировки – позволяют типировать нейробласты той или иной линии в нервной системе еще до появления специфических цитоморфологических признаков или специфичных для зрелых клеток белков, а также определять презумптивные источники миграции для нейробластов нейральной и глиальной линий. С помощью иммуноморфологического подхода в рамках проекта развития мозга лаборатории развития нервной системы ФГБНУ НИИМЧ (подробнее см. <https://brainmicroscopy.com>) была описана динамика функционального созревания первичных обонятельных центров, гетерогенность созревания основных корковых территорий, динамика созревания зрительной коры, включая особенности гирификации в области 17-18 полей.

## IMMUNOMORPHOLOGY IS THE MAIN METODOLOGICAL APPROACH FOR STUDIES OF THE REGIONAL SPECIFIC OF THE HUMAN BRAIN PRENATAL DEVELOPMENT.

Anastasia S. Kharlamova<sup>1</sup>, Olga S. Godovalova<sup>2</sup>, Alexandra E. Proschina<sup>1</sup>, Dmitry A. Otlyga<sup>1</sup>  
and Sergey S. Saveliev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> - Research Institute of Human Morphology, 117418, Tsyurupy st., 3, Russia, Moscow; <sup>2</sup> - Moscow Regional Research Institute of Obstetrics and Gynecology, 101000, Pokrovka st., 22A, Russia, Moscow

The recent data on the prenatal development of human brain are restricted and the key factor of is that human autopsy samples are especially difficult research material demanded special protocols and procedures,



additionally limited by the ethical statements and objective reasons – regional low restrictions and locale pathoanatomical/surgery (in the case of biopsies) practice. Immunohistochemical (IHC) staining is a widely employed methodological standard for detecting proteins on formalin-fixed, paraffin-embedded (FFPE) tissues, which are usually the only material for the fundamental and translational research evidenced from the autopsy material. Thus, immunomorphology (IM) -- IHC applied in concert with cyto- and myeloarchitectonic study -- is still a useful approach to define timing and regional dynamics in the human neurodevelopmental studies. IM could be a useful tool both for the fundamental developmental studies, and for the maturation criterion evaluation and searching for characteristics of the certain pathological development for medical practice. Transcriptional factor antibodies are the recent perspective markers of the cell differentiation research, which allow to specify neuroblasts of the certain neuronal/glial fate choice before the specific cytomorphological features of the mature cells or characteristic cell lineage proteins appear and to identify the presumptive neuronal/glial neuroblasts sources. In the project of the brain development of laboratory of nervous system development RIHM, Moscow (<https://brainmicroscopy.com>) using IM dynamic of the primary olfactory centers functional development (Kharlamova et al., 2014, 2015; Kharlamova and Archakova, 2016; Kharlamova and Shalatonin, 2016), heterochrony of the main cortical subdivision maturation (Kharlamova et al., 2018; Kharlamova and Godovalova, 2018) and the optic cortex developmental timetable, including heterogeneity of the gyrification within the 17-18 cytoarchitectonic areas (Godovalova 2010; Godovalova and Saveliev 2013) were described.

### **ОСОБЕННОСТИ ЭЭГ НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ БОДРСТВОВАНИЯ У ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ И С СИНДРОМОМ РАННЕГО ДЕТСКОГО АУТИЗМА (РДА)**

**Хатламаджиян В.Р.<sup>1</sup>, Харькова Ю.В.<sup>2</sup>, Иванецкая Л.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Южный Федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия; <sup>2</sup>Медицинская научно-производственная фирма общество ограниченной ответственности «Авиценна», Ростов-на-Дону, Россия; [dinovart@yandex.ru](mailto:dinovart@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1316.sudak.ns2020-16/493-494>

Вследствие различных причин, включая совершенствование методов диагностики, растёт частота встречаемости аутизма. Применение ЭЭГ-видеомониторинга в последнее десятилетие обеспечивает высокую точность диагностики в раннем возрасте. Данные, полученные в ходе диагностики, используются при проверке гипотез этиологии синдрома.

Запись ЭЭГ на разных уровнях бодрствования проводилась с помощью многоканального энцефалографа-анализатора ЭЭГА-21/26 «Энцефалан-131-03» (НПКФ «Медиком-МТД», г. Таганрог, Россия). В выборку включены записи ЭЭГ 10 детей с синдромом РДА возрастом 3-4 года, 8 – здоровых детей возрастом 3-4 года, 5 здоровых детей возрастом 10-12 лет. У детей с синдромом РДА в состоянии спокойного бодрствования значения спектральной мощности  $\alpha$ - ритма ниже по сравнению с здоровыми сверстниками,  $\theta$ ,  $\beta$  и  $\Delta$ -ритма – выше (преимущественно в лобных и теменных отведениях), что приближается к показателям здоровых детей старшего возраста и может отражать нарушение развития ЦНС при аутизме, приводящее к снижению уровня произвольного внимания. По сравнению с здоровыми сверстниками, в дремоте у детей с РДА снижены значения спектральной мощности в  $\Delta$ -диапазоне, повышены и генерализированы – в  $\theta$ - и  $\alpha$ - диапазонах (наиболее выражено в лобных, центральных и затылочных отведениях). Во II стадии сна у детей с аутизмом снижена мощность в  $\theta$ - и  $\alpha$ - диапазонах (преимущественно в лобных, центральных и височных отведениях), что может отражать преобладание процессов возбуждения над торможением. В глубоком сне значения спектральной мощности в диапазонах  $\Delta$ ,  $\theta$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  выше у детей с РДА по большинству отведений.

В состоянии бодрствования, дремоты и II стадию сна, межполушарная когерентность в  $\Delta$ ,  $\theta$ ,  $\alpha$ -диапазонах выше у здоровых детей, внутриполушарная – у детей с аутизмом. В глубоком сне наблюдается тенденция к противоположной зависимости.

Полученные данные могут быть использованы в качестве дополнительных критериев при диагностике аутизма и подтверждают гипотезу аномальной структуры нейронных сетей при аутизме (избыточная обработка сенсорной информации локализованными нервными центрами с ослабленными связями между дальними областями мозга).

### **EEG FEATURES AT DIFFERENT LEVELS OF WAKEFULNESS IN HEALTHY CHILDREN AND CHILDREN WITH INFANTILE AUTISM (IA)**

**Khatlamadzhiyan Varteres Radievich<sup>1</sup>, Kharkova Yuliya Vasilyevna<sup>2</sup>, Ivanitskaya Lyudmila Nikolayevna<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>The Southern Federal University, Academy of biology and biotechnology named after Ivanovsky D.I., Rostov-on-Don, Russia; <sup>2</sup>Medical scientifically-production commercial company «Avicenna» a limited liability company, Rostov-on-Don, Russia; [dinovart@yandex.ru](mailto:dinovart@yandex.ru)

The incidence of autism has been increasing because of different causes, including improvement of diagnostic's methods. During the last decade, application of EEG-videomonitoring has been providing in high accuracy of diagnostics in early aged patients. The data obtained during diagnostics are used in hypothesis testing on syndrome's etiology.

EEG recording has been conducted at different levels of wakefulness by using multichannel electroencephalographer-analyzer EEGA-21/26 "Encephalan-13-03"(scientifically-production commercial company "Medicom-MTD", Taganrog, Russia). The following EEG recordings were included in sample: 10 children with infantile autism aged 3-4 years, 8 healthy children aged 3-4 years, 5 healthy children aged 10-12 years. In the state of quiet wakefulness, the values of  $\alpha$ -rhythm spectral power is lower and the values of  $\theta$ ,  $\beta$  and  $\Delta$ -rhythm spectral power is higher (predominantly in frontal and parietal derivations) in children with IA compared to healthy contemporaries, which is closer to values of older healthy children and could reflect developmental abnormalities of CNS in autism, leading to lowering voluntary attention's level. In the drowsiness state, the values of spectral power



in  $\Delta$ -frequency range are lower, whereas the values of spectral power in  $\theta$ - and  $\alpha$ - frequency ranges are higher and generalized (in frontal, central and occipital derivations) in IA group compared to healthy contemporaries. In the sleep second stage spectral power in  $\theta$ - and  $\alpha$ - frequency ranges is lowered (predominantly in frontal, central and temporal derivations) in autistic children, which could reflect prevalence of excitation process over inhibition processes. In deep sleep, the values of spectral power in  $\Delta$ ,  $\theta$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ -frequency ranges is higher in children with IA in most derivations.

In the state of quiet wakefulness, drowsiness and sleep second stage, the mean values of interhemispheric coherence is higher in healthy children in  $\Delta$ ,  $\theta$ ,  $\alpha$ -frequency ranges, the mean values of intrahemispheric coherence is higher in autistic children in the same frequency ranges. In deep sleep, there is the tendency to opposite dependency.

The data obtained can be used as additional criteria in autism diagnostics and confirms the hypothesis on neural network's anomaly structure in autism (excessive sensory information processing by localized neural centers with weakened connections between distant areas of the brain).

## **РОЛЬ ГЕНОВ СИСТЕМЫ МЕТАБОЛИЗМА МОНОАМИНОВ В РАЗВИТИИ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА**

**Хидиятова И.М.<sup>1,3</sup>, Ахмадеева Г.Н.<sup>2,4</sup>, Гилязова И.Р.<sup>1</sup>, Петрова А.Ю.<sup>3</sup>, Байтимеров А.Р.<sup>4</sup>, Магжанов Р.В.<sup>2</sup>, Хуснутдинова Э.К.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук; Уфа, Россия; [imkhid@mail.ru](mailto:imkhid@mail.ru);

<sup>2</sup>Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Республиканская клиническая больница им. Г.Г. Куватова; Уфа, Россия; [nevrolog.ufa@gmail.com](mailto:nevrolog.ufa@gmail.com)

<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Башкирский государственный университет», Уфа, Россия; [elzakh@mail.ru](mailto:elzakh@mail.ru);

<sup>4</sup>ООО «НМХ «МЕДСТАНДАРТ»; Уфа, Россия; [nevrolog.ufa@gmail.com](mailto:nevrolog.ufa@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1317.sudak.ns2020-16/494-495>

Болезнь Паркинсона (БП) — это хроническое прогрессирующее нейродегенеративное заболевание, преимущественно связанное с дегенерацией дофаминергических нейронов черной субстанции. Уже на ранних стадиях заболевания у 90–95% пациентов наблюдаются различные нейропсихологические расстройства: депрессия, тревога, нарушения сна, когнитивные нарушения [Antonini et al., 2012]. Было сделано предположение, что дефицит моноаминов (дофамина, серотонина и ацетилхолина), возникающий в результате нейродегенеративного процесса в различных отделах головного мозга, является общим в патогенезе развития БП и нейропсихологических расстройств [Weintraub et al., 2005; Aarsland et al., 2007; Gómez-Esteban et al., 2009]. Мы провели исследование ассоциаций полиморфных вариантов генов дофаминергической (COMT, DRD1-DRD4, MAO-B, TH1) и серотонинергической (5-HTT, HTR1B, HTR2A, HTR2C, TPH1) систем с развитием нейропсихологических характеристик у 322 пациентов с БП. Для нейропсихологического тестирования использовались шкалы MMSE (когнитивные функции), опросник депрессии Бека, шкала Спилбергера (личностная и реактивная тревожность), анкета оценки ночного сна Вейна. У всех обследованных лиц кровь для ДНК-анализа была получена с их информированного согласия. Генотипирование проведено методами ПЦР и последующего ПДРФ – анализа, статистическая обработка данных – методом однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Установлено, что маркерами генетического риска развития нейропсихологических нарушений являются: генотип rs6275\*A/A гена DRD2 (повышенная тревожность); генотип rs6280\*T/T гена DRD3 (депрессия, особенно ее соматические проявления); аллели TH\*6 и TH\*7 локуса (TCAT)n-повторов гена TH1 (атипичная депрессия с суицидальными идеями); генотип rs4680\*G/G гена COMT (деменция).

*Исследование поддержано грантом РФФИ № 19-015-00331.*

## **THE ROLE OF MONOAMINE METABOLISM SYSTEM GENES IN NEUROPSYCHOLOGICAL MANIFESTATIONS OF PARKINSON'S DISEASE.**

**Khidiyatova Irina M.<sup>1,3</sup>, Akhmadeeva Gulnara N.<sup>2,4</sup>, Gilyazova Irina R.<sup>1</sup>, Petrova Anastasiya Yu.<sup>3</sup>, Baitimerov Azamat R.<sup>4</sup>, Magzhanov Rim V.<sup>3</sup>, Khusnutdinova Elza K.<sup>1,3</sup>**

1- Institute of Biochemistry and Genetics - Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia; [imkhid@mail.ru](mailto:imkhid@mail.ru)

2 - Republican Clinic Hospital; Ufa, Russia; [nevrolog.ufa@gmail.com](mailto:nevrolog.ufa@gmail.com)

3- Bashkir State University; Ufa, Russia; [elzakh@mail.ru](mailto:elzakh@mail.ru)

4- National medical holding «MEDSTANDARD»; Уфа, Россия; [nevrolog.ufa@gmail.com](mailto:nevrolog.ufa@gmail.com)

Parkinson's disease (PD) is a chronic progressive neurodegenerative disease, mainly associated with the degeneration of dopaminergic neurons of the substantia nigra. Early stage Parkinson's disease patients in 90–95% have various neuropsychological disorders: depression, anxiety, sleep disturbances, cognitive impairments [Antonini et al., 2012]. It has been suggested that a deficiency of monoamines (dopamine, serotonin and acetylcholine) resulting from a neurodegenerative processes in various parts of the brain is common in the pathogenesis of PD and neuropsychological disorders [Weintraub et al., 2005; Aarsland et al., 2007; Gómez-Esteban et al., 2009]. We studied the associations of polymorphic variants of dopaminergic (COMT, DRD1-DRD4, MAO-B, TH1) and serotonergic (5-HTT, HTR1B, HTR2A, HTR2C, TPH1) genes with the development of neuropsychological characteristics in 322 PD patients. For neuropsychological testing, MMSE scales (cognitive functions), the Beck depression questionnaire, the Spielberger scale (personal and reactive anxiety), and Vein's night sleep assessment questionnaires were used. All individuals examined gave the informed consent for blood collection and DNA analysis. Genotyping was carried out by PCR and subsequent RFLP analysis; statistical data

processing was performed by the method of one-way analysis of variance (ANOVA). We revealed the following markers of the increased risk for neuropsychological disorders development: rs6275 \* A / A genotype of the DRD2 gene (increased anxiety); genotype rs6280 \* T / T of the DRD3 gene (depression, especially its somatic manifestations); alleles of the TH \* 6 and TH \* 7 locus (TCAT) of the n-repeats of the TH1 gene (atypical depression with suicidal ideation); genotype rs4680 \* G / G of the COMT gene (dementia).

*The study was supported by the RFBR grant No. 19-015-00331.*

## **РИТМЫ МОЗГА И ПЕЙСМЕКЕРНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ МОЛЛЮСКОВ**

**Хлудова Л.К.**

Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия [Khludova@yandex.ru](mailto:Khludova@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1318.sudak.ns2020-16/495-496>

Большинство нейронов в простых нервных системах обладает пейсмерной активностью, которая является эволюционно древнейшим механизмом генерации ритмической активности. Важным свойством этих потенциалов является их эндогенный характер, что показано на полностью изолированных нейронах виноградной улитки *Helix Lucorum*. Даже при полной изоляции нейроны не теряют своих основных свойств: сохраняют пластичность и способность реагировать на внешние и внутренние воздействия. Пейсмерная активность нейронов моллюска охватывает широкий частотный диапазон, включающий все частоты ритмов, регистрируемых от мозга человека и высших животных. Пейсмерные свойства присущи и нейронам мозга высших животных, в частности нейронам таламуса кошки, у которых медленная альфа-активность определяется низкопороговыми ионными каналами  $Ca^{2+}$ , расположенными на соме нейронов, а высокочастотная гамма-активность связана с активацией высокочастотных ионных  $Ca^{2+}$  каналов на дендритах (Llinas, 1997). В соме и на аксонах нейронов моллюсков имеются как низкопороговые, так высокочастотные ионные  $Ca^{2+}$ -каналы, способные генерировать ритмы с частотами от альфа- до гамма. В опытах на полуинтактном препарате виноградной улитки была зарегистрирована спонтанная локальная суммарная ритмическая активность от различных ганглиев от разных участков париеальных ганглиев а также от париеальных, висцеральных, плевральных и церебральных с помощью стеклянных микроэлектродов. Для оценки спектрального состава колебаний использовали быстрое преобразование Фурье для построения периодограмм после оцифровки исходных данных на интервалах 3 с (Shumway, Stoffer 2011). Параметры осцилляций были определены и проанализированы с помощью автокорреляционного, кросс-корреляционного и вейвлет-анализа. Ритмическая активность выглядела как повторяющиеся веретена, которые типичны для деятельности пейсмерков. Амплитуда осцилляций колебалась в пределах от 20 до 35 мкВ. Установлено, что каждый ганглий характеризуется собственной стабильной частотой ритмической активности: для париеальных ганглиев эти частоты колебаний варьировали в диапазоне 0,2 – 55 Гц, для абдоминальных ганглиев – в диапазоне 0,5 - 7 Гц, для плевральных ганглиев – в диапазоне 20 - 40 Гц. Фоновая электрическая активность ганглиев моллюска представлена частотами в диапазоне от 0, 3 до 35 Гц. Высокочастотная активность была зарегистрирована в висцеральном ганглии и представлена группами ПД с изменяющейся амплитудой а также колебаниями в диапазоне от 0,5 до 7 Гц. В париеальных ганглиях наблюдались осцилляции от сверхмедленных 0,2 до высокочастотных 35 (55) Гц. В плевральном ганглии также присутствовала высокочастотная активность ПД 20 – 40 Гц с изменяющейся амплитудой и короткими интервалами между ними. При одновременной регистрации фоновой активности от двух ганглиев наблюдались разные совпадающие по фазе медленные осцилляции 2 Гц и 5 Гц, либо 0,4 Гц и 6 Гц и другие сочетания. При тактильных раздражениях мантии происходила кратковременная депрессия (0,5 с) осцилляций и последующее восстановление активности. Пейсмерная активность нейронов моллюска не только способна обеспечить ритмическую активность в широком диапазоне, но и обладая пластичностью по отношению к сенсорным сигналам, может служить моделью для изучения молекулярных механизмов осцилляторной активности мозга человека.

## **BRAIN RHYTHMS AND PACEMAKER ACTIVITY OF MOLLUSK NEURONS**

**Khludova Ludmila K.**

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Most neurons in simple nervous systems have pacemaker activity, which is the oldest evolutionary mechanism for generating rhythmic activity. An important property of these potentials is their endogenous nature, which is shown on completely isolated neurons of the grape snail *Helix Lucorum*. Even with complete isolation, neurons do not lose their basic properties: they retain plasticity and the ability to respond to external and internal influences. Pacemaker activity of mollusk neurons covers a wide frequency range, including all the frequencies of rhythms recorded from the human brain and higher animals.

Pacemaker properties are also inherent in neurons in the brain of higher animals, in particular those in the cat's thalamus, in which slow alpha activity is determined by low-threshold  $Ca^{2+}$  ion channels located on the soma of neurons, and high-frequency gamma activity is associated with the activation of high-threshold  $Ca^{2+}$  ion channels on dendrites (Llinas, 1997). There are both low-threshold and high-threshold  $Ca^{2+}$ -channels in the soma and on the axons of mollusk neurons that can generate rhythms with frequencies from alpha to gamma.

In experiments on a semi-contact preparation of a grape snail, spontaneous local total rhythmic activity was registered from various ganglia from different sections of the parietal ganglia as well as from the parietal, visceral, pleural and cerebral ones using glass microelectrodes. To estimate the spectral composition of the oscillations, a fast Fourier transform was used to construct periodograms after digitizing the initial data at intervals of 3 seconds (Shumway, Stoffer 2011). Oscillation parameters were determined and analyzed using autocorrelation, cross-correlation, and wavelet analysis. The rhythmic activity looked like repetitive spindles that are typical of pacemakers activities. The amplitude of the oscillations ranged from 20 to 35 m kV. It was found that each ganglion is characterized by its own stable frequency of rhythmic activity: for parietal ganglia, these oscillation frequencies

varied in the range of 0.2-55 Hz, for abdominal ganglia - in the range of 0.5-7 Hz, for pleural ganglia-in the range of 20-40 Hz. The background electrical activity of the mollusk ganglia is represented by frequencies in the range from 0, 3 to 35 Hz. High-frequency activity was registered in the visceral ganglion and represented by groups of AP with varying amplitude and fluctuations in the range from 0.5 to 7 Hz. In the parietal ganglia, oscillations were observed from super-slow 0.2 to high-frequency 35 (55) Hz. The pleural ganglion also had high-frequency AP activity of 20-40 Hz with varying amplitude and short intervals between them.

When recording background activity from two ganglia simultaneously, different phase-matching slow oscillations of 2 Hz and 5 Hz, or 0.4 Hz and 6 Hz, and other combinations were observed. With tactile stimuli of the mantle, a short-term depression (0.5 s) of oscillations occurred and subsequent recovery of activity.

Pacemaker activity of mollusk neurons is not only able to provide rhythmic activity in a wide range, but also having plasticity in relation to sensory signals, it can serve as a model for studying the molecular mechanisms of oscillatory activity of the human brain.

### **ТРЕВОЖНОСТЬ КАК ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННЫХ ДЕТСКО-РОДИТЕЛЬСКИХ ОТНОШЕНИЙ** **Хмелькова М.А.**

Автономная некоммерческая организация высшего образования «Российский новый университет» (АНО ВО «Российский новый университет»), институт психологии и педагогики, кафедра общей психологии и психологии труда, Россия, г. Москва. khmelkova@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m1319.sudak.ns2020-16/496-497>

В современной действительности увеличилось число тревожных людей, отличающихся повышенным беспокойством, эмоциональной неустойчивостью, неуверенностью в себе и завтрашнем дне. Вопрос о причинах возникновения тревожности является центральным при ее изучении и рассматривается как: функция межличностных отношений, в том числе влияния семьи и других типов внесемейного общения (Г.С. Салливен; А.С. Спиваковская, А.И. Захаров, В.И. Гарбузов; Б.И. Кочубей и др.); свойства темперамента, где в качестве основных факторов признаются природные предпосылки – свойства нервной и эндокринной систем, в частности слабость нервных процессов (Н.Н. Данилова; В.С. Мерлин; Я. Стреляну; и др.); порождаемая внутренними конфликтами (Б.И. Кочубей и Е.В. Новикова; В.Н. Мясищев, А.И. Захаров, К. Роджерс, К. Хорни и др.) и т.п.

Анализ научных публикаций, позволил выделить следующие определения понятия «тревожность»: переживание эмоционального дискомфорта, связанное с ожиданием неблагоприятного, с предчувствием грядущей опасности; склонность индивида к быстрому возникновению у него состояния тревоги по поводу реальных или воображаемых опасностей; индивидуальная психологическая особенность, проявляющаяся в склонности человека к частым и интенсивным переживаниям состояния тревоги, а также в низком пороге его возникновения. И.М. Кондаков полагает, если тревога – эмоциональное состояние и эпизодические проявления беспокойства, волнения, то тревожность – устойчивое личностное образование.

Тревожность рассматривается как показатель «преневротического состояния», поэтому важная роль отводится ее профилактике.

Для определения уровня тревожности воспитанников дошкольных учреждений (134 ребенка) и их родителей (92 чел.) применялся тест Р. Тэмпл, М. Дорки, В. Амен "Выбери нужное лицо" и опросник Г.П. Лаврентьевой и Т.М. Титаренко.

Большее количество детей с высоким уровнем тревожности выявлено в младших (50%) и подготовительных (43%) группах, что может свидетельствовать о недостаточной эмоциональной приспособленности ребенка к тем или иным социальным ситуациям: у детей 2-3 лет, это, прежде всего, адаптация к дошкольному учреждению, а у 6-7-летних - принятие новой жизненной позиции («будущий школьник») и новых требований, в связи с этим. В целом по всем группам из 134 воспитанника общее количество с высоким уровнем тревожности составило 45 чел. (34%), со средним уровнем - 62 чел. (46%), с низким - 27 чел. (20%). Наибольший уровень тревожности проявляется в ситуациях, моделирующих отношения «ребенок-ребенок» и «ребенок—взрослый».

По результатам проведенного опросника у родителей нами были выделены четыре группы по оценке восприятия ими уровня тревожности своих детей (в диаде «родитель – ребенок»):

1 группа – совпадение высоких результатов диагностики тревожности у ребенка с восприятием родителем, что ребенок «тревожный» (тревожный – тревожный);

2 группа – несовпадение восприятия родителя (не считает), что ребенок тревожный с высокими результатами диагностики тревожности у ребенка (не тревожный – тревожный);

3 группа – несовпадение результатов восприятия родителем ребенка, что он «тревожный» и низким уровнем тревожности ребенка (тревожный – не тревожный);

4 группа – совпадение результатов восприятия родителем ребенка, что он «не тревожный» и низким уровнем тревожности ребенка (не тревожный – не тревожный);

Тревожность ребенка во многом зависит от уровня тревожности окружающих его взрослых. Высокая тревожность родителя или педагога передается ребенку.

Выявление уровня тревожности позволяет не только построить психолого-педагогическую работу с родителями тревожных детей, но и оценить внутреннее отношение такого ребенка к определенному типу ситуаций и дает косвенную информацию о характере взаимоотношений ребенка со сверстниками и взрослыми в семье и детском саду. Это дает возможность скорректировать поведение и состояние для того, чтобы не травмировать ребенка и при необходимости провести коррекционную работу с целью формирования адекватного уровня тревожности.



## ANXIETY AS A CHARACTERISTIC OF MODERN CHILD-PARENT RELATIONSHIPS

Khmelkova Marina A.

Autonomous Nonprofit Organization of Higher Education "Russian New University" (ANO IN RosNOU), Moscow, Russia, khmelkova@mail.ru

In modern reality, the number of anxious people, characterized by increased anxiety, emotional instability, and uncertainty about themselves and the future, has increased. The question of the causes of anxiety is central and is considered as: the function of interpersonal relationships, including the influence of family and other types of out-of-family communication (G.S. Sullivan; A.S. Spivakovskaya, A.I. Zakharov, V.I. Garbuzov; B.I. Kochubey, etc.); properties of temperament, where the main factors are recognized as natural prerequisites-properties of the nervous and endocrine systems, in particular the weakness of nervous processes (N.N. Danilova; V.S. Merlin; Ya. Strelyau; etc.); generated by internal conflicts (B. I. Kochubey and E.V. Novikova; V. N. Myasishchev, A.I. Zakharov, K. Rogers, K. Horney, etc.), etc.

The analysis of scientific publications allowed us to identify the following definitions of the concept of "anxiety": the experience of emotional discomfort associated with the expectation of trouble, with the anticipation of trouble, with a premonition of imminent danger; the tendency of an individual to a quick rise to his anxiety about real or imagined dangers; the individual psychological characteristics, which is manifested in the tendency of man to frequent and intense feelings of anxiety and a low threshold for its occurrence. I.M. Kondakov believes that if anxiety is an emotional state and occasional manifestations of anxiety, then anxiety is a stable personal education.

Anxiety is considered as an indicator of the "pre-neurotic state", so an important role is given to its prevention.

To determine the level of anxiety of preschool children (134 children) and their parents (92 people), we used the test of R. Tamml, M. Dorki, V. Amen and the questionnaire of G.P. Lavrentieva and T.M. Titarenko.

A greater number of children with high levels of anxiety were found in the younger (50%) and preparatory (43%) groups, which may indicate a lack of emotional adaptation of the child to certain social situations: in children of 2-3 years, this is primarily adaptation to preschool, and in 6-7-year-olds - the adoption of a new life position ("future schoolboy") and new requirements in this regard. In general, for all groups of 134 pupils, the total number with a high level of anxiety was 45 people (34%), with an average level - 62 people (46%), with a low level - 27 people (20%). The highest level of anxiety is manifested in situations that model "child-child" and "child-adult" relationships.

Based on the results of the survey, we identified four groups of parents who assessed their perception of the level of anxiety of their children (in "parent – child" dyad):

Group 1-matching high results of the child's anxiety diagnosis with the parent's perception that the child is "anxious" (anxious – anxious);

Group 2-mismatch of the parent's perception (does not consider) that the child is anxious with high results of the child's anxiety diagnosis (not anxious – anxious);

Group 3-mismatch of the results of the parent's perception of the child that he is "anxious" and the child's low level of anxiety (anxious – not anxious);

Group 4-matching the results of the parent's perception of the child that he is "not anxious" and the child's low level of anxiety (not anxious – not anxious);

The anxiety of a child depends largely on the level of anxiety of the adults around him. High anxiety of a parent or teacher is transmitted to the child.

Identifying the level of anxiety allows not only to build psychological and pedagogical work with parents of anxious children, but also to assess the internal attitude of such a child to a certain type of situation and provides indirect information about the nature of the child's relationships with peers and adults in the family and kindergarten. This makes it possible to correct the behavior and condition in order not to injure the child and, if necessary, to carry out corrective work in order to form an adequate level of anxiety.

## ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ ГЛИОМ ПУТЕМ ПРЯМОЙ ГЕНЕРАЦИИ СИНГЛЕТНОГО КИСЛОРОДА

Хороводов А.П., Блохина И.А., Лежнёв Н.Д., Семякина-Глушковская О.В.

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия; [khorovodov2012@yandex.ru](mailto:khorovodov2012@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1320.sudak.ns2020-16/497-498>

Терапия опухоли головного мозга ставит одну из самых сложных задач в онкологии. Фотодинамическая терапия представляет собой относительно новый метод, основанный на способе, при котором фотосенсибилизаторы (ФС) избирательно накапливаются в опухоли и при воздействии лазерным излучением, генерируют синглетный кислород, оказывающий токсическое действие на опухолевые клетки. Однако ФС обладают низкой специфичностью к различным типам рака и значительно увеличивают стоимость ФДТ. В связи с неутешительными статистическими данными по борьбе с онкологией головного мозга, существует большой интерес к развитию ФДТ без использования ФС. В связи с этим нами была поставлена цель изучить эффект облучения диодным лазером клеток глиомы C6 *in vivo*.

Исследование проводилось на самцах крыс линии Wistar массой 200 гр, возрастом 4 месяца. Клетки глиомы C6 вводили в область коры (Ар-1 мм; L-1 мм; V-1 мм) с использованием шприца Гамильтона в объеме 15 мкл. Все животные были разделены на 3 группы: 1- крысы с глиомой, без терапии; 2 – животные с опухолью, получавшие ФДТ(100мВт/см<sup>2</sup>); 3- здоровые животные, получавшие дозу лазерного воздействия(100мВт/см<sup>2</sup>). Продолжительность жизни оценивали по дополнительным 10 животным в группах 1,2. Спустя 14 дней после инъекции клеток глиомы проводили МРТ анализ, далее со следующего дня животные получали транскраниальную лазерную терапию через день в течении 1 недели. На 21 день после инъекции проводили контрольный МРТ анализ.



В ходе МРТ анализа были выявлено значительное сокращение объема опухоли у животных получавших терапию (6 из 10), по сравнению с группой животных, не получавших терапию. У здоровых крыс, получавших дозу лазерного воздействия, патологических изменений выявлено не было. Важно отметить увеличение продолжительности жизни у дополнительных крыс из группы 2 (7 животных прожили в среднем 40 дней, 1 крыса прожила 80 дней), животные с опухолью без ФДТ прожили в среднем 25 дней.

Таким образом, наши результаты показали высокую эффективность лечения экспериментальной глиомы C6 у крыс путем прямой генерации синглетного кислорода в опухолевых тканях. Полученные данные могут служить платформой для разработки высокоэффективной клинической терапии глиом.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 18-15-00172).

**PHOTODYNAMIC GLIOM THERAPY BY DIRECT GENERATION OF SINGLET OXYGEN**  
**Khorovodov Aleksandr, Blokhina Inna, Lezhnev Nikita, Semyachkina-Glushkovskaya Oxana.**  
Saratov State University, Saratov, Russian Federation; [khorovodov2012@yandex.ru](mailto:khorovodov2012@yandex.ru)

Brain tumor therapy poses one of the most difficult tasks in neurooncology. Photodynamic therapy (PDT) is a relatively new method based on a method in which photosensitizers (PS) selectively accumulate in tumors and, when exposed to laser radiation, generate singlet oxygen, which has a toxic effect on tumor cells. However, PS have low specificity for various types of cancer and significantly increase the cost of PDT. Due to the disappointing statistics on the fight against brain oncology, there is great interest in the development of PDT without using PS. In this regard, we set a goal to study the effect of diode laser irradiation of C6 glioma cells *in vivo*.

The study was conducted on male Wistar rats weighing 200 grams, 4 months old. C6 glioma cells were introduced into the cortex region (Ap-1 mm; L-1 mm; V-1 mm) using a Hamilton syringe in a volume of 15 µl. All animals were divided into 3 groups: 1 - rats with glioma, without therapy; 2 - animals with a tumor receiving PDT (100mW / cm<sup>2</sup>); 3 - healthy animals receiving a laser dose exposure (100mW / cm<sup>2</sup>). Life expectancy was estimated by an additional 10 animals in groups of 1, 2. 14 days after injection of glioma cells, an MRI analysis was performed. Then from the next day the animals received transcranial PDT every other day for 1 week. On 21 day after injection, a control MRI scan was performed.

An MRI analysis revealed a significant reduction in tumor volume in animals receiving therapy (6 out of 10), compared with a group of animals not receiving therapy. In healthy rats receiving a laser dose exposure, pathological changes were not detected. Important note, the increase in life expectancy in additional rats from group 3 (7 animals lived an average of 40 days, 1 rat lived 80 days), animals with a tumor without PDT lived an average of 25 days.

Thus, our studies have shown that treatment of experimental C6 glioma in rats by direct generation of singlet oxygen in tumor tissues is highly effective. This result can serve as a platform for the development of a highly effective clinical treatment of glioma.

*The study was supported by grant from Russian Science Foundation 18-15-00172.*

**К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНЫХ МЕХАНИЗМАХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ТЕЛЕФОНА НА  
СЛУХОВУЮ СИСТЕМУ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ.  
ПОКАЗАТЕЛИ ПРОСТОЙ СЛУХО-МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ КАК МАРКЕРЫ УРОВНЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ.**

Хорсева Н.И.<sup>1,2</sup>, Григорьев П.Е.<sup>3,4,5</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки (ФГБУН) Институт биохимической физики им. Н.М.Эмануэля РАН Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБУН Институт космических исследований РАН, Москва, Россия, [sheridan1957@mail.ru](mailto:sheridan1957@mail.ru)

<sup>3</sup> Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия.

<sup>4</sup> Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия

<sup>5</sup> Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия [grigorievpe@cfuv.ru](mailto:grigorievpe@cfuv.ru)

Проведен анализ изменений параметров простой слухо-моторной реакции (ПСМР) при моно-предъявлении звукового сигнала слева и справа 145 детей и подростков в возрасте 7 – 14 лет (405 измерений), которые находились под наблюдением 2 и более лет в зависимости от изменений режима пользования мобильным телефоном (МТ). Далее были исключены 48 случаев (изменение латерализации использования, например, респондент подносил телефон и к правому и к левому уху, «менял» ведущее ухо и пр.).

Установлены 3 группы изменений по режиму пользования МТ (градиент изменения времени): увеличение времени (группа «меньше - больше»), снижение времени (группа «больше - меньше») и без изменений. Для каждой группы выявлены 4 варианта изменений параметров ПСМР: снижение показателей ПСМР слева (левое ухо) и увеличение справа (правое ухо); снижение показателей слева и увеличение справа и синхронное снижение или увеличение показателей справа и слева.

Проведена оценка силы корреляционной связи (использован линейный коэффициент корреляции Пирсона и проведена оценка статистической значимости): между изменениями градиента изменения времени пользования МТ и ПСМР, а также изменение латерализации эффектов (изменение частоты встречаемости ипси – и контралатеральных эффектов).

Выявлена мультивариантность изменений показателей ПСМР и латерализации эффектов в зависимости от режима пользования МТ.

Мы полагаем, что предложенный подход к анализу изменений простой слухо – моторной реакции и ежедневного времени пользования мобильным телефоном дает возможность предположить некоторые механизмы изменений параметров слухового анализатора в ответ на длительность воздействия электромагнитного излучения МТ. Изменение параметров простой слухо-моторной реакции могут служить маркерами уровня воздействия излучения от мобильных телефонов.

## TO THE QUESTION ABOUT POSSIBLE MECHANISMS OF EFFECT OF ELECTROMAGNETIC TELEPHONE ON THE HEARING SYSTEM OF CHILDREN AND ADOLESCENTS. INDICATORS OF SIMPLE HEARING-MOTOR REACTION AS EXPOSURE MARKERS

Khorseva N.I.<sup>1,2</sup>, Grigoriev P.E.<sup>3,4,5</sup>

<sup>1</sup> Federal state budgetary institution of Russian Academy of Sciences Institute of biochemical physics named after N.M. Emanuel, Moscow.

<sup>2</sup> Federal state budgetary institution of science "Space Research Institute of Russian Academy of Sciences", Moscow, Russia [sheridan1957@mail.ru](mailto:sheridan1957@mail.ru)

<sup>3</sup> V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia,

<sup>4</sup> Tyumen State University, Tyumen, Russia, [grigorievpe@cfuv.ru](mailto:grigorievpe@cfuv.ru)

<sup>5</sup> Sevastopol State University, Sevastopol, Russia, [grigorievpe@cfuv.ru](mailto:grigorievpe@cfuv.ru)

The analysis of changes in the parameters of a simple hearing-motor reaction (SHMR) with mono-presentation of an audio signal to the left and right ears to 145 children and adolescents aged 7-14 years (405 measurements), which were observed for 2 years or more depending on changes in use mobile phone (MP). Then 48 cases were excluded (because of changes in lateralization of use, for example, the respondent brought the phone to both right and left ears, "changed" his leading ear, etc.).

3 groups of changes were established according to the MT usage mode (time change gradient): increase in time (group "less - more"), decrease in time (group "more - less") and without changes. For each group, 4 variants of changes in the SHMR parameters were revealed: a decrease in SHMR indicators on the left (left ear) and an increase on the right (right ear); decrease in indicators on the left and increase on the right and synchronous decrease or increase in indicators on the right and left.

The correlation strength was estimated (a linear Pearson correlation coefficient was used and statistical significance was estimated): between changes in the gradient of changes in MP and SHMR usage time, as well as changes in lateralization of effects (change in the frequency of occurrence of ipsi- and contralateral effects).

The multivariate of changes in the indicators of SHMR and lateralization of effects depending on the mode of use of MP was revealed.

We believe that the proposed approach to the analysis of changes in the SHMR and daily time of using a mobile phone makes it possible to suggest some mechanisms for changing the parameters of the hearing analyzer in response to the duration of exposure to electromagnetic radiation of MP. Changing the parameters of a simple auditory-motor reaction can serve as markers of the level of exposure to radiation from mobile phones.

## ВРЕМЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СПОНТАННОЙ АКТИВНОСТИ ОДИНОЧНЫХ НЕЙРОНОВ ПЕРВИЧНОЙ СЛУХОВОЙ КОРЫ ДОМОВОЙ МЫШИ

Хорунжий Г.Д., Егорова М.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии науки, Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1321.sudak.ns2020-16/499-500>

Нейрофизиологические исследования слуховой системы традиционно сосредоточены на параметрах вызванной активности нейронов. Несмотря на имеющиеся данные о важной роли фоновой импульсации одиночных нейронов сенсорных областей коры в формировании реакций этих нейронов на внешние сигналы, а также о ее вкладе в пластичность нейронального ответа (Curto et al., 2009; Toyozumi et al., 2013), вопрос о функциональной значимости спонтанной активности нейронов слуховой коры для процессов обработки звуковой информации далек от разрешения. Свойства спонтанной активности корковых слуховых нейронов рассматриваются лишь в единичных работах (Егорова, 2005; Komiya, Eggermont, 2000; Seki, Eggermont, 2003). Временная организация спонтанной импульсации одиночных нейронов слуховой коры систематически не исследовалась. Актуальной задачей остается описание временных паттернов спонтанной активности нейронов первичной слуховой коры, а также поиск возможных взаимосвязей между структурой фоновой активности исследуемого нейрона и его локализацией в слуховой коре, строением его частотных областей возбуждения и торможения и характером развития его ответа на сигнал.

В данной работе выполнены регистрация спонтанной активности и анализ ее временной структуры у одиночных нейронов первичных полей слуховой области коры мыши: первичного слухового поля (AI) и переднего слухового поля (AAF). Спонтанная активность всех нейронов отличалась неравномерным распределением импульсов во времени. У подавляющего большинства исследованных нейронов спонтанные разряды объединялись в пачки, содержащие 2 – 22 спайка у разных нейронов. Число спайков в пачках могло отличаться не только у различных нейронов, но и, в узких пределах (2-3 импульса), между разными пачками одного и того же нейрона. Пауза между соседними пачками не превышала 2 секунд. Нейроны с разными типами частотных рецептивных полей достоверно не различались по особенностям временной организации их спонтанной активности. Рассматривается взаимосвязь полученных данных с имеющейся информацией об особенностях суммарной фоновой активности нейронов коры млекопитающих.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 18-015-00188) и средств федерального бюджета по госзаданию на 2018-2020 годы (№ регистрации темы AAAA-A18-118013090245-6)*

## TEMPORAL ORGANIZATION OF SPONTANEOUS ACTIVITY IN SINGLE UNITS OF THE HOUSE MOUSE PRIMARY AUDITORY CORTEX

Gleb D. Khorunzhii, Marina A. Egorova

I.M. Sechenov Institute of evolutionary physiology and biochemistry of Russian academy of sciences. St. Petersburg, Russia

Neurophysiological studies of the auditory system are traditionally focused on the parameters of the neuronal evoked activity. In spite of the data about important influence of the neural spontaneous activity in the sensory cortical areas to the neuronal responses, evoked by external stimuli, as well as to plasticity of these responses (Curto et al., 2009; Toyoizumi et al., 2013), the role of the spontaneous discharges in the auditory cortical neurons for sound processing still remains poorly understood. The properties of spontaneous activity in the primary auditory cortex neurons were considered only in a few researches (Egorova, 2005; Komiya, Eggermont, 2000; Seki, Eggermont, 2003). Thus, the study of spontaneous activity temporal patterns in the auditory cortical neurons as well as searching for correlations between the neuron spontaneous discharges and its location within the auditory cortex, properties of the neuronal receptive fields, dynamics of its evoked response remain the important problem to be resolved.

In present work we recorded spontaneous activity and analyzed its temporal characteristics in single units of the mouse primary auditory cortex (primary auditory field, AI and anterior auditory field, AAF). The data showed that spontaneous discharges of each neuron were distributed in irregular manner over a recording time. The spontaneous spikes of the vast majority of studied neurons both in AI and AAF were integrated into bursts of 2-22 spikes. The spike number in the single burst varied not only between different neurons but also in one and the same unit within 2-3 spikes. The pause between nearby bursts didn't exceed 2 ms. The temporal patterns of the spontaneous activity in the neurons with different types of the frequency receptive fields didn't differ significantly. The relationship between obtained data and available information about the properties of the spontaneous activity of the large populations of cortical neurons is discussed

*The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project 18-015-00188) and by the state budget for state orders for 2018-2020 (state registration № AAAA-A18-118013090245-6).*

Curto C., Sakata S., Marguet S., Itskov V., Harris, K.D. 2009. J. Neurosci., v.29 (34), pp. 10600-10612; Egorova M.A. 2005. J. Evol. Biochem. Physiol., v. 41 (4), pp. 476-480; Komiya H., Eggermont J.J. 2000. Acta Otolaryngol., v. 120(6), pp. 750-756; Seki S., Eggermont J.J. 2003. Hear. Res., v. 180(1-2), pp. 28-38; Toyoizumi, T., Miyamoto, H., Yazaki-Sugiyama, Y., Atapour, N., Hensch, T.K., Miller, K.D. 2013. Neuron, v. 80(1), pp. 51-63.

## **ОЦЕНКА АДАПТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА ДЕВУШЕК ИЗ РАЗНЫХ РЕГИОНОВ ДАЛЬНОГО ЗАРУБЕЖЬЯ НА ЭТАПЕ ДОВУЗОВСКОЙ ПОДГОТОВКИ**

**Хренкова В.В., Абакумова Л.В., Гафиятуллина Г.Ш.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ростов-на-Дону, Россия; vvkhrenkova@gmail.com

Целью работы явилось исследование адаптивных возможностей организма девушек на основе анализа показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР) в условиях относительного функционального покоя.

Через два месяца после начала обучения на подготовительном факультете было обследовано 89 девушек 18-19 лет из трех регионов дальнего зарубежья: Ближнего востока (29 – группа 1), северо-востока Центральной Азии (31 – группа 2) и Центральной Африки (29 – группа 3). ВСР определяли по пятиминутным записям ЭКГ. Особенности механизмов регуляции сердечного ритма (СР) оценивали по временным и спектральным характеристикам ВСР, позволяющим определить генетически детерминированные типы вегетативной регуляции (ТВР). В группе 1 по сравнению с группами 2 и 3 выявлено большее количество девушек с первым ТВР, для которого характерно преобладание центрального контура регуляции (ЦКР) (48,3%, 18,3%, 27,6%, соответственно) и достоверно меньшее количество испытуемых с третьим ТВР (преобладание автономного контура регуляции – АКР) (48,3%, 77,4%, 72,4%) ( $p < 0,05$ ). О преобладании ЦКР СР у большинства представителей группы 1 свидетельствовали значимо меньшие величины временных показателей ВСР по сравнению с группами 2 и 3 (тахикардия зарегистрирована у 62,1% девушек группы 1, у 12,9% группы 2 и у 37,9% группы 3), а также более высокое среднее значение мощности LF и их больший вклад в суммарную мощность спектра (TP), более высокие значения индекса централизации ( $p < 0,05$ ). Соотношение между ЦКР и АКР СР отражает ИН Баевского: у 62,1% испытуемых группы 1 выявлены симпатикотония, у большинства в группах 2 и 3 – эйтония (61,3% и 62,1%, соответственно) ( $p < 0,05$ ). Выраженное преобладание ЦКР СР в условиях функционального покоя отражалось спектральными показателями СР - низкими уровнями TP (380-600 м<sup>2</sup>) и мощности VLF (59-152 м<sup>2</sup>), высоким уровнем мощности LF и их доли в TP до 50%. В каждой группе у 10-20% девушек при высокой мощности TP выявлен низкий уровень мощности VLF (доля в TP – 2-10%), преобладание доли HF (60-87%), при этом уровень ЧСС соответствовал нормокардии и ИН – эйтонии, что могло быть связано с нарушением сердечного ритма.

Таким образом, показано, что адаптивные возможности девушек группы 1 были ниже, чем у остальных испытуемых, это, возможно, обусловлено индивидуальными особенностями ТВР и высоким уровнем психоэмоционального напряжения у них в связи с существенными различиями письменности русского и арабского языков.

## **ASSESSMENT OF ADAPTIVE CAPABILITIES IN THE ORGANISMS OF YOUNG FEMALES FROM VARIOUS DISTANT FOREIGN REGIONS DURING PRE-UNIVERSITY TRAINING**

**Khrenkova V. V., Abakumova L. V., Gafiyatullina G. Sh.**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Rostov State Medical University" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Rostov-on-Don, Russia; vvkhrenkova@gmail.com

The aim of the work was to study the adaptive capabilities of the body of girls based on the analysis of indicators of heart rate variability (HRV) in conditions of relative functional rest.

Two months after the start of studying at the preparatory faculty, 89 girls 18-19 years old from three regions of the far abroad were examined: the Middle East (29 - group 1), northeast Central Asia (31 - group 2) and Central Africa (29 - group 3). HRV was determined by five-minute ECG recordings. Features of the mechanisms of

regulation of heart rhythm (HR) were evaluated by the temporal and spectral characteristics of HRV, which allows us to determine the genetically determined types of autonomic regulation (TAR). In group 1, compared with groups 2 and 3, a greater number of girls with the first TAR were revealed, which is characterized by a predominance of the central regulation contour (CRC) (48.3%, 18.3%, 27.6%, respectively) and a significantly smaller number of girls under study with the third TAR (the predominance of the autonomous regulation contour (ARC)) (48.3%, 77.4%, 72.4%) ( $p < 0.05$ ). The predominance of CRC of HR in most representatives of group 1 was evidenced by significantly lower values of the temporal parameters of HRV compared with groups 2 and 3 (tachycardia was registered in 62.1% of girls in group 1, in 12.9% of group 2 and in 37.9% of group 3), as well as a higher average LF power value and their greater contribution to the total spectrum power (TP), higher centralization index values ( $p < 0.05$ ). The relationship between CRC and ARC of HR reflects Baevsky stress index: 62.1% of the group 1 examined showed sympathicotonia, most of the groups 2 and 3 had eutonia (61.3% and 62.1%, respectively) ( $p < 0.05$ ). The pronounced predominance of CRC of HR in conditions of functional rest is reflected by the spectral parameters of HR - low levels of TP (380-600 m<sup>2</sup>) and power VLF (59-152 m<sup>2</sup>), high levels of LF power and their share in TP up to 50%. In each group, 10-20% of girls with high TP power showed a low level of VLF power (share in TP - 2-10%), the prevalence of HF share (60-87%), while the heart rate monitor corresponded to normocardia and stress index - eutonia, what could be associated with a violation of the heart rhythm.

Thus, it was shown that the adaptive abilities of the girls of group 1 were lower than that of the other examinees, this is probably due to the individual characteristics of TAR and the high level of psycho-emotional stress in them due to the significant differences in the writing of the Russian and Arabic languages.

**ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГРУШЕВИДНЫХ НЕЙРОНОВ В ПЕРЕДНЕЙ ДОЛЕ МОЗЖЕЧКА У ДЕТЕЙ**  
**Цехмистренко Т.А., Мазлов А.Б., Черных Н.А.**

ФГАОУ ВО "Российский университет дружбы народов", Москва, РФ, [tsekhmistrenko\\_ta@pfur.ru](mailto:tsekhmistrenko_ta@pfur.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1322.sudak.ns2020-16/501-502>

Известно, что кора мозжечка в области каудальной части его передней доли является зоной сенсорного представительства руки, которая, в свою очередь, тесно связана с соответствующими функционально детерминированными зонами коры большого мозга. Цель исследования - изучить сроки и темпы возрастных изменений размеров грушевидных нейронов (Гн) в задней части передней четырехугольной дольки (lobulus quadrangularis anterior, pars posterior, H V) у детей от рождения до 12 лет. На постмортальном материале (68 наблюдений) мальчиков, умерших от травм без повреждений мозга, с помощью компьютерной морфометрии на окрашенных по Нислю срезах коры правой и левой долек H V измеряли площадь профильных полей тел Гн в апикальных отделах листов мозжечка. Материал группировали в годовых интервалах. В каждой возрастной группе анализировали размеры 240-250 Гн, вычисляя среднюю величину и ошибку средней. Проверили соблюдение нормальности распределения полученных величин в сравниваемых выборках. Значимость различий среднегрупповых показателей определяли с применением двухвыборочного параметрического t-критерия (при  $p < 0.05 \div 0.01$ ). Установлено, что у новорожденных площадь Гн составляла в коре справа в среднем  $50,9 \pm 1,9$  мкм<sup>2</sup>, слева -  $46,9 \pm 1,3$  мкм<sup>2</sup>. Площадь Гн в H V справа и слева значимо увеличивалась в среднем к 1 году в 2,6-2,7 раза, к 2 годам - в 3,2-3,3 раза, к 5 годам - в 3,5-3,7 раза, к 11 годам - в 4,2-4,4 раза по сравнению с новорожденными. К 12 годам площадь Гн составляла в коре H V справа  $207,2 \pm 6,1$  мкм<sup>2</sup>, слева  $202,6 \pm 6,9$  мкм<sup>2</sup>. У новорожденных все Гн относились к мелкоклеточным размерным классам от 18 до 100 мкм<sup>2</sup>, при этом площадь 74,0-88,0% нейронов составляла от 34 до 66 мкм<sup>2</sup>. К 2-3 годам преобладали Гн средних размерных классов в диапазоне от 110 до 180 мкм<sup>2</sup>, которые составляли 64,0-85,3% от клеточной выборки. К 5 годам увеличивалось число нейронов крупноклеточных классов в диапазоне от 205 до 270 мкм<sup>2</sup>, а к 11 годам - до 290 мкм<sup>2</sup> и более. Межполушарная асимметрия по площади Гн в коре дольки H V передней доли мозжечка у детей не выявлена. Таким образом, наиболее значимые изменения размерных показателей эффекторных нейронов в коре задней части передней четырехугольной дольки мозжечка, включенной в сенсорный анализ при мануальной деятельности, наблюдаются у детей к концу первого года жизни, а также к 2, 5 и 11 годам. Увеличение размеров тел Гн справа и слева происходит синхронно по срокам и темпам, что, по-видимому, обусловлено в основном билатеральным вовлечением дольки H V в распределенные сети, контролирующие движения верхних конечностей, и, по некоторым данным, активирующиеся в процессе речевой артикуляции.

*Публикация подготовлена при поддержке Программы РУДН «5-100».*

**AGE-RELATED CHANGES IN PIRIFORM NEURONS IN THE ANTERIOR LOBE  
OF THE CEREBELLUM IN CHILDREN**

**Tsekhmistrenko Tatiana A., Mazlov Aslan B., Chernykh Nicolas A.**

Peoples Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia, [tsekhmistrenko\\_ta@pfur.ru](mailto:tsekhmistrenko_ta@pfur.ru)

It is known that the cerebellar cortex in the caudal part of anterior lobe of cerebellum is a sensory representation zone of the hand, which is closely related to the corresponding functionally deterministic areas of the human cerebral cortex. The purpose of this work is to study the timing and rate of age-related changes in the size of piriform neurons (Pn) at the posterior part of anterior quadrangular lobule (lobulus quadrangularis anterior, pars posterior, H V) in children from birth to 12 years of age. On post-mortal material (68 observations) from boys who died as a result of injuries without brain damage using computer morphometry on the Nissl-painted slices of the right and left lobes of H V measured the area of the profile fields of Pn bodies in the apical sections of the folia of cerebellum. The material was grouped in annual intervals. In each age group, the sizes 240-250 Pn were analyzed, calculating the average size and error of the average. We checked the normal distribution of the received values in the comparable samples. The significance of the differences in the group average was determined by the use of a two-selective parametric t-criterion (at  $p < 0.05 \div 0.01$ ).



It was established that in newborns the area of Pn was on the right on the right an average of  $50,9 \pm 1,9 \mu\text{m}^2$ , on the left -  $46,9 \pm 1,3 \mu\text{m}^2$ . The area of Pn in H V on the right and left significantly increased by an average of 2,6-2,7 times by 1 year, by 2 years – 3,2-3,3 times, by 5 years - in 3,5-3,7 times, by 11 years - in 4,2-4,4 times compared to newborns. By the age of 12, the area of Pn was in the cortex of lobule H V on the right  $207,2 \pm 6,1 \mu\text{m}^2$ , on the left -  $202,6 \pm 6,9 \mu\text{m}^2$ . In newborns, all Pn were in small cell-sized classes of 18 to  $100 \mu\text{m}^2$ , with an area of 74,0-88,0% of neurons ranged from 34 to  $66 \mu\text{m}^2$ . By the age of 2-3, the average size classes in the range of 110 to  $180 \mu\text{m}^2$ , which were 64,0-85,3% of the cell sample, dominated. By the age of 5, the number of large-cell neurons in the range of 205 to  $270 \mu\text{m}^2$  was increasing, and by the age of 11 to  $290 \mu\text{m}^2$  or more. Inter-hemisphere asymmetry of the Pn size in the cortex of H V at the anterior lobe of the cerebellum in children has not been detected. Thus, the most significant changes in the dimensional indicators of effector neurons in the cortex of the posterior part of anterior quadrangular lobule of cerebellum, which included in sensory analysis in manual activity, are observed in children by the end of the first year of life, and 2, 5 and 11 years old. The increase in the size of gn bodies on the right and left occurs in sync in timing and pace, which appears to be due mainly to the bilateral involvement of the lobule H V in the distributed networks that control the movements of the upper limbs, and, according to some reports, activated during speech articulation.

*The publication has been prepared with the support of the "RUDN University Program 5-100".*

### **СУБЪЕКТИВНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЕ И ЕЕ ДИНАМИКА В СОБСТВЕННОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ**

**Цыганков В.Д., Шарифов С.К.**  
НПК БИОМЕДИС, Москва, Россия

На примере визуализации процессов, происходящих в беспроводном, дистанционном, бесконтактном интеллектуальном интерфейсе «Мозг - нейροкомпьютер» (IBC) – электронном физическом приборе ZENWAVE, выпускаемом в настоящее время серийно, возможно наблюдать ментальные процессы, происходящие в субъективной реальности (CP) «мозга» нейροкомпьютера в его собственном внутреннем масштабе времени. К этому следует добавить, что ZENWAVE, в котором нейροкомпьютер является высокочувствительным приемником и регистратором мысленного дистанционного сознательного намерения человека – пользователя, позволяет сознательно, целенаправленно мысленно выбирать и удерживать желаемый цвет свечения цветowych индикаторов из 8 возможных основных цветов с их оттенками и добиваться 4-х кратного увеличения яркости выбранного цвета. Это все достигается путем создания изначально сильной мотивации или необходимости получить желаемый, например, любимый цвет; умением сконцентрировать свое внимание и волю на поставленной цели, направив свой взор на световые индикаторы; волевым усилием удерживать выбранный цвет и регулировать его яркость. Это и есть медитативная практика, которую практикуют буддийские монахи, например, в Тибете.

Субъективная реальность (CP) в нейροкомпьютере представляет собою динамический процесс в виде меняющегося под воздействием мысли и внешней среды пространственно-временного образа, похожего на BCP – вариацию сердечного ритма (по Р.М.Баевскому) с аналогичными параметрами. Только в нейροкомпьютере в роли сердца выступает электронный пейсмейкер или водитель ритма, модулируемый мыслью или сознанием.

Субъективная реальность и ее образ представляют собою динамическое пространственно-временное виртуальное поле с огромным числом, исчисляемое тысячами, высокочувствительных точек бифуркаций, точек выбора ситуации или нового состояния с двумя или тремя альтернативами с разными вероятностями исхода. Любой человек ежесекундно подсознательно, интуитивно или сознательно делает какой-то выбор в точке бифуркации, т. е. управляет вероятностями своего поведения.

ZENWAVE – это тренажер концентрации собственного внимания с обратной связью, это тренажер и воспитатель своего личного когнитивного базиса. Для детей во время обучения при их гиперактивности и рассеянном внимании прибор – помощник в воспитании доминанты внимания и воли. В докладе будут представлены: действующий серийный образец прибора ZENWAVE, видео иллюстрации динамического образа субъективной реальности (CP) и 5 режимов работы тренажера.

### **SUBJECTIVE REALITY IN A NEURAL COMPUTER AND ITS DYNAMICS AT ITS OWN TIME SCALE**

**Tsygankov V.D., Sharifov S.K.**  
NPK BIOMEDIS, Moscow, Russia

By the example of visualization of processes occurring in the wireless, remote, non-contact intelligent interface "Brain - Neurocomputer" (IBC) - electronic physical device ZENWAVE, currently produced in series, it is possible to observe mental processes occurring in the subjective reality (SR) of the "brain" of the neurocomputer in his own inner time scale. To this it should be added that ZENWAVE, in which the neurocomputer is a highly sensitive receiver and recorder of the mental remote conscious intent of the person who is the user, allows you to consciously, purposefully mentally select and hold the desired color of the glow of the color indicators from 8 possible primary colors with their shades and achieve 4 multiple increase in brightness of the selected color. All this is achieved by creating initially strong motivation or the need to get the desired, for example, your favorite color; the ability to concentrate your attention and will on the set goal, directing your eyes to the light indicators; willpower hold the selected color and adjust its brightness. This is the meditation practice practiced by Buddhist monks, for example, in Tibet. Subjective reality (SR) in a neurocomputer is a dynamic process in the form of a spatio-temporal image that changes under the influence of thought and the external environment, similar to HRV - a variation in heart rate (according to R.M.Baevsky) with similar parameters. Only in a neurocomputer does the role of the heart be played by an electronic pacemaker or pacemaker, modulated by thought or consciousness. Subjective reality and its image are a dynamic spatio-temporal virtual field with a huge number of thousands, of highly sensitive points of bifurcations, points of a choice of a situation or a new state with two or three alternatives with different

probabilities of outcome. Every person every second subconsciously, intuitively or consciously makes some choice at the bifurcation point, i.e., controls the probabilities of his behavior.

ZENWAVE is a feedback trainer of your own attention, it is a trainer and educator of your personal cognitive basis. For children during learning, with their hyperactivity and distracted attention, the device is an assistant in the education of the dominant of attention and will. The report will present: the current serial model of the ZENWAVE device, video illustrations of the dynamic image of subjective reality (SR) and 5 operating modes of the simulator.

### КОРРЕЛЯТЫ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕЛОГО ВЕЩЕСТВА С УРОВНЕМ ВНИМАНИЯ

Чадова И.Н.<sup>1</sup>, Куликова С.П.<sup>1</sup>, Arsalidou M.<sup>2,3</sup>, Матиулко И.С.<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>Лаборатория междисциплинарных эмпирических исследований, Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики", Пермь, РФ. [innachadova@yandex.ru](mailto:innachadova@yandex.ru), [SPKulikova@hse.ru](mailto:SPKulikova@hse.ru)

<sup>2</sup>Лаборатория нейропсихологии, кафедра психологии, Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики", Москва, РФ. [marsalidou@hse.ru](mailto:marsalidou@hse.ru)

<sup>3</sup>Кафедра психологии, Йоркский Университет, Торонто, Онтарио, Канада

<sup>4</sup>Институт нормальной физиологии П.К.Анохина, Москва, РФ. [irinamatulko@gmail.com](mailto:irinamatulko@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1323.sudak.ns2020-16/503-504>

Уровень развития внимания в детском и подростковом периодах во многом определяет эффективность рабочей памяти на протяжении всей дальнейшей жизни. Ранее была обнаружена связь внимания с префронтальными и теменными участками коры головного мозга человека. Однако подобные связи с плотностью белого вещества изучены слабо. Цель работы – выявление связи между уровнем внимания и показателями фракционной анизотропии (ФА) диффузионной МРТ (отражающими уровень миелинизации) в двустороннем верхнем продольном пучке (и его сегментах SLF I-III), дугообразном пучке (AF), а также в мозолистом теле (CC) у детей и подростков. Испытуемые: 14 детей (9–11 лет) и 13 подростков (12–15 лет). Для установления соответствия между набором цветов на экране и цветовым набором на предыдущем слайде применялся тест с шестью уровнями сложности ( $n=1-6$ ). Для каждого уровня измерялась точность выполнения задания ( $m$ -оценка) и время реакции (RT). В детской группе корреляционный анализ выявил повышение  $m$  и сокращение RT при увеличении ФА CC (1, 2 и 3 уровни) ( $p < 0,05$ ). При возрастании ФА в правом SLF 3 (6 уровень), напротив, выявлено снижение  $m$ , а при росте ФА левых SLF 3 и AF – повышение RT для 2,3,4 и 6 уровней ( $p < 0,05$ ). У подростков, наоборот, при повышении ФА в двустороннем SLF 3 (6 уровень) и левом AF (4 уровень) отмечалось снижение RT, что отражает перераспределение ролей между нервными трактами с возрастом. В этой же группе значения ФА левого (2 уровень) и правого (1 уровень) SLF 2 отрицательные коррелировали с  $m$  ( $p < 0,05$ ). Отдельно для лиц женского пола ( $n=13$ ) (без учета возраста) корреляционный анализ выявил только снижение  $m$  (2,3,5 уровни) и только увеличение RT (2 уровень) при росте ФА в правом SLF 1, левом и правом SLF 2, в левом SLF 3 и CC ( $p < 0,05$ ). В мужской ( $n=13$ ) группе, наоборот, установлены прямые связи между  $m$  и ФА в CC (1,3,4 уровни) и в левом SLF 1 (5 уровень), а также обратные связи между RT и ФА этих же пучков (1 уровень) ( $p < 0,05$ ). Интересно, что увеличение ФА с возрастом выявлено у лиц мужского пола во всех исследуемых компонентах белого вещества ( $p < 0,01$ ), кроме CC, а у лиц женского пола, напротив, – только в CC. Для полного понимания влияния белого вещества на становление функции внимания необходимы дальнейшие исследования с учетом пола.

### CORRELATES OF WHITE MATTER'S STRUCTURAL CHARACTERISTICS WITH THE LEVEL OF ATTENTION

Chadova Inna N.<sup>1</sup>, Kulikova Sofya P.<sup>1</sup>, Arsalidou M.<sup>2,3</sup>, Matulko Irina S.<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Interdisciplinary Empirical Studies, Department of Psychology, National Research University Higher School of Economics, Perm, Russian Federation, [innachadova@yandex.ru](mailto:innachadova@yandex.ru), [SPKulikova@hse.ru](mailto:SPKulikova@hse.ru)

<sup>2</sup>Neuropsych Lab, Department of Psychology, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russian Federation, [irinamatulko@gmail.com](mailto:irinamatulko@gmail.com)

<sup>3</sup>Department of Psychology, York University, Toronto, ON, Canada [marsalidou@hse.ru](mailto:marsalidou@hse.ru)

<sup>4</sup>P.K. Anokhin Institute of Normal Physiology, Moscow, Russian Federation

The degree of mental attention in childhood and adolescence determines in the future the effectiveness of working memory (ability to store and manipulate information). Attention has been previously found to be related to the prefrontal and parietal areas of the human cortex. But the relationship between attention and white matter properties are still largely unknown. The goal of this study was to identify the relationships between attention and fractional anisotropy (FA) of diffusion MRI in bilateral superior longitudinal fasciculus (in three subdivisions SLF 1-3), arcuate fasciculus (AF), and corpus callosum (CC) in children and adolescents. Subjects: 14 children (9-11 years) and 13 teenagers (12-15 years). During the experiments participants had to establish a match between the colors on the screen and the colors on the previous slide. The task had six difficulty levels and both performance accuracy ( $m$ -score) and reaction time (RT) were measured. There was a positive correlation for  $m$ -score and a negative correlation for RT with FA in CC (levels 1-3) in the children's group ( $p < 0.05$ ). On the contrary, when FA increases in the right SLF 3 (level 6), there is a decrease in  $m$ -score, and when FA increases in the left SLF 3 and AF, there is an increase in RT at 2,3,4 and 6 levels. In contrast, a decrease in RT with an increase FA of bilateral SLF 3 (level 6) and left AF (level 4) was observed for adolescents, which reflects the redistribution of the roles between fiber tracts with age. FA values of the left (level 2) and right (level 1) SLF 2 negatively correlated with  $m$ -score ( $p < 0.05$ ) in the same group. For females ( $n=13$ ) (regardless the age), there was only a negative correlation for  $m$ -score (2,3,5 levels) and the only positive correlation for RT (level 2) with FA of the right SLF 1, left and right SLF 2, in the left SLF 3 and CC ( $p < 0.05$ ). For males ( $n=13$ ), on the contrary, there were positive correlations between  $m$ -score and FA of the CC (1,3,4 levels) and the left SLF 1 (5 level), and inverse correlations between RT and FA for the same fibers of the white matter (1 level) ( $p < 0.05$ ). Interestingly, an increase in FA with age was found in males in all the components of the white matter ( $p < 0.01$ ), except for the CC, and in females, on the

contrary – only in the CC. Further research is needed, taking into account gender, to fully understand the influence of white matter on the development of mental attention.

**ВЫЯВЛЕНИЕ УТОМЛЕНИЯ В ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОМ СТАТУСЕ  
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ: ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ МАРКЕРЫ  
И ГЕНДЕРНЫЙ АСПЕКТ**

**Чалышева А.А., Логинова Т.П.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр  
«Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», Сыктывкар, Россия;  
achal2011@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m1324.sudak.ns2020-16/504>

Для предупреждения состояния перетренированности целесообразно, помимо проведения мониторинга физиологических показателей, учитывать психофизиологические перестройки в организме спортсменов. Обследовано 65 спортсменов (39 мужчин и 26 женщин), средний возраст  $19.6 \pm 4.9$  лет, КМС, МС Российской Федерации - в подготовительный (сентябрь-октябрь) и соревновательный (февраль) периоды. Для оценки функционального состояния был использован блок психофизиологических методик (Простая зрительно-моторная реакция, Критическая частота слияния световых мельканий) и программы психологических тестов (ведущий метод оценки изменения психологического состояния опросник RESTQ-Sport).

Было показано, что при переходе от подготовительного периода к соревновательному у мужчин показатели стресса-восстановления не претерпевают значимых изменений, в то время как у женщин наблюдается значимое увеличение общего и спортивного стресса на 32% и 35% соответственно и снижение общего восстановления на 42% ( $p < 0.05$ ). Таким образом, было выявлено, что женщины более подвержены стрессу при переходе к соревновательному периоду, мужчин же, соответственно, характеризуют более высокие способности к восстановлению.

Корреляционный анализ не выявил значимой взаимосвязи между показателями общего/спортивного стресса и психофизиологическими в групповой оценке, хотя в индивидуальных случаях можно было говорить о некоторой созависимости показателей в динамике. Так, в выборке женщин с наибольшим увеличением уровня усталости от подготовительного периода к соревновательному происходит и значимое увеличение среднего времени сенсомоторной реакции от 192 мс до 215 мс и соответственное снижение скорости реакции на 12 %. Частота слияния мерцаний при этом снижается до 33 Гц (13 %), что позволяет говорить о возникновении утомления. Среди мужчин подобных изменений не зафиксировано. Таким образом, показатели стресса-восстановления не могут служить валидными предикторами состояния утомления в групповом обследовании, но при значимом повышении определенных специфических показателей можно говорить о вероятном риске психоэмоционального напряжения.

**THE IDENTIFICATION OF FATIGUE IN THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATUS OF HIGHLY QUALIFIED  
ATHLETES: INDIVIDUAL MARKERS AND GENDER ASPECT**

**Chalysheva Anna A., Loginova Tatiana P.**

Federal State Budgetary Institution of Science Federal Research Center "Komi Scientific Center of the Ural Branch  
of the Russian Academy of Sciences", Syktывkar, Russia; achal2011@yandex.ru

To prevent overtraining, it is advisable, in addition to monitoring physiological parameters, to take into account the physiological changes in the body of athletes. 65 athletes (39 men and 26 women), the average age of  $19.6 \pm 4.9$  years, candidates and masters of sport, in the preparatory (September-October) and competitive (February) periods were examined. To assess the functional state, a block of psychophysiological methods (Simple visual-motor reaction, Critical frequency of fusion of light flickers) and a program of psychological tests were used (the leading method for assessing changes in psychological state, the RESTQ-Sport questionnaire).

It was shown that during the transition from the preparatory period to the competitive one, men's stress recovery indicators do not undergo significant changes, while women's ones have a significant increase in general and sports stress by 32% and 35%, respectively, and a decrease in overall recovery by 42% ( $p < 0.05$ ). Thus, it was found that women are more susceptible to stress during the transition to the competitive period, while men, respectively, are characterized by higher recovery abilities.

Correlation analysis did not reveal a significant relationship between indicators of general/sports stress and psychophysiological in the group assessment, although in individual cases it was possible to talk about some correlation of indicators in dynamics. So, in the sample of women with the greatest increase in the level of fatigue from the preparatory period to the competitive period, there is a significant increase in the average sensorimotor reaction time from 192 ms to 215 ms and a corresponding decrease in the reaction rate by 12%. The flicker fusion frequency decreases to 33 Hz (13%), which suggests fatigue. Among men, no such changes were recorded. Thus, indicators of stress recovery cannot serve as valid predictors of the state of fatigue in a group examination, but with a significant increase in certain specific indicators, we can talk about the likely risk of psychoemotional stress.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ БЕЛКОВ СЕМЕЙСТВА СИНУКЛЕИНОВ В МЕХАНИЗМЕ ТОКСИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ДОФАМИНЕРГИЧЕСКИХ НЕЙРОНОВ ЧЕРНОЙ СУБСТАНЦИИ

**К.Д. Чапров<sup>1,\*</sup>, В.В. Голоборщев<sup>1,2</sup>, Е.В. Тетерина<sup>1</sup>, В.Г. Кучеряну<sup>2</sup>,  
член-корреспондент РАН С.Г. Морозов<sup>2</sup>, Р.К. Овчинников<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Институт физиологически активных веществ Российской академии наук, Черноголовка, Россия

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии, Москва, Россия

<sup>3</sup>Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия, \* chaprov@ipac.ac.ru

<https://doi.org/10.29003/m1325.sudak.ns2020-16/505-506>

В молекулярно-клеточных механизмах, приводящих к избирательному поражению дофаминергических нейронов черной субстанции (ЧС) при болезни Паркинсона, ведущую роль играет патологическая агрегация одного из членов семейства синуклеинов, альфа-синуклеина, приводящая к образованию токсических продуктов и потере нормальной функции этого белка. Семейство синуклеинов состоит из трёх белков, альфа-, бета- и гамма-синуклеина, обладающих высокой степенью гомологии на уровне аминокислотной последовательности, что позволяет членам семейства компенсировать нарушение функции одного из синуклеинов. В отличие от альфа-синуклеина, участие двух других членов семейства в патогенезе болезни Паркинсона недостаточно исследовано.

Для изучения роли белков семейства синуклеинов в механизме развития паркинсонического синдрома, индуцированного нейротоксином МФТП, использована линия мышей ТКО с генетической инактивацией всех трёх генов синуклеинов, полученная с помощью последовательного многоэтапного скрещивания линий B6(Cg)-Snca<sup>tm1.2Vlb</sup>, B6(Cg)-Snch<sup>tm1Sud</sup> и B6(Cg)-Snch<sup>tm1Vlb</sup>. В качестве контроля использовали линию C57BL/6J с немодифицированным геномом. В возрасте 12 недель самцам обоих линий внутривенно вводили МФТП (30 мг/кг в сутки) в течение 5 дней. Через 21 день исследовали изменения двигательной функции с помощью батареи базовых поведенческих моторных тестов «перевернутая сетка», «ускоряющийся ротород», «вертикальный шест», а также в установке для анализа походки CatWalk (Noldus). По окончании тестирования производили морфометрический анализ количества дофаминергических нейронов в ЧС и определяли уровни дофамина и его метаболитов в полосатом теле с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии.

У животных обоих генотипов, получавших МФТП, было показано достоверное снижение числа нейронов в ЧС и значительное снижение уровней дофамина и его метаболитов в полосатом теле, но базовые моторные тесты не выявили МФТП-индуцированных изменений ни у ТКО, ни у контрольных мышей. Анализ двигательной функции на установке CatWalk показал, что у животных дикого типа, МФТП достоверно изменяет множество параметров, описывающих походку. В то же время, у ТКО животных под действием МФТП не изменяется ни один из 216 параметров, детектируемых установкой CatWalk Noldus.

Сравнительный анализ двух линий мышей, показал, что белки семейства синуклеинов не оказывают влияния на проявление базовых параметров токсического эффекта суб-хронического воздействия МФТП: ни на гибель дофаминергических нейронов ЧС, ни на обмен дофамина в полосатом теле, ни на базовое моторное поведение животных. Однако, наличие синуклеинов требуется для изменения параметров походки животных, получавших МФТП.

*Поведенческие тестирования и содержание животных осуществлены при финансовой поддержке РФФИ (№ 19-315-90049), анализ ВЭЖХ поддержан грантом РФФИ (№ 18-04-00515), морфометрические исследования поддержаны грантом РНФ (№ 19-14-00064).*

## STUDIES OF THE ROLE OF SYNUCLEIN FAMILY PROTEINS IN THE MECHANISM OF TOXIN-INDUCED DAMAGE OF SUBSTANTIA NIGRA DOPAMINERGIC NEURONS

**Chaprov Kirill D.<sup>1,\*</sup>, Goloborshcheva Valeria V.<sup>1,2</sup>, Teterina Ekaterina V.<sup>1</sup>, Kucheryanu Valeriayn G.<sup>2</sup>,  
corresponding member of the RAS Morozov Sergey G.<sup>2</sup>, Ovchinnikov Ruslan K.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Physiologically Active Compounds Russian Academy of Sciences, Chernogolovka, Russian Federation

<sup>2</sup>Institute of General Pathology and Pathophysiology, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

\* [chaprov@ipac.ac.ru](mailto:chaprov@ipac.ac.ru)

A pivotal role in molecular-cellular mechanisms leading to the selective damage of dopaminergic neurons of the substantia nigra (SNpc) in Parkinson's disease belongs to pathological aggregation of one of the members of the synuclein family, alpha-synuclein, which leads to the formation of toxic products and the loss of normal function of this protein. The synuclein family consists of three proteins, alpha-, beta- and gamma-synuclein. Synucleins have a high homology at the amino acid sequence level, which allows family members to compensate dysfunction of each other. However, unlike alpha-synuclein, the involvement of two other family members in the pathogenesis of Parkinson's disease is not well understood.

To study the role of the synuclein family proteins in the mechanism of the development of MPTP-induced Parkinson-like pathology, we used a TKO mouse line with genetic inactivation of all three synuclein genes obtained by sequential multi-stage crossing of 3 lines: B6(Cg)-Snca<sup>tm1.2Vlb</sup>, B6(Cg)-Snch<sup>tm1Sud</sup> and B6(Cg)-Snch<sup>tm1Vlb</sup>. The C57BL/6J (Charles River) mice line with unmodified genome was used as a control.

12-week old males of both lines received either a daily i.p. injection of 30 mg/kg MPTP or a vehicle for five consecutive days. Three weeks after the last injection animal balance and coordination were assessed using the inverted grid, accelerated rotarod, vertical pole tests, and the Noldus CatWalk gait analysis system. After testing, dorsal striatum biopsies were collected for analysis of dopamine and its metabolites levels by HPLC with electrochemical detection, and histological sections were prepared for morphometric analysis of the number of dopaminergic neurons in SNpc.

Animals of both genotypes receiving MPTP, shown a significant decrease in number of dopaminergic



neurons and in levels of dopamine and its metabolites in the striatum, but basic motor tests did not reveal MPTP-induced changes in TKO or control mice. Analysis of motor function at the CatWalk showed that in wild type mice, MPTP significantly changes many parameters of animal gait. At the same time, no changes for any of the 216 gait parameters assessed by the CatWalk were detected in MPTP-treated TKO animals.

Comparative analysis of two mouse lines showed that the presence of synuclein family proteins is not required for manifestation of the major effects of sub-chronic MPTP treatment: neither dopaminergic neurons death in SNpc, nor dopamine metabolism in the striatum, nor the basic motor behavior tests were found affected. However, the presence of synuclein proteins is required to alter the gait parameters of MPTP-induced animals.

*Behavioural studies carried out by KDCh were funded by RFBR (Grant 19-315-90049), HPLC analysis of dopamine and metabolites was supported by RFBR (Grant 18-04-00515), morphometric analysis was supported by RSF (Grant 19-14-00064).*

## РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ СИСТЕМ «КЛЕТКА-НА-ЧИПЕ»

Черенков И.А.<sup>1,2</sup>, Харанжевский Е.В.<sup>1</sup>, Сафиуллина А.Ф.<sup>1</sup>, Гимаздинова А.Р.<sup>2</sup>, Давлятшин Р.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования Ижевская государственная медицинская академия, Ижевск, Россия; ivch75@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m1326.sudak.ns2020-16/506-507>

Для повышения эффективности взаимодействия в системе «клетка-электрод» в биоэлектрохимических устройствах перспективно использование композитных электродных материалов (КЭМ), полученных методом высокоскоростного лазерного синтеза (ВЛС). Высокоэнергетическое воздействие позволяет получить материалы сложного состава, отличающиеся уникальными электрокаталитическими свойствами. В то же время, накоплен большой опыт использования электроактивных полимеров на основе фенотиазиновых красителей, отличающихся биосовместимостью и хорошо воспроизводимыми электрохимическими характеристиками. Полимерная форма толудинового синего показала эффективность в клеточных биоэлектрохимических системах на основе графитовых электродов.

Целью работы стало исследование процесса электрополимеризации толудинового синего (ТС) на планарном графитовом электроде, модифицированном платиной и рутением методом высокоскоростного лазерного синтеза.

Отличительной особенностью формирования полимера на КЭМ стали высокие значения силы тока (+239 мкА) в области потенциалов +1000 мВ. Эта область потенциалов соответствует образованию радикалов ТС, дающих начало полимеру, а значение силы тока пропорционально количеству окисленного ТС. При потенциале -300 мВ формировался пик восстановления, значения силы тока ( $I_{p}^{red}$ ) которого достигали -123 мкА, а при потенциале +297 мВ получен пик окисления ( $I_{p}^{ox} = +131$  мкА). По мере прохождения циклов электрополимеризации эти пики сглаживались. Вероятно, они соответствуют превращениям мономеров ТС. Одновременно наблюдался рост силы тока в областях -700 мВ (формирование пика восстановления  $I_{p}^{red} = -134,2$  мкА) и +590 мВ (пик окисления  $I_{p}^{ox} = +209$  мкА). Эти пики характеризуют рост полимерной формы ТС.

Полученный полиТС формировал в среде фосфатно-солевого буферного раствора воспроизводимый пик восстановления ( $I_{p}^{red} = -11,3$  мкА) пик окисления выражен слабо.

Таким образом, на планарном графитовом электроде, модифицированном платиной и рутением методом ВЛС, возможно получение полимерной формы ТС, что делает его перспективным для применения в системах «клетка-на-чипе»

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-015-00177а.*

## DEVELOPMENT OF ELECTROCHEMICAL INTERFACE ELEMENTS FOR CELL-ON-CHIP SYSTEMS

Cherenkov Ivan A.<sup>1,2</sup>, Kharanzhevskiy Eugeny V.<sup>1</sup>, Safiullina Ajsylu F.<sup>1</sup>,  
Gimazdinova Aliya R.<sup>2</sup>, Davlyatshin Ravil' I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Udmurt state university, Izhevsk, Russia; <sup>2</sup>Izhevsk state medical academy, Izhevsk, Russia; ivch75@yandex.ru

It is promising to use composite electrode materials (CEM) obtained by high-speed laser synthesis (HLS) to increase efficiency of interaction in the "cell-electrode" system in bio electrochemical devices. High-energy exposure allows to get complex materials with unique electrocatalytic properties. At the same time, we have accumulated a lot of experience in using electroactive polymers based on phenothiazine dyes. The polymers differ in biocompatibility and well-reproducible electrochemical characteristics. It was revealed, the polymer form of toluidine blue is effective in cellular bioelectrochemical systems based on graphite electrodes.

The purpose of the research was to study process of toluidine blue (TB) electropolymerisation on a planar graphite electrode modified with platinum and ruthenium by high-speed laser synthesis.

The formation of the polymer on CEM had some features. They were high value of the current (+239  $\mu$ A) in the potential area +1000 mV. The potential area corresponds to the formation of TB radicals that give rise to the polymer. And the current value is proportional to the amount of oxidized TB. A recovery peak was formed at a potential of -300 mV (the current strength ( $I_{p}^{red}$ ) of which reached -123  $\mu$ A), and an oxidation peak was obtained at a potential of +297 mV ( $I_{p}^{ox} = +131$   $\mu$ A). As the electropolymerization cycles were progressing, these peaks were being smoothed out. They probably corresponded to transformations of TB monomers. Concurrently there was an increase in the current strength in the areas of -700 mV (formation of the recovery peak  $I_{p}^{red} = -134,2$   $\mu$ A) and +590 mV (oxidation peak  $I_{p}^{ox} = +209$   $\mu$ A). These peaks characterized the growth of the polymer form of the TB.

The resulting polyTB formed the reproducible recovery peak in the medium of a phosphate-salt buffer solution ( $I_{p}^{red} = -11,3$   $\mu$ A). The oxidation peak was expressed weakly.

Thus, it is possible to obtain a polymer form of TB on the planar graphite electrode modified with platinum and ruthenium by the HLS method. So it can be used in "cell-on-chip" systems.

*This work was supported by RFBR grant No. 18-015-00177a*

## **ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО ПРАЙМИНГА В ДОШКОЛЬНОМ ВОЗРАСТЕ**

**Черенкова Л.В., Соколова Л.В.**

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; chluciv@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m1327.sudak.ns2020-16/507>

В целях определения специфики реализации процессов антиципации у детей дошкольного возраста проводили сравнение характеристик антиципационной деятельности у детей с типичным развитием 4-х (60 детей), 5-ти (60 детей) и 6 лет (60 детей).

С помощью прайминг-парадигмы исследовали влияние экспозиции предваряющих зрительных объектов разного типа на скорость распознавания тестовых стимулов в зависимости от интервала между тестовым и прайм-стимулами. В качестве тестовых стимулов использовали звуки и изображения зверей, фигуры клякс разной конфигурации, линии разной ориентации, буквы и фотографии фруктов. В качестве прайм-стимулов в центре экрана компьютера предъявляли изображения зверей, комбинированные изображения, содержащие тестовые стимулы, один как общий глобальный элемент изображения, второй как встроенный, локальный элемент изображения для тестовых фигур зверей, клякс и букв, изображения жестов захвата большого и маленького объекта для фотографий фруктов.

Сопоставление данных тестирования антиципационных способностей детей в разных задачах позволяет сказать, что влияние априорной информации на скорость реакции зависит от ее типа и сочетаемости с текущей стимуляцией. При этом возрастные изменения процессов антиципации отмечались только в случаях, когда предваряющие стимулы были иной модальности или представляли собой стимулы сложной конфигурации и изображения жестов захвата. При этом у детей 4-х лет влияние априорной информации отсутствовало полностью. У детей пяти лет по сравнению с шестилетними детьми в этих случаях величина прайминг-эффекта была ниже, а временное окно эффекта облегчения было более узким и сдвинуто в сторону больших значений интервалов между тестовым и прайм-стимулами.

Однако, когда предваряющие стимулы представляли собой простые или знакомые изображения, характеристики прайминг-эффекта у детей 4-6-ти лет достоверно не различались. Это свидетельствует о том, что механизмы антиципации у детей младших возрастных групп могут работать при использовании стереотипных и простых интегральных образов, антиципирующие схемы для которых уже сформированы.

Исследование влияния тренинга на проявление антиципационных способностей детей показало, что детальное ознакомление с будущей априорной и тестовой информацией приводит к увеличению выраженности прайминг-эффекта и расширению временного окна эффекта облегчения.

## **AGE-RELATED CHANGES IN THE VISUAL PRIMING IN PRESCHOOL AGE**

**Cherenkova Ludmila V., Sokolova Lyudmila V.**

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia; chluciv@mail.ru

In order to determine the specifics of the implementation of anticipation processes in preschool children, we compared the characteristics of anticipation activity in children with typical development of 4 (60 children), 5 (60 children) and 6 years old (60 children).

Using the priming paradigm, we studied the effect of preliminary visual stimulation of various types on the speed and accuracy of recognition of test images depending on the interval between test and prime stimuli. As test stimuli we used sounds and images of animals, figures of blots of different configurations, lines of different orientations, letters and photographs of fruits. Images of animals, combined images containing test stimuli, one as a common global image element, the second as an integrated local image element for test figures of animals, blots and letters, image capture gestures of large and small objects for fruit photographs were presented in the center of the monitor screen as a prime stimuli.

A comparison of the testing of anticipatory abilities of children in different tasks allows us to say that the influence of a priori information on the reaction rate depends on its type and compatibility with the current stimulation. Age-related changes in children with the typical development of anticipation processes were noted only in cases when the preceding stimuli were another modality or represented stimuli of a complex configuration and image of capture gestures. In children of five years of age compared with six-year-olds, the size of the priming effect was lower in these cases, and the time window of facilitating was narrower and shifted toward larger values of the intervals between test and prime stimuli.

However, when the preceding stimuli were simple or familiar images, the characteristics of the priming effect in children 4-6 years old did not differ significantly. This suggests that anticipation mechanisms in children of younger age groups can work when using stereotypic and simple integrated images, anticipatory schemes for which have already been formed.

The study of the impact of training on the manifestation of anticipatory abilities of children showed that a detailed acquaintance with future a priori and test information leads to an increase in the severity of the priming effect and the expansion of the time window of the relief effect.

## ТОКСИКО-МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ ГИПЕРЦИКЛ СИАЛОВОЙ КИСЛОТЫ В ИНВАРИАНТНОЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ ПОЛИМОРБИДНОСТИ ПРИ АЛКОГОЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ

Чернобровкина Тамара Васильевна<sup>1,2</sup>, Глушко Анатолий Александрович<sup>1</sup>

1 - ГБУЗ Московский научно-практический центр наркологии (МНПЦ Наркологии) ДЗ Москвы;

2 - Академия последипломного образования ФБГУ ФНКЦ ФМБА России.

Для корреспонденции: [chernobrovkina44@mail.ru](mailto:chernobrovkina44@mail.ru); [gaa.glu@mail.ru](mailto:gaa.glu@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1328.sudak.ns2020-16/508-511>

**Введение и актуальность.** В патогенезе аддиктивных заболеваний условно мы выделили три гиперцикла (Гц): наркогенный, этологический и токсико-метаболический. Наркогенный Гц включает в себя взаимодействие психоактивных веществ (ПАВ) и их метаболитов с нейроактивными медиаторами, рецепторами и их совместное участие в формировании патологического влечения и клинических проявлений синдрома зависимости. Этологический психосоциальный Гц включает в себя психические проявления и поведенческие паттерны. В токсико-метаболическом Гц, например, при хронической алкогольной интоксикации (ХАИ) и алкогольной зависимости, задействованы механизмы индивидуальной чувствительности (толерантности) и развития полиморбидных расстройств. Одним из таких механизмов является модификация трансферрина (Т), носителя железа гликопротеиновой природы, путем отщепления от него концевой сialовой кислоты – СК (асилилирования), с одной стороны, и/или замедления гликозирования Т, с другой. Это приводит к повышению в крови уровня СК и низко-асилилированных, то есть углевод-дефицитных изоформ трансферрина (CDT) (асиало-, моноасиало- и дисиало-Т), что используется в качестве маркерного теста на употребление алкоголя [3,6]. Нами рассматривается интегральная модель токсико-метаболических эффектов СК в ранее описанной инвариантной последовательности кластеров реактивности при ХАИ [4] и основная роль цикла превращений СК в развитии мембранной патологии и полиморбидности.

**Цель** исследования – изучение механизмов формирования полиморбидности при злоупотреблении алкоголем для получения доказательной базы участия сialового токсико-биохимического Гц в мишеневой органопатологии и патогенезе полиморбидности путем воздействия избыточных (нефизиологических) количеств СК на структуру и функции мембран и рецепторов органов и тканей. В задачи входил анализ данных литературы по источникам e-library и результатов собственных клинико-инструментальных исследований 1246 больных алкоголизмом (822 муж и 424 жен), проходящих амбулаторное лечение в филиале №6 МНПЦН, а также клинико-архивных материалов 530 подростков (196 мальчиков и 149 девочек, 12-18 лет), пациентов Детского центра наркологии МНПЦ ДЗМ.

**Результаты и обсуждение.** Аналитический обзор клинических и экспериментальных публикаций позволил систематизировать и оценить кумулятивный вклад эффектов СК в патокинез сопутствующей ХАИ множественной патологии. Фундаментальными конструктами полиморбидности на молекулярном, клеточном, органном и организменном уровнях при алкоголизме могут быть окислительная этанол-зависимая десалинизация и дегидратация основных структур биомембран – гликопротеинов и липопротеинов (гликокаликса), что сопровождается повышением электроотрицательности и изменением проницаемости клеточных мембран и трансмембранных процессов, снижением адгезивных и рецепторных свойств как основных признаков мембранопатии и каналопатии. Кроме того, повышенная электроотрицательность гликопротеинов клеточных мембран способствует их уязвимости со стороны различных биологически активных радикалов и метаболитов, а также повышению свойств иммуногенности, изменению их связывания с природными антителами, модуляции процессов атерогенности и апоптоза. Суммарный эффект определяется такой группой факторов, как пол, возраст, наличие органопатологии (сахарный диабет, ожирение), образ жизни [1,5,9,10,13 и др.]. Высвобождающееся в результате десалинизации алкоголем избыточное количество СК и их накопление при недостаточности нейраминидазы (сиалидазы, ЭК 3.2.1.18), может привести к развитию широкого класса сialiдозов, а при взаимодействии СК со многими эндогенными биологически активными компонентами может запуститься система ниже перечисленных нарушений в организме – воспалительных, иммунных, канцерогенных [7,8,12], составляющих молекулярную основу полиморбидности. 1. Так, этанол-зависимая десалинизация глико- и липопротеинов может инициировать как проатерогенные, так и иммуногенные эффекты в организме не только у больных алкоголизмом, но даже у лиц, лишь изредка употребляющих алкоголь [9, 10]. 2. При избытке СК в циркулирующей крови могут происходить нарушение функций лизосом и генерация «лизосомальных заболеваний» накопления СК, которые приобретают наследственный характер [7]. 3. В норме СК «маскируют» функцию остатков углеводов, которые проявляют антигенные свойства гликопротеинов. При потере СК, в том числе под действием алкоголя, гликопротеины «оголяются», что увеличивает их антигенные свойства и приводит к аутоиммунным процессам, онкологическим заболеваниям. 4. Показано, что «разжижающее» действие этанола на мембраны нервных клеток коррелирует с десалинизацией ганглиозидов, с изменением электростатического заряда мембран нервных клеток и их специфических мозговых функций, с формированием синдромов толерантности и зависимости от этанола [11, 12]. 5. Установлено, что десалинизация гормонов приводит к потере их функциональной активности. 6. Десалинизация сперматозоидов нарушает их способность проникать в яйцеклетку. Кроме того, при десалинизации секрета слизистых оболочек половых путей становится вязкой (что аналогично нарушениям при муковисцидозе). Все это свидетельствует о возможном нарушении алкоголем нормального хода процесса оплодотворения еще до реализации его тератогенных эффектов. 7. Изучение особенностей постнатального онтогенеза крысят, пренатально подвергшихся алкоголизации, выявило повышение гликопротеинов, мукопротеинов и уровня СК, что наблюдается при системных заболеваниях соединительной ткани у взрослых [2, 15]. 8. Как иммуноглобулины, так и эритроциты могут быть десалинированы, в т.ч. и при участии алкоголя, после чего их способность агглютинировать и взаимодействовать с естественными антителами в сыворотке крови изменяется. Это приводит к активации иммуногенных конфликтов в организме, развитию воспалительных реакций и заболеваний соединительной ткани с риском тромбоза, аневризм и микроинсультов [6]. 9. В гематологии также показано ингибирующее

действие этанола на эритропоэз и синтез гема в присутствии Т, а также способность этанола вызывать эритремию [8], нарушать утилизацию железа, вызывать сидероз и патологические высокотоксичные отложения железа [Freedman M. et al., 1975] в печени и других органах и тканях и индуцировать идиопатический гемохроматоз по механизму, отличному от дефицита фолиевой кислоты [Miralles G., Castro del Poso, 1976]. Это заслуживает особого внимания, так как среди изученного нами контингента подростков обоего пола (с диагнозами F 10, F11 или F 19) 69% имели те или иные нарушения общего состава крови, в т.ч. объема эритроцитов, концентрации гемоглобина и величины гематокрита. Также считается, что процесс старения эритроцитов связан с уменьшением содержания сиаловых кислот в их мембране. 10. Алкоголь нарушает сократимость скелетных и сердечных мышц путем изменения структуры миофибриллярных волокон и функции Са-Mg-каналов вследствие десенсилизации и мембранопатий [Rubin E. et al., 1976]. Описанный выше кластер признаков измененной реактивности в механизмах полиморбидности при ХАИ согласуется с ранней концепцией [12,13] о создании алкоголем нового «микроокружения» для рецепторных белков с помощью освобожденных СК из ганглиозидов синаптических мембран, включая дегидратацию и изменение заряда в синапсах, а также и конформации самих рецепторов с нарушением структуры и функций микродоменов мембран и интегративного процесса синаптической передачи, в целом.

**Выводы.** 1. Этиология и особенности полиморбидности, как и избирательность мишенной органопатологии при алкоголизме и наркоманиях обусловлены наряду с конституционально-генетическими факторами реактивности также и типовыми токсико-метаболическими изменениями в организме злоупотребляющих ПАВ. В этих изменениях вызываемый алкоголем феномен десенсилизации Т, а также гликопротеидов и гликолипидов мембранного кликокаликса других функциональных структур играют решающую роль. Нарушения в метаболическом кругообороте СК и множественные сложные эффекты нефизиологических количеств высвобождаемой алкоголем СК представляют собой гиперцикл СК и входят в кластер измененной реактивности, связанный с паттерном органических и системных патологий в инвариантной модели развития алкогольной болезни. 2. Феномен десенсилизации трансферрина и позитивность CDT-теста должны рассматриваться не столько как этиологический биомаркер ХАИ и алкогольной зависимости, но как элемент сиалового токсико-метаболического гиперцикла и базис, закладывающий профиль полиморбидности даже при эпизодической нагрузке алкоголем у подростков и у лиц с низкой толерантностью к этанолу. 3. В клинической аддиктологии CDT-тест может быть использован для выявления множественных органических расстройств и осложнений (полиморбидности) аддиктивной болезни, для мониторинга динамики течения болезни, объективизации резистентности больных к лекарственной терапии и контроля за эффективностью лечения, но не в качестве абсолютного маркера алкоголизации для целей экспертизы и арбитражной практики.

#### Литература

1. Бабинцева Я.Д., Карагодин В.П., Орехов А.Н. Модифицированные циркулирующие липопротеиды низкой плотности патогенетическая значимость в ангиологии. *Ангиология и сосудистая хирургия* 2016 (Том 22, №4): 17-23.
2. Высокогорский В.Е., Арзамасова О.А., Тютюкова Д.М. Уровень гликопротеинов в сыворотке крови и ткани печени крыс, перенесших внутриутробную алкогольную интоксикацию. *Сибирский мед. Журнал* 2011; (2): 41-44.
3. Высокогорский В.Е., Арзамасова О.А., Лукина Н.Ю., Непочатов А.Н. Определение фракции трансферрина (CDT) (диагностика злоупотребления алкоголем) *Наркология* 2012; (2): 33-37.
4. Глушко А.А., Копоров С.Г., Брюн Е.А. Инвариантные кластеры реактивности: ЭЭГ-типология энцефалопатий при болезнях зависимости. Инвариантные кластеры реактивности: ЭЭГ-типология энцефалопатий при болезнях зависимости. XIV междисциплинарный конгресс НЕЙРОНАУКА ДЛЯ МЕДИЦИНЫ И ПСИХОЛОГИИ Судак, Крым, Россия, 30 мая – 10 июня 2018 г. С.156-157 (Рус., англ.).
5. Голованова Н.К., Грачева Е.В., Ильинская О.П., Тарарак Э.М., Проказова Н.В. Сиалидазная активность интимы аорты человека в норме и при атеросклерозе. *Биохимия* 2002; (Т.67, №11): 1490-95.
6. Колпаков С.Г. Разработка методики и устройства для определения периодического употребления алкоголя. *Здоровье и образование в XXI веке* 2017; (Том 19, №8): 105-106.
7. Краснопольская К.Д. Болезнь накопления сиаловой кислоты. Болезнь Салла. Три клинические формы. В кн.: Наследственные болезни обмена веществ. Справочное пособие для врачей. М.: РОО «Центр социальной адаптации и реабилитации детей «Фохат», РИО НИИ общей патологии и патофизиологии РАМН, 2005. С.259-260. (Рус.).
8. Маслак А.С., Костюк О.В., Машейко И.В., Бразалук А.З. Содержание  $\alpha$ -1 кислого гликопротеина и сиаловых кислот в биологических жидкостях у больных с хроническими миелопролиферативными заболеваниями. *Журнал Гродненского мед Университета* 2013; (1): 39-41. (Рус.).
9. Рыжкова А.И., Иванова Е.А., Сухоруков В.Н., Карагодин В.П., Сазонова М.А., Орехов А.Н. Электроотрицательные липопротеиды низкой плотности. *Патогенез* 2016; (том 14, №3): 11-16. (Рус.).
10. Собенин И.А., Феоктистов А.С., Карагодин В.П., Пшежецкий А.В., Орехов А.Н. Липопротеиды низкой плотности в атерогенезе – значение сиаловой кислоты. *Патогенез* 2012; (Т.10, №1): 63-66 (Рус.).
11. Durrie R., Rosenberg A. Anabolic sialosylation of gangliosides in situ in rat brain cortical slices. *J. Lipid research* 1989; (30, №8): 1259-1266 (Engl.).
12. Klemm W.R. Dehydration: a new alcohol theory. *Alcohol* 1990. (7, №1): 49-59 (Engl.).
13. Klemm W.R., Foster D.M. Alcohol, in a single pharmacological dose, decreases brain gangliosides. *Life Sci.* 1986; (V.39): 897-902 (Engl.).
14. Kyoko Tanaka, Tokumaru S., Kojo Sh. Possible involvement of radical reactions in desialylation of LDL. *FEBS Lett.* – 1997; (Vol. 413, N 2): 202-204 (Engl.).
15. Noroncha A.B., Druse M.J. Maternal ethanol consumption and Synaptic Membrane Glycoproteins in Offspring. *J. of Neurosci. Res.* 1982; (8): 83-97 (Engl.).



## TOXIC-METABOLIC HYPERCYCLE OF SIALIC ACID IN AN INVARIANT MODEL OF POLYMORBIDITY DEVELOPMENT IN ALCOHOL DEPENDENCE

Chernobrovkina Tamara V.<sup>1,2</sup>, Glushko Anatoly A.<sup>1</sup>

1-GBUZ Moscow Sci and Practic Center for Addiction of Department Moscow Healthcare (MSPCA).

2- Academy of Postgraduate Education of the Federal Medical and Biological Agency of Russia;

Address to correspondent: [chernobrovkina44@mail.ru](mailto:chernobrovkina44@mail.ru); [gaa.glu@mail.ru](mailto:gaa.glu@mail.ru)

**Introduction and relevance.** In the pathogenesis of addiction diseases (AD), we identified three hypercycles (HC): narcogenic, ethological, and toxic-metabolic. Narcogenic HC includes the interaction of psychoactive substances (surfactants) and their metabolites with neuroactive mediators, receptors and their participation in the formation of pathological attraction and clinical manifestations of addiction syndrome. The ethological psychosocial GC includes psychic manifestations and behavioral patterns in AD. In toxic-metabolic HC, for example, with chronic alcohol intoxication (HAI) and alcohol dependence, mechanisms of individual sensitivity (tolerance) and the development of polymorbid disorders are involved. One of such mechanisms is the modification of transferrin (T), an iron carrier of a glycoprotein nature, by ethanol action - by cleavage of sialic acid - SC (asialylation), on the one hand, and / or by slowing its glycosation, on the other. This leads to an increase in blood levels of SC and low-sialylated, i.e. carbohydrate-deficient (asialo-, monosialo- and disialo-) transferrin isoforms (CDT), which used as a marker test for alcohol consumption [3, 6]. We consider an integrated model of the toxic-metabolic hypercycle of SC in an invariant sequence of reactivity clusters in HAI [4] and basic role of hypercycle of SC in membrane pathologies and the development of polymorbidity. The goal was to study the mechanisms of the formation of polymorbidity in alcohol abuse in order to obtain an evidence base for the participation of sialic toxico-biochemical hypercycle in the pathogenesis of polymorbidity by means of effects of excess (non-physiological) amounts of SC on the structure and functions of membranes and receptors of organs and tissues. Tasks included analysis of literature data on e-Library sources and the results of their own clinical and instrumental studies of 1246 adult alcoholics patients (822 men and 424 women) undergoing outpatient treatment in department No 6 of MSPCA and archival materials from 530 teenagers (196 boys, 149 girls, 12-18 years), patients of Children's Center for addiction of MSPCA of DZM.

**Results.** An analytical review of clinical and experimental publications made it possible to systematize and evaluate the cumulative contribution of SC effects to the pathokinesis of comorbidity in chronic alcohol intoxication. The fundamental constructs of polymorbidity at the molecular, cellular, organ and organismal levels in alcoholism can be proven oxidative ethanol-dependent desialization and dehydration of the main structural components of biomembranes – glycoproteins and lipoproteins (glycocalyx), which is accompanied by an increase in the electronegativity of their cell membranes and the change of cell membrane permeability and transmembrane processes, a decrease in the function of plasticity - the main signs of *membranopathy* and the *channalopatia*. In addition, the increased electronegativity of cell membrane glycoproteins leads to their vulnerability to various biologically active radicals and metabolites, as well as to an increase in immunogenicity, changing their binding to natural antibodies, to modulating the processes of atherogenicity and apoptosis. The total effect is determined by a group of factors, as gender, age, the organo-pathology (diabetes, obesity), lifestyle [1,5,9,10,13, etc.]. Released as a result of desialization by alcohol SC are normally destroyed by a neuraminidase (sialidase, EC 3.2.1.18), but if this enzyme is deficient, the accumulation of SC can lead to the development of a wide class of sialidoses, and, when interacting with many components, indirectly cause a system of disorders in the body: inflammatory, immune, carcinogenic in nature – the molecular basis of polymorbidity [7,8,12]. Changes in the metabolic cycle of SC, as a rule, are associated with the development of an invariant pattern of organ and system pathologies, such as. **1.** So, ethanol-dependent desialization of glyco- and lipoproteins can initiate both pro-atherogenic and immunogenic effects in the body not only in patients with alcoholism, but even in individuals who only occasionally drink alcohol [9,10]. **2.** With an excess of SC in the circulating blood, the generation of "lysosomal diseases" of accumulation occurs [7]. Normally, SCS "mask" the function of sugar residues, which exhibit antigenic properties of glycoproteins. When the SC is lost, the glycoproteins are "stripped", which increases their antigenic properties and leads to autoimmune processes and cancer. **3.** Diluting effect of ethanol on the membranes of nerve cells is correlated with the desialization of gangliosides, with a change in the electrostatic charge of the membranes of nerve cells and their specific brain functions, the formation of syndromes of tolerance and dependence on ethanol [11, 12]. **4.** It was found that the desialization of hormones leads to the loss of their functional activity. **5.** Desialization of sperm disrupts their ability to penetrate into the egg. In addition, during desialization, the secretion of the mucous membranes of the genital tract becomes viscous (which is similar to violations in cystic fibrosis). This shows a possible violation by the alcohol of the normal course of the fertilization process even before the teratogenic alcohol effects themselves realization. **7.** A study of the features of postnatal ontogenesis of rat pups prenatally subjected to alcoholization revealed an increase in glycoproteins, mucoproteins and the level of SC, as is observed with systemic diseases of connective tissue in adults [2, 15]. **8.** Both immunoglobulins and erythrocytes can be desialized, after which their ability to agglutinate and interact with natural antibodies in blood serum changes. This gives rise to the activation of immunogenic conflicts in the body, the development of inflammatory reactions and connective tissue diseases with risk of thrombosis, aneurysms and microstrokes [6]. **9.** Hematology also shows the inhibitory effect of ethanol on erythropoiesis and heme synthesis in the presence of transferrin, as well as its ability to cause erythremia [8], disrupt iron utilization, cause siderosis and pathological highly toxic deposits of iron [Freedman M.L. et al., 1975] in the liver and other organs and tissues and induce ideopathic hemochromatosis by a mechanism different from folate deficiency [Miralles G., Castro del Poso, 1976]. This deserves special attention, since among the contingent of adolescents of both sexes (with diagnoses F 10, F11 or F 19) used by us, 69% had some or other violations of the general composition of the blood, including the volume of red blood cells, the concentration of Hb, and the value of hematocrit. It is also believed that the aging process of red blood cells is associated with a decrease in the content of sialic acids in their membrane. **10.** Alcohol is known to disrupt the contractility of skeletal and cardiac muscles by changing the structure of myosin fibers and the function of Ca-Mg channels due to desialization and membranopathies [Rubin E. et al., 1976]. The described cluster of altered reactivity in the mechanisms of polymorbidity in HAI is consistent with the early concept [12,13] of creating a new "microenvironment" for receptor proteins with alcohol using liberated SCs from gangliosides of synaptic membranes, including dehydration and charge changes in synapses, as well as conformation itself

receptors with a violation of the structure and functions of the microdomains of membranes and the integrative process of synaptic transmission, in general. **Conclusions.** 1. The etiology and characteristics of polymorbidity, as well as the selectivity of organopathology targets in alcoholism and drug addiction, are caused, along with constitutional and genetic reactivity factors, by typical toxic and metabolic changes in the body of people who use psychoactive substances. In these changes, the alcohol-induced phenomenon of desialization of T, as well as glycoproteins and glycolipids of the membrane clivocalyx of other functional structures, play a decisive role. Disorders in the metabolic circuit of SCs and the multiple complex effects of nonphysiological amounts of alcohol released by SCs are a hypercycle of SCs and are included in the cluster of altered reactivity associated with the pattern of organ and systemic pathologies in an invariant model of the development of alcoholic disease. 2. The phenomenon of transferrin desialization and the positiveness of the CDT test should be considered not as an etiological biomarker for HAI and alcohol dependence, but as an element of the sialic toxic-metabolic hypercycle and a basis that establishes the polymorbidity profile even with episodic alcohol loading in adolescents and in people with low ethanol tolerance. 3. In clinical addictology, the CDT test can be used to detect multiple organ disorders and complications of an addictive disease, to monitor the dynamics of the course of the disease, to objectify patients' resistance to drug therapy and to monitor the effectiveness of treatment, but not as an absolute marker of alcoholization for expert examination and arbitration practice.

#### References

1. Babintseva Y.D., Karagodin V.P., Orekhov A.N. Modified circulating low lipoproteins density: Pathogenetic significance in angiopathy. *Angiology and Vascular Surgery* 2016 (Volume 22, No. 4): 17-23.
2. Vysokogorsky V.E., Arzamasova O.A., Tyutikova D.M. Serum and Tissue Glycoproteins the liver of rats undergoing intrauterine alcohol intoxication. Serum and Tissue Glycoproteins the liver of rats undergoing intrauterine alcohol intoxication. *Siberian Medical Journal* 2011; (2): 41-44.
3. Vysokogorsky V.E., Arzamasova O.A., Lukina N.Yu., Nepochatov A.N. Determination of transferrin fraction (CDT) (diagnosis of alcohol abuse) *Narcology* 2012; (2): 33-37.
4. Glushko A.A., Koporov S.G., Bryun E.A. Invariant reactivity clusters: EEG typology of encephalopathy in addiction diseases. Invariant reactivity clusters: EEG typology of encephalopathy in addiction diseases. XIV int. Interdisciplinary Congress NEURO SCIENCE FOR MEDICINE AND PSYCHOLOGY Sudak, Crimea, Russia, May 30 - June 10, 2018 P.156-157 (Rus., Eng.).
5. Golovanova N.K., Gracheva E.V., Ilyinskaya O.P., Tararak E.M., Prokazova N.V. Sialidase activity human aortic intima are normal in case of atherosclerosis. *Biochemistry* 2002; (T.67, No.11): 1490-95.
6. Kolpakov S.G. Development of methods and devices for determining the periodic use of alcohol. *Health and education in the XXI century* 2017; (Volume 19. No. 8): 105-106.
7. Krasnopolskaya K.D. Sialic acid accumulation disease. Sall's disease. Three clinical forms. In: Inherited metabolic diseases. Reference manual for doctors. M.: ROO "Center for Social Adaptation and Rehabilitation of Children" Fohat ", RIO Research Institute of General Pathology and Pathophysiology RAMS, 2005. P.259-260. (Rus.).
8. Maslak A.S., Kostyuk O.V., Masheiko I.V., Brazaluk A.Z. The content of  $\alpha$ -1 acid glycoprotein and sialic acids in biological fluids in patients with chronic myeloproliferative diseases. *Journal of Grodno Med. University* 2013; (1): 39-41. (Rus.).
9. Ryzhkova A.I., Ivanova E.A., Sukhorukov B.N., Karagodin V.P., Sazonova M.A., Nuts A.N. Electronegative low density lipoproteins. *Pathogenesis* 2016; (Volume 14, No 3): 11-16. (Rus.).
10. Sobenin I.A., Feoktistov A.S., Karagodin V.P., Pshezhetsky A.V., Orekhov A.N. Low density lipoproteins in atherogenesis - the value of sialic acid. *Pathogenesis* 2012; (T. 10, No. 1): 63-66. (Rus.).
11. Durrie R., Rosenberg A. Anabolic sialosylation of gangliosides in situ in rat brain cortical slices. *J. Lipid research* 1989; (30, No. 8): 1259-1266 (Engl.).
12. Klemm W.R. Dehydration: a new alcohol theory. *Alcohol* 1990. (7, No. 1): 49-59 (Engl.).
13. Klemm W.R., Foster D.M. Alcohol, in a single pharmacological dose, decreases brain gangliosides. *Life Sci.* 1986; (V.39): 897-902 (Engl.).
14. Kyoko Tanaka, Tokumaru S., Kojo Sh. Possible involvement of radical reactions in desialylation of LDL. *FEBS Lett.* 1997; (Vol. 413, N 2): 202-204 (Engl.).
15. Noroncha A.B., Druse M.J. Maternal ethanol consumption and Synaptic Membrane Glycoproteins in Offspring. *J. of Neurosci. Res.* 1982; (8): 83-97 (Engl.).

#### НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ

Черномурова П.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный Сибирский научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», Красноярск, Россия; [pchernomurova@mail.ru](mailto:pchernomurova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1329.sudak.ns2020-16/511-512>

Высокая интенсивность физических нагрузок, влияние соревновательных стресс-факторов, желание соответствовать ожиданиям родителей определяют экстремальность условий в детско-юношеском спорте. Доказанным фактом является то, что чрезмерность физических нагрузок, высокое нервно-мышечное напряжение приводят к усилению соматических симптомов, психическому истощению, снижению адаптационных возможностей. Детско-юношеский спорт можно назвать «специальными условиями труда с наличием профессиональных рисков», при которых необходимо проводить оценку функционального состояния нервной системы. Меры по медицинскому и психологическому сопровождению в детско-юношеском спорте должны быть направлены на определение коррелятов психологического здоровья, разработку коррекционно-развивающих технологий, направленных на здоровьесбережение.

Целью данного исследования являлось изучение нейропсихологических и психофизиологических коррелятов, определяющих психологическое здоровье спортсменов.

Выборка исследования представлена 24 мальчиками в возрасте 7-10 лет, занимающихся хоккеем с шайбой на протяжении 3-5 лет.

Методы исследования включали анализ и обобщение научной и методической литературы по выбранной теме, методы беседы, сбора анамнеза, психофизиологического и психодиагностического тестирования с использованием стандартизированных, валидных проб и методик, подобранных с учетом возраста испытуемых: теппинг-тест, РДО, ПСМР, проба Шульте, условные реакции выбора, опросник детской депрессии М.Ковач (в адаптации А.Подольского, П.Хейманс), шкала явной тревожности для детей (в адаптации А.М. Прихожан), методика «Какой я?» (модификация методики О.С. Богдановой). Статистическая обработка полученных данных выполнена методом ранговой корреляции Спирмена.

Данные корреляционного анализа указывают на наличие обратной взаимосвязи между нарастанием признаков депрессии и тревожности и свойством силы нервной системы ( $r=-0,392$ ,  $p=0,055$ ), ( $r=-0,457$ ,  $p=0,028$ ). Также выявлена обратная корреляция между уровнем тревожности и лабильностью нервной системы ( $r=-0,464$ ,  $p=0,025$ ). Установлена положительная взаимосвязь между нарастанием признаков депрессии и улучшением показателей точности реагирования, баланса нервной системы ( $r=0,394$ ,  $p=0,058$ ). Также обнаружено наличие обратной взаимосвязи между функциями регуляции и контроля и свойством силы нервной системы ( $r=-0,381$ ,  $p=0,057$ ).

#### **NEUROPSYCHOLOGICAL AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL CORRELATES OF PSYCHOLOGICAL HEALTH OF YOUNG ATHLETES** **Chernomurova Polina A.**

The Federal State-Financed Institution Federal Siberian Research Clinical Centre, Federal Medical Biological Agency of Russia, Krasnoyarsk, Russia; [pchernomurova@mail.ru](mailto:pchernomurova@mail.ru)

Intensive trainings and physical activity, competitive stress, want to bring joy to parents are connected by children's sports and extreme conditions. High physical activity, psychological and muscular tension increase somatic symptoms, deplete the psyche, reduce the possibilities of adaptation. Children's sports are "special working conditions, professional risks," so it is necessary to assess the functional state of the nervous system. The essence of medical and psychological support should be aimed at determining correlates of psychological health, development of corrective and health-saving technologies.

The purpose of research - neuropsychological and psychophysiological correlates of psychological health of athletes.

The 24 of the hockey player at the age of 7-10 were explored (3-5 years of experience).

Methods of research: analysis of the scientific literature, interview, psychophysiological methods, psychodiagnostics (tapping test, RDO, PSMR, Schulte table, conditioned reactions, The Children's Depression Inventory (CDI), Children's Manifest Anxiety Scale (CMAS), Children's Manifest Anxiety Scale), method "Which me?" (Modification of O.S. Bogdanova's technique). Methods to calculate correlation - Spearman's rank correlation.

Results: The inverse relationship between increase of symptoms of a depression and anxiety and force of nervous system ( $r=-0,392$ ,  $p=0,055$ ), ( $r=-0,457$ ,  $p=0,028$ ), negative correlation between the level of anxiety and lability of nervous system ( $r=-0,464$ ,  $p=0,025$ ), positive correlation between increase of symptoms of a depression and improvement of indicators of accuracy of reaction, balance of nervous system ( $r=0,394$ ,  $p=0,058$ ) are found. Also found is a negative relationship between regulation and control functions and force of nervous system ( $r=-0,381$ ,  $p=0,057$ ).

#### **ГЛИАЛЬНЫЕ ПЕРЕСТРОЙКИ В МОЗГЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ**

**Чиженкова Р.А., Сафрошкина А.А.**

Институт биофизики клетки РАН, г. Пущино, Россия, [Chizhenkova@mail.ru](mailto:Chizhenkova@mail.ru)

Рассмотрены результаты исследований морфологических перестроек в коре больших полушарий головного мозга, возникающих под влиянием постоянного магнитного поля (ПМП). Воздействие ПМП интенсивностью 460 э в течение 3 мин., 15 мин. и 1 часа у бодрствующих необезбуженных кроликов вызывало в сенсомоторной коре изменения общего числа нейроглиальных элементов, а также общего числа перинеурональных сателлитов. Основным эффектом преимущественно заключался в увеличении этих чисел при воздействии ПМП. Максимальные сдвиги имели место при воздействии ПМП в течение 15 мин. При этом уровень увеличения общего числа клеток глии, а также общего числа перинеурональных сателлитов достигал почти 40%. Более продолжительное воздействие ПМП уменьшало выраженность реакции. Одновременно проанализированы числа перинеурональных сателлитов, находящихся у отдельных нейронов. Число выявляемых сателлитов колебалось от 0 до 4. В результате такого анализа было выявлено увеличение числа случаев с отсутствием перинеурональных сателлитов у нейронов, что было наиболее выражено при воздействии ПМП в течение 15 мин.. Сделан вывод о наличии сложной динамики морфологических перестроек, вызываемых воздействием ПМП. Предполагается, что обнаруженные морфологические реакции на воздействие ПМП представляют функциональные сдвиги при действии слабых раздражителей.

*Ключевые слова:* постоянное магнитное поле, нейроглия, мозг.

#### **GLIAL REARRANGEMENTS IN THE BRAIN UNDER MAGNETIC FIELD**

**Chizhenkova R.A., Safroshkina F.A.**

Institute of Cell Biophysics RAS. Pushchino, Russia, [Chizhenkova@mail.ru](mailto:Chizhenkova@mail.ru)

Results of investigations of morphological rearrangements in the cerebral cortex under constant magnetic field (CMF) were considered. Action of CMF of intensity 460 e during 3 min., 15 min. and 1 hr in the cerebral cortex



of unanesthetized and unrestrained rabbits produced change of the general number of glial elements, and too the general number of perineuronal satellites. Basic effect mainly was contained in rise of these numbers under action of CMF. Maximum changes were under action CMF during 15 min. Then the of level of the general number of glial cells and too the general of perineuronal satellites reached 40 %/ More long action of CMF decreased expression of reaction. Simultaneously the numbers of perineuronal satellites beside separate neurons were analysed. The numbers of revealed satellites were from 0 to 4. Increase of the number of events with absence of perineuronal satellites in neurons was particularly during 15-min. action of CMF. Conclusion was maked about compound dynamics of morphological rearrangements during action of CMF.

*Key words: constant magnetic field, neuroglia, the brain.*

### **МЕХАНИЗМЫ ДИРЕКЦИОНАЛЬНОЙ СЕЛЕКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ ЗРИТЕЛЬНОЙ КОРЫ: МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ**

**Чижов А.В.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М.Сеченова РАН, Санкт-Петербург, Россия;  
anton.chizhov@mail.ioffe.ru

<https://doi.org/10.29003/m1330.sudak.ns2020-16/513>

Математическое описание механизмов первичного зрения все еще находится в стадии разработки. В работе представлена существенно доработанная математическая модель, лежащая в основе компьютерной модели Brain (<http://www.ioffe.ru/CompPhysLab/MyPrograms/Brain/Brain.zip>). В модель, подробно описывающее участок первичной зрительной коры, включено упрощенное, основанное на фильтрах, описание обработки ретиноталамического зрительного сигнала. Реализованы три механизма дирекциональной селективности, основанные на асимметричных проекциях различных типов таламических нейронов в кору, различающие нейроны: 1) отвечающие сразу и с задержкой, 2) кратким и долго длящимся ответом и 3) On- и Off- нейроны. Моделирование реакции коры на движущиеся решетки подтвердило, что все три механизма обеспечивают селективность к направлению стимула, и реалистично воспроизводятся характеристики активности зрительной коры такие как мембранный потенциал, частота спайков и синаптические проводимости. Предлагаемая модель выявляет разницу между механизмами как для интактной, так и для заторможенной коры, отдавая предпочтение второму механизму. Четвертый механизм, основанный только на внутрикорковых взаимодействиях между ориентационными колонками, показал более слабую настройку, которая полностью исчезает в заторможенной («оптогенетически») коре. Результаты моделирования помогают определить преобладающий механизм дирекциональной селективности нейронов V1.

*Работа поддержана грантом РФФИ 19-015-00183.*

### **MECHANISMS OF DIRECTION SELECTIVITY OF VISUAL CORTEX NEURONS: MATHEMATICAL MODEL Chizhov A.V.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Ioffe Physical-Technical Institute, St.-Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry of RAS, St.-Petersburg, Russia;  
anton.chizhov@mail.ioffe.ru

A mathematical description of the mechanisms of primary vision is still under development. The paper presents a significantly improved mathematical model that underlies our computer model "Brain" (<http://www.ioffe.ru/CompPhysLab/MyPrograms/Brain/Brain.zip>). The model, which describes in detail an activity of a fragment of the primary visual cortex, includes a simplified, filter-based description of the retino-thalamic visual signal processing. Three direction selectivity mechanisms have been implemented, based on asymmetric projections of various types of thalamic neurons into the cortex, distinguishing the following types of neurons: 1) lagged and nonlagged, 2) transient and sustained, and 3) On- and Off-neurons. Modeling the response of the cortex to moving gratings confirmed that all three mechanisms provide the selectivity to the direction of the stimulus, and the characteristics of the activity of the visual cortex such as membrane potential, spike frequency, and synaptic conductances are realistically reproduced. The proposed model reveals the difference between the mechanisms for both intact and inhibited cortex, justifying in favor of the second mechanism. The fourth mechanism, based only on intracortical interactions between orientation columns, showed a weaker selectivity, which completely disappears in the inhibited ("optogenetically") cortex. The simulations help to determine the prevailing mechanism of directional selectivity of V1 neurons.

*This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project 19-015-00183).*

### **СТРЕССИРОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ**

**Чихман В.Н., Солнушкин С.Д., Молодцов В.О.**

ФГБУН Институт физиологии им. И.П.Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия, [chikhmanvn@infran.ru](mailto:chikhmanvn@infran.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1331.sudak.ns2020-16/513-514>

Создана информационная система, предназначенная для дозированного синтеза электрического раздражителя лабораторных крыс на основе генератора тока. Реализовано управление параметрами электрического воздействия, ведение базы данных в поведенческих экспериментах.

Одним из стрессоров для экспериментальных животных в нейрофизиологических исследованиях является электрический ток. Требуется организовать подачу электрического воздействия на животное с точным заданием параметров – интенсивности, длительности, частотных характеристик. Ранее с целью



измерения порога болевой чувствительности было разработано устройство, обеспечивающее подачу регулируемого напряжения на металлические прутья пола экспериментальной клетки [1, 2]. Разработка была выполнена на основе генератора напряжения. Однако в этом случае при одинаковом напряжении обеспечивается разной степени физическое воздействие на животных в виде электрического тока, величина которого зависит от ряда факторов, например, сухие или влажные конечности, толстая или тонкая кожа и т.п. Для обеспечения одинакового электрического воздействия вне зависимости от упомянутых факторов разработано новое устройство на базе генератора тока. Устройство содержит электронные ключи с управлением от регистра. Регистр и автомат управления узлами устройства реализованы на микросхеме программируемой логики. Генератор тока реализован с использованием операционных усилителей. Величина выходного тока определяется сигналом от широтно импульсного модулятора и может изменяться от 0.1 мА до 12.9 мА с шагом 0.05 мА. Взаимодействие с устройством осуществляется с помощью компьютера с интерфейсом USB. Устанавливается FTD2XX драйвер, который осуществляет связь с устройством через Windows USB Stack и библиотеку DLL. Программное обеспечение написано на Delphi. Графический интерфейс программы позволяет проводить с помощью визуальных компонентов установку параметров воздействия (амплитуда тока, длительность импульсов, частота). В процессе эксперимента с управляемым шагом увеличивается или уменьшается значение тока при замыкании животным прутьев пола клетки, которое отражается на индикаторах. Экспериментатор нажимает соответствующую кнопку при появлении реакции животного. Значения тока, при которых возникает и исчезает реакция, фиксируются в базе данных вместе с протоколом эксперимента.

#### Литература

1. В. Н. Чихман, С. Д. Солнушкин, В. О. Молодцов, В. Ю. Смирнов, А. И. Вайдо, Н.А. Дюжикова, Н.В. Ширяева. Способ определения порога болевой чувствительности лабораторных животных и устройство для его осуществления. Патент 2687866. Приоритет 30.07.2018
2. В. Н. Чихман, В. О. Молодцов, В. Ю. Смирнов, С. Д. Солнушкин, А. И. Вайдо. Устройство для электростимуляции лабораторных животных. Приборы и техника эксперимента. 2019, № 5, с. 160–161

#### STRESSING OF LABORATORY RATS BY ELECTRIC SHOCK

**Chikhman Valeriy.N., Solushushkin Sergey.D., Molodtsov Vladimir.O.**

Pavlov Institute of Physiology RAS; Saint-Petersburg, Russia, chikhmanvn@infran.ru

An information system designed for the dosed synthesis of an electric stimulus in laboratory rats based on a current generator has been created. Implemented control of the parameters of electrical effects, maintaining a database in behavioral experiments.

One of the stressors for experimental animals in neurophysiological studies is electric current. It is required to organize the supply of electrical effects on the animal with the exact setting of parameters - intensity, duration, frequency characteristics. Earlier, in order to measure the threshold of pain sensitivity, a device was developed that provides controlled voltage to the metal bars of the floor of the experimental cell [1, 2]. The development was carried out on the basis of a voltage generator. However, in this case, with the same voltage, a different degree of physical effect on animals is provided in the form of an electric current, the magnitude of which depends on a number of factors, for example, dry or wet limbs, thick or thin skin, etc. To ensure the same electrical effect, regardless of the mentioned factors, a new device based on a current generator has been developed. The device contains electronic keys with control from the register. The register and the control unit are implemented on a programmable logic chip. The current generator is implemented using operational amplifiers. The value of the output current is determined by the signal from a pulse-width modulator and can vary from 0.1 mA to 12.9 mA in steps of 0.05 mA. Interaction with the device is carried out using a computer with a USB interface. The FTD2XX driver is installed, which communicates with the device through the Windows USB Stack and the DLL. The software is written in Delphi. The graphical interface of the program allows using visual components to set the exposure parameters (current amplitude, pulse duration, frequency). During the experiment with a controlled step, the current value increases or decreases when the animal closes the bars of the cell floor, which is reflected in the indicators. The experimenter presses the appropriate button when the animal reacts. The current values at which the reaction arises and disappears are recorded in the database along with the experimental protocol.

#### Literature

1. V.N. Chikhman, S.D. Solnushkin, V.O. Molodtsov, V. Yu. Smirnov, A.I. Waido, N.A. Dyuzhikova, N.V. Shiryayeva. A method for determining the threshold of pain sensitivity of laboratory animals and a device for its implementation. Patent 2687866. Priority 07/30/2018
2. V. N. Chikhman, V. O. Molodtsov, V. Yu. Smirnov, S. D. Solnushkin, A. I. Waido. Device for electrical stimulation of laboratory animals. Instruments and experimental technique. 2019, No. 5, p. 160–161

#### ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭКСПРЕССИЮ НЕЙРОТРОФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В IN VIVO МОДЕЛЯХ НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.

**Чичёва М.М.<sup>1</sup>, Мальцев А.В.<sup>1</sup>, Кохан В.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Институт физиологически активных веществ РАН, Черноголовка Московская обл., Россия;

<sup>2</sup> Научный центр биомедицинских технологий ФМБА, Москва, Россия, [chicheva.mariya@gmail.com](mailto:chicheva.mariya@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1332.sudak.ns2020-16/514-515>

По оценкам экспертов Всемирной организации здравоохранения к 2030 году количество людей с деменцией возрастёт до 82 млн. (WHO report, 2019), в связи с этим крайне важен вопрос поиска эффективного лечения. В последнее время появляется всё больше свидетельств терапевтического эффекта ионизирующего излучения при нейродегенеративных заболеваниях (Liu B 2019, Cuttler 2016, Cuttler 2017, Jiang 2017). Нами было проведено исследование влияния ионизирующего излучения на экспрессию нейротрофических факторов, запускающих ремоделирование нервной ткани (Rola 2008). Для

эксперимента были сформированы когорты самцов мышей двух трансгенных и контрольной групп. В качестве модели церебрального амилоидоза мы использовали линию мышей 5xFAD (n=18). Трансгенная линия мышей с таупатией называлась Tau P301S (n=19). В группу контроля были включены животные, не несущие трансгенной кассеты соответствующие по возрасту (n=13). В возрасте трёх месяцев каждая группа была разбита на 2 подгруппы. Одна из подгрупп была запущена в эксперимент по моделированию условий комбинированного действия факторов космического полёта и была подвергнута гамма облучению с энергией квантов ~661,7 кэВ в суммарной поглощённой дозе 0.24 Гр в течение суток на всё тело, затем 0.18 Гр 12С6+ 450 МэВ однократно на область головы и шеи. Вторая подгруппа осталась необлучённой. Для выявления влияния облучения на развитие патологического процесса был проведён ряд когнитивных поведенческих тестов. Далее были забраны пробы следующих отделов головного мозга: гиппокамп, обонятельных луковиц, коры больших полушарий. Подсчет экспрессии белка проводили методом вестерн-блота с выравниванием концентрации по методу Лоури. Окраску проводили с использованием антител к BDNF, NGF, NT3, NT4. Анализ полученных результатов проводили с использованием программы Image J и программного обеспечения STATISTIKA. Руководствуясь различными схемами обработки данных можно сделать вывод о том, что у мышей из облученной группы, трансгенной линии 5xFAD и дикого типа статистически значимо увеличивалось количество NGF в коре. У животных линии Tau P301S уменьшалось количество NT4 в гиппокампе. Кроме того, увеличивались уровни экспрессии всех исследуемых нейротрофинов, во всех трёх отделах у животных дикого типа. Для трансгенных животных выводы не могут быть однозначны.

*Исследование было проведено в рамках проекта РНФ 18-74-00118.*

### INFLUENCE OF IONIZING RADIATION ON NEUROTROPHIC FACTORS EXPRESSION IN NEURODEGENERATIVE DISEASES IN VIVO MODELS.

Chicheva Mariia M.<sup>1</sup>, Maltsev Andrei V.<sup>1</sup>, Kohan Viktor S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Physiologically Active Compoundss, Russian Academy of Sciences, Chernogolovka Moscow Region, Russia; <sup>2</sup> Scientific center of biomedical technologies of Federal Medical and Biological Agency, Moscow, Russia  
[chicheva.mariya@gmail.com](mailto:chicheva.mariya@gmail.com)

According to experts of the World Health Organization, in 2030 the number of people with dementia will increase to 82 million (WHO report, 2019), in this regard, the effective treatment search is extremely important. We observe an increasing evidence of the ionizing irradiation therapeutic effect on neurodegenerative diseases (Liu B 2019, Cuttler 2016, Cuttler 2017, Jiang 2017). Thus, we decided to study the effect of ionizing radiation on the expression of neurotrophic factors triggering nervous tissue remodeling (Rola 2008). We formed male mice cohorts of two transgenic and control groups. As a model of cerebral amyloidosis, we used a 5xFAD mouse line (n = 18). The transgenic line of mice with tauopathy was called Tau P301S (n = 19). The control group included animals of corresponding age (n = 13). At the age of three months, each group was divided into 2 subgroups. One of the subgroups was launched into an experiment to simulate the space flight factors action: mice were subjected to a gamma irradiation with a quantum energy of 661.7 keV in a total absorbed dose of 0.24 Gy per day, whole body, then 0.18 Gy 12C6 + 450 MeV once, head and neck region. The second subgroup remained unirradiated. To identify the effect of radiation on the development of the pathological process, a series of cognitive behavioral tests were conducted. Then samples of hippocampus, olfactory bulbs, and cerebral cortex were taken. Protein expression was calculated by Western blot with concentration equalization according to the Lowry method. Staining was performed using antibodies to BDNF, NGF, NT3, NT4. Results were analyzed using ImageJ and STATISTIKA2.0 software. Guided by various data processing schemes, we can conclude that in 5xFAD and wild type mice cortex the amount of NGF is statistically significantly increased. In Tau P301S animals hippocampus the amount of NT4 is decreased. In addition, the expression levels of all the studied neurotrophins are increased in all three samples in wild type animals. For both transgenic models, the conclusions cannot be unambiguous.

### ТРЕХВАЛЕНТНОСТЬ КОММУНИКАЦИИ В ФОРМИРОВАНИИ И ПРОЯВЛЕНИИ ПСИХИКИ И ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ

Чокинэ В. К., Фурдуй В. Ф., Глижин А. Г., Райский В. М., Присяжнюк В. Г., Житарь Ю. Н.

Институт физиологии и санокреатологии, Кишинэу, Республика Молдова, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1333.sudak.ns2020-16/515-516>

*Homo sapiens* стал создателем материальной и духовной культуры благодаря развитию психики, психического здоровья и возникновению второй сигнальной системы – уникальности языка, ставшего не только основным средством устного и письменного обмена информацией, идеями, мнениями, знаниями, чувствами, налаживания отношений между индивидами общества, установления взаимоотношений, но и социального существования.

Направленность влияния коммуникации на психику и психическое здоровье зависит от психофизиологического состояния организма, значимости воздействующего психогенного фактора для субъекта и других, смыслового содержания, формы и темпа выражения, проявления доброжелательности, уважения или агрессивности, неуважения, грамматического строя, экспрессивной и рецептивной способности и др.

Коммуникация выполняет психосаногенную роль, если манера словесного изложения субъекта соотносена с уровнем интеллекта человека, которому адресована информация; его речь правильна и выражает доброе отношение, расположение к принимающему информацию, готовность содействовать его благополучию; языковое поведение адекватно отражает внутреннюю и внешнюю среду организма; обеспечивает налаживание социального общения между индивидами общества и обуславливает чувство удовольствия.

Психодиссанно- или психопатогенное влияние коммуникация оказывает в случае, если она относительно неадекватно отражает смысл информации; не направлена на налаживание доверительных,

взаимнорасполагающих отношений; языковое поведение имеет агрессивный характер, нарушающий психическое здоровье и способность сознательно противостоять вредным намерениям; обуславливает чувство неудовольствия.

Коммуникация, которая оценивается субъектом как незначимая для себя и других и не провоцирует каких-либо эмоций, не оказывает влияния на формирование и поддержание психического здоровья.

Чтобы язык выполнял роль инструмента мышления и был средством познания, доброжелательного общения между людьми и направленного формирования и поддержания психического здоровья, необходимо с раннего детства стимулировать глубокое обучение языку и саногенному языковому поведению, которое должно постоянно соблюдаться.

#### **TRIVALENCE OF COMMUNICATION IN THE FORMATION AND MANIFESTATION OF THE PSYCHE AND MENTAL HEALTH**

**Ciochina Valentina Ch., Furdui Vlada T., Glijin Aliona G., Raischi Viorica M.,  
Priseajniuc Victoria G., Jitari Iurii N.**

The Institute of Physiology and Sanocreatology, Chisinau, the Republic of Moldova, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

*Homo sapiens* became the creator of material and spiritual culture due to the development of the psyche, mental health and the appearance of a second signaling system - the uniqueness of language, which has become not only the main means of verbal and written exchange of information, ideas, opinions, knowledge, feelings, establishing interrelations between society's individuals, but also social existence.

The directedness of the influence of communication on the psyche and mental health depends on the psycho-physiological state of the organism, the significance of the acting psychogenic factor for the subject and others, the semantic content, form and pace of expression, the manifestation of goodwill, respect or aggressiveness, disrespect, grammatical structure, expressive and receptive ability, etc.

Communication plays a psychosanogenic role if the subject's verbal presentation is correlated with the level of intelligence of the person to whom the information is addressed; their speech is correct and expresses a good attitude, disposition to the recipient of information, willingness to contribute to their well-being; linguistic behavior adequately reflects the internal and external environment of the organism; it provides for the establishment of social communication between the individuals of society and causes a feeling of pleasure.

Communication exerts a psychodissano- or psychopathogenic effect if it relatively inadequately reflects the meaning of the information; it's not aimed at establishing trusting, mutually disposing relationships; linguistic behavior is aggressive in nature, impairing mental health and the ability to consciously resist harmful intentions; it causes a feeling of displeasure.

Communication which is assessed by the subject as insignificant for themselves and others and does not provoke any emotions does not affect the formation and maintenance of mental health.

For a language to fulfill the role of an instrument of thinking and be a means of cognition, friendly communication between people and directed formation and maintenance of mental health, it is necessary to stimulate deep learning of language and sanogenic language behavior from early childhood. At last, it must be constantly observed.

#### **ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ У ВЫСОКО-ИНБРЕДНОГО БЕДУИНСКОГО НАСЕЛЕНИЯ (МУЖЧИН И ЖЕНЩИН) ЮЖНОГО СИНАЯ**

**А.М. Чумакова<sup>1</sup>, Е.Д. Кобылянский<sup>2</sup>**

1- НИИ и Музей антропологии МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, 2- Кафедра анатомии и антропологии, Медицинский факультет Саклера, Тель-Авивский университет, Тель-Авив, Израиль

<https://doi.org/10.29003/m1334.sudak.ns2020-16/516-518>

*Ключевые слова:* морфологическая изменчивость, бедуины Южного Синая, племена

Антропологам известно разнообразие морфологических адаптаций к экстремальным условиям окружающей среды в аридном климате, однако нельзя считать, что все вариации таких адаптивных характеристик подробно исследованы. Цель настоящей работы: уточнить особенности морфологического статуса у взрослого бедуинского населения Южного Синая в межплеменном и возрастном аспектах.

*Материалы и методы исследования.* Исследованы закономерности изменчивости антропометрических признаков у бедуинов – 490 мужчин 17 - 60 лет и 90 женщин 18 - 45 лет. Для изучения межплеменной и возрастной изменчивости морфологических признаков в южно-синаяской группе популяций был предпринят дисперсионный анализ (использовались пакет статистических программ Statistica).

*Результаты и их обсуждение.* Объединенная мужская выборка южно-синаяских бедуинов по антропометрическим индексам характеризуется средними размерами трапецевидного корпуса, узким тазом, короткими руками, средней длинной ноги.

Сравнение мужских выборок четырех племен и племенных групп по морфологическим признакам обнаружило достоверные различия по следующим параметрам: длине тела, окружности головы, размерам лица, высоте подвздошной точки, ширине стопы, плечевому, тазовому и бидельтоидному диаметрам, обхвату груди, поперечному диаметру груди, индексам, жировым складкам на наружной поверхности плеча и под лопаткой.

Статистический анализ, проведенный между мужскими выборками племен бедуинов позволил выделить закономерности вариации антропометрических признаков и морфологические комплексы, характерные для каждой изучаемой группы.

Анализ возрастной изменчивости обнаружил, что самыми высокими оказались бедуины 19-39 лет. Если меньшие значения длины тела в юношеской группе объяснимы незавершенными ростовыми процессами, то более низкие показатели в группе 40-49 лет, где процессы старения вряд ли могли заметно

отразиться на росте, наводят на предположение об увеличении длины тела в поколении бедуинов, родившихся после 1940 г. У мужчин возрастной когорты 40-49 лет максимальны величины длины кисти, а также плечевого и бидельтоидного диаметров. Сагиттальный диаметр груди оказался достоверно наибольшим в группе 40-49 лет, у пожилых мужчин его значения ниже. У лиц старше 50 лет зафиксированы наибольшие в бедуинской выборке жировые складки, ИМТ, показатель обхвата груди по отношению к длине тела, относительный тазовый диаметр, ширина стопы.

Дисперсионный анализ, предпринятый по морфологическим показателям в женской выборке выявил различия между возрастными когортами только по длине тела и ИМТ, причем было обнаружено тот же феномен, что и у мужчин: наименьшая длина тела в старшей возрастной группе.

Выводы:

Установлены достоверные различия (и тенденции к ним) между южносинайскими бедуинскими племенами по ряду морфологических признаков: длине тела, окружности головы, размерам лица, высоте подвздошной точки, ширине стопы, плечевому, тазовому и бидельтоидному диаметрам, обхвату груди, поперечному диаметру груди, индексам, жировым складкам.

Большая длина тела у мужчин и женщин в возрастной когорте 19-39 лет дает основание полагать, что поколение бедуинов, родившееся в конце 1940-х годов не избежало акселерационных процессов. Представляется наиболее вероятным, что увеличение ростовых показателей связано с временными улучшениями условий жизни бедуинов, вызванными израильским присутствием на Синайском полуострове, во время которого оказывалась широкая поддержка бедуинским племенам (медицинская помощь, снабжение продуктами и лекарствами).

Предпринятый анализ материалов южносинайской экспедиции Тель-авивского университета позволяет предположить, что в этой эндогамной группе популяций с признаками изолята, длительно проживающей в суровых аридных условиях, устойчиво сохраняются морфологические различия, обусловленные сложным историческим генезисом племен и поддерживаемые традицией заключать близкородственные браки.

#### **VARIABILITY OF MORPHOLOGICAL TRAITS IN THE HIGHLY-INBRED SOUTHERN SINAI'S BEDOUIN POPULATION (MALES AND FEMALES)**

**Chumakova Anna M.<sup>1</sup>, Kobyliansky Eugene D.<sup>2</sup>**

1 - Research Institute and Museum of Anthropology, Moscow State University, Moscow, Russia,

2 - Department of Anatomy and Anthropology, Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel

*Keywords: morphological variability, Bedouins of South Sinai, tribes*

Anthropologists know the variety of morphological adaptations to extreme environmental conditions in an arid climate, but it cannot be assumed that all variations of such adaptive characteristics have been studied in detail. The purpose of this work: to clarify the morphological status of the adult Bedouin population of South Sinai in the tribal and age aspects.

Materials and research methods. The regularities of the variability of anthropometric features in Bedouins were studied: 490 men 17-60 years old and 90 women 18-45 years old. To study the intertribal and age-related variability of morphological characters in the South Sinai group of populations, analysis of variance was undertaken (using the Statistica statistical software package).

Results and its discussion. According to anthropometric indices, the combined male sample of South Sinai Bedouins is characterized by average dimensions of the trapezoidal body, a narrow pelvis, short arms, and an average leg length.

Comparison between male samples of four tribes and tribal groups according to morphological characteristics revealed significant differences in the following parameters: body length, head circumference, face size, ilium height, foot width, biiliac and bideltoid diameters, chest circumference, transverse chest diameter, indices, fat folds on the outer surface of the shoulder and under the scapula.

A statistical analysis conducted between male samples of Bedouin tribes made it possible to identify patterns of variation in anthropometric characters and morphological complexes that typifies each studied group.

An analysis of age-related variability found that the highest were the Bedouins of 19-39 years old. If smaller values of body length in the youth group are explained by incomplete growth processes, then lower indicators in the cohort of 40-49 years old, where aging processes could hardly noticeably affect growth, suggest an increase in body length in the generation of Bedouins born after 1940. In men of the age cohort of 40-49 years, the maximum lengths of the hand, as well as the biacromial and bideltoid diameters are of the biggest values. The sagittal diameter of the chest was significantly greater in the group of 40-49 years old, in older men its value is lower. In the Bedouin sample the largest values of fat folds BMI, chest girth with respect to body length, relative pelvic diameter, foot width were recorded in age cohort over 50.

Analysis of variance by morphological indicators in the female sample revealed differences between age cohorts only in body length and BMI. It was found the same phenomenon as in men sample: the smallest body length in the older age group.

Conclusions:

Significant differences (and tendencies) between the South Sinai Bedouin tribes were established according to a number of morphological features: body length, head circumference, face size, ilioisplal height, foot width, biacromial, biiliac and bideltoid diameters, chest circumference, transverse chest diameter, indices, fat folds.

The longer body length for men and women in the age cohort of 19-39 years suggests that the generation of Bedouins born in the late 1940s did not escape acceleration processes. It seems most likely that the increase in growth rates is associated with temporary improvements in the Bedouin living conditions caused by the Israeli presence on the Sinai Peninsula, during which broad support was provided to the Bedouin tribes (medical care, food, water and medicine supplies).

An analysis of the materials of the South Sinai expedition of Tel Aviv University suggests that in this endogamous group of populations with signs of isolate, living for a long time in harsh arid conditions, morphological



differences persist due to the complex historical genesis of the tribes and supported by the tradition of making closely related marriages.

### **НЕРВНЫЕ АППАРАТЫ ВОРСИНОК ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ КИШКИ КРЫСЫ**

**Чумасов Е.И.**

Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины; ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия; iemmorphol@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m1335.sudak.ns2020-16/518>

Несмотря на то, что энтеральная нервная система млекопитающих хорошо изучена, многие вопросы, касающиеся ее структурных элементов, остаются нерешенными. В частности, малоизученным является вопрос об иннервации ворсинок кишечника. Целью настоящего исследования явилось изучение нервных аппаратов ворсинок двенадцатиперстной кишки крысы с помощью иммуногистохимических методов. Использование в настоящей работе современных иммуногистохимических методов выявления нервных структур с помощью антител к таким нейрональным маркерам, как белок ПГП 9.5, синаптофизин, тирозингидроксилаза и серотонин, позволило выявить в тканях стенки кишки, кроме двух основных (миентерального и подслизистого ганглиозных нервных сплетений), третье - эпителиально-ворсинчатое. Гистологический анализ показал, что морфология ворсинок имеет ряд особенностей: для них характерно многотканевое строение и неоднородность клеточного состава. Показано, что внутри ворсинок имеются различного типа кровеносные капилляры (от истинных обменных до синусоидных), а также лимфатические сосуды. С помощью применения современных иммуногистохимических методов установлено наличие интенсивной иннервации ворсинок двенадцатиперстной кишки крысы. Впервые показано, что внутри практических каждой ворсинки выявляются синаптофизин-иммунопозитивные холинергические терминалы варикозных аксонов. Тончайшего диаметра (0,1–0,5 мкм) нервные волокна с четкообразно расположенными варикозными расширениями следуют в продольном направлении до самой вершины ворсинки и располагаются в рыхлой соединительной ткани, богатой клеточными элементами. По ходу следования эти аксоны в некоторых местах очень тесно прилежат к базальной мембране эпителия ворсинок, контактируют с различными клетками рыхлой соединительной ткани: лимфоцитами, фибробластами, гистиоцитами, гладкими миоцитами, а также с эндотелием обменных капилляров и клетками лимфатических сосудов. Автор предполагает их афферентную функцию. Установлено, что в соединительной ткани ворсинок двенадцатиперстной кишки крысы практически отсутствуют симпатические тирозингидроксилаза-позитивные структуры. При этом обнаружено большое количество серотонин-содержащих клеток, многие из которых тесно связаны с эпителиальными клетками. Кроме того, в эпителии ворсинок изредка встречаются одиночные биполярные нейроноподобные клетки. Их тела и отростки находятся непосредственно в эпителиальном слое между энтероцитами. Предположительно эти клетки следует относить к специализированным хемосенсорным элементам рефлекторной дуги энтеральной нервной системы.

### **NERVOUS APPARATUS IN THE DUODENUM OF RAT**

**Chumasov E.I.**

Institute of Experimental Medicine, St. Petersburg, Russia. [iemmorphol@yandex.ru](mailto:iemmorphol@yandex.ru)

The enteral nervous system of mammals is well understood, but many questions regarding its structural elements are unclear. In particular, the question of the innervation of intestinal villi has been little studied. The aim of this study was to study the nervous apparatus of rat duodenal villi using immunohistochemical methods. Modern immunohistochemical methods for detecting nerve structures using antibodies to PGP 9.5, synaptophysin, tyrosine hydroxylase, and serotonin were used in this work. In the intestinal wall, the epithelial-villous nerve plexus was revealed, except for two main ganglion plexuses (plexus myentericus and plexus submucosus). Histological analysis showed that the villi have a multi-tissue structure and heterogeneity of the cellular composition. It was shown that there are various types of blood capillaries (usual exchange, sinusoidal) and lymphatic vessels inside the villi. The presence of intense innervation of rat duodenal villi was established using modern immunohistochemical methods. For the first time, it was shown that synaptophysin-immunopositive cholinergic terminals of varicose axons are detected in each villus. They have a small diameter (0.1-0.5 microns). These axons are closely adjacent to the basal membrane of the villus epithelium. They come in contact with various cells of the connective tissue: lymphocytes, fibroblasts, histiocytes, smooth myocytes, as well as the capillary endothelium and lymphatic vascular cells. The author suggests their afferent function. Sympathetic tyrosine hydroxylase-positive structures in the connective tissue of rat duodenal villi are practically absent. Moreover, a large number of serotonin-containing cells were found, many of which are closely associated with epithelial cells. In addition, single bipolar neuron-like cells are occasionally found in villus epithelium. Their bodies and processes are located directly in the epithelial layer between enterocytes. Probably these cells should be classified as specialized chemosensory elements of the reflex arc of the enteric nervous system.

### **О ПРОБЛЕМАХ ОБЪЕКТИВАЦИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ НЕЙРОНАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Чусов А.В.**

ФГБОУ ВО Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия,  
[anchusov@yandex.ru](mailto:anchusov@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1336.sudak.ns2020-16/518-519>

0. Наука как объективация, т.е. как фиксируемая в мировых взаимодействиях структура человеческой деятельности, приобретает относительную самостоятельность, когда получает собственные основания для

своего частичного воспроизводства в человеческом мире. Так, получают частичную самостоятельность и предметные области разных наук.

Обычно собственные основания науки рассматривают как чисто теоретические, но необходимо рассматривать также и собственные материальные и человеческие объектные основания науки (включаемые в более общее понятие практики). Наука как объективизация показывает наличие таких собственных уровней объективирования (специфических превращенных форм деятельности) как теоретизация, реализация и субъективизация. Иначе говоря, в науке как сфере человеческой деятельности производятся и воспроизводятся как новые теоретические и реальные объекты, так и новые субъекты научной деятельности.

Собственная предметная область нейронаучных исследований (ННИ) в настоящее время не объективирована до степени развитой науки – в ННИ отсутствует систематическое единство знания и познания, осуществляемых сообществом исследователей на собственной основе.

Отметим основные (на наш взгляд) проблемы объективирования предметной области ННИ.

1. Проблемы в сфере теоретизации: отсутствие собственной формальной онтологии предметной области ННИ.

В сфере ННИ case-studies соседствуют с моделями «среднего уровня» и отсутствует общая теория нейронных структур и процессов, притом что в рамках ННИ создаются модели, не имеющие общих принципов интерпретации и реализации на конкретных предметных областях. Созданные и создаваемые модели существенно упрощены (а моделируемые объекты характеризуются гиперсложностью). Их интерпретации непосредственно зависят от предметных областей решаемых задач, при отсутствии собственной формальной онтологии (сравнительно полной собственной системы объектов идеализированных, но связанных как с интерпретациями на реализациях предметной области, так и с процедурами приближения объектами, принадлежащими реальным областям).

2. Проблемы на практических уровнях ННИ: локализация и несобственная субъективизация.

Заметим, что условием формирования собственной предметной области является общая практика, что требует транслокальных трансформаций модельных объектов и практических переходов между областями интерпретации теоретических моделей. Однако ныне в сфере ННИ локализованы как научно-технические коллективы, так и результаты, средства и орудия научной и технонаучной практики (первичные наименования/типизация/классификация) и – в меньшей степени – артефакты. Локализована и не является глобально intersubjective образовательная практика. Т.о., в предметной области ННИ отсутствует воспроизводство собственной субъективизации.

#### **ON PROBLEMS OF OBJECTIVIZATION OF THE SUBJECT-MATTER AREA OF NEUROSCIENTIFIC RESEARCHES**

**Chusov Anatoli V.**

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education M.V.Lomonosov Moscow State University,  
Moscow, Russian Federation, [anchusov@yandex.ru](mailto:anchusov@yandex.ru)

Science as objectivization (i.e. as a human activity structure which is fixing in world interactions) acquires relative independence when it receives its own foundations for its partial reproduction in the human world. So, subject-matter areas of different sciences receive partial independence.

Usually, the own foundations of science are considered as purely theoretical, but it is also necessary to consider the own material and human object foundations of science (included in the more general concept of practice). Science as objectivization shows the existence of such own levels of objectivization (specific transformed forms of activity) as theorization, realization, and subjectivization. In other words, both new theoretical and real objects and new human subjects of scientific activity are produced and reproduced in science as a sphere of human activity.

The own subject-matter area of neuroscience research (NSR) is currently not objectivized to the extent of developed science – in NSR there is no systematic unity of knowledge and cognition, realized by the community of researchers on their own basis.

We note the main (in our opinion) problems of objectivization of the NSR subject-matter area.

1. Problems in the field of theorization: the lack of an own formal ontology of the subject-matter area of NSR.

In NSR, case-studies are adjacent to "mid-level" models and there is no general theory of neural structures and processes, and in NSR-created models there are no general principles of interpretation and implementation in specific subject-matter areas. Created models are significantly simplified, but the simulated objects are characterized by hyper-complexity. Their interpretations directly depend on the subject-matter areas of the tasks to be solved, in the absence of their own formal ontology (a relatively complete system of their own idealized objects, but related both to interpretations on domain implementations and procedures for approximating objects belonging to real domains).

2. Problems at the practical levels of NNI: localization and improper subjectivization.

Let's note that a general practice, which requires translocal transformations of model objects and practical transitions between areas of interpretation of theoretical models, is a condition for the formation of an own subject-matter area of a concrete science. However, now in the field of NSR are localized: both scientific and technical teams, results, means and tools of scientific and technological science (including primary nomination / typification / classification) and - to a lesser extent – artifacts. Educational practice is localized too and is only locally but not globally intersubjective. Thus, in the subject-matter area of NSR there is a lack of reproduction of its own subjectivization.

## ВЛИЯНИЕ КОФЕИНА НА ДВИГАТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТИ И РАБОЧУЮ ПАМЯТЬ КРЫС

Чухно С.Д., Лесова Е.М., Голубев В.Н.

Федеральное Государственное Бюджетное Высшее Образовательное Учреждение Военного Образования  
«Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова» Министерства Обороны Российской Федерации

<https://doi.org/10.29003/m1337.sudak.ns2020-16/520>

В данной работе было изучено влияние раствора кофеин-бензоата натрия на рабочую память и двигательную активность крыс. Исследование проводилось при помощи методики изучения пространственного мышления животных «радиальный лабиринт», предложенной американским исследователем Д. Олтоном в 1978. В эксперименте было задействовано 18 белых лабораторных крыс, которые за 6 минут изучали радиальный лабиринт дважды: до и после введения препарата (400 мг кофеин-бензоата натрия с 10 минутной выдержкой). Результаты исследования: среднее расстояние, пройденное животными, м: ДО введения препарата – 6,6; ПОСЛЕ – 3,9. Средняя скорость движения крыс, м/с: ДО – 0,018; ПОСЛЕ – 0,011. Среднее количество ошибок совершаемых животными: ДО – 7; ПОСЛЕ – 6. Критерий знаковых рангов Уилкоксона (Z) (при  $p=0,01$ ): -2,607. Анализ полученных данных показывает, что после применения кофеина снижается двигательная активность в выборке крыс. Это снижение является статистически значимым, о чем свидетельствует значение критерия Уилкоксона. Показатели изменения рабочей памяти оказались статистически недостоверными для данной выборки. Но стоит отметить, что учитывая нормальность распределения значений переменных в выборке (критерий Колмогорова-Смирнова оказался недостоверным,  $p=0,384$ ), была выявленная статистически значимая корреляция ( $r=0,9$  при  $p=0,01$ ) между переменной «количество ошибок» и «пройденное расстояние» у каждой крысы.

Таким образом, применение психостимулятора – кофеин-бензоата натрия в больших дозах снижает двигательную активность крыс. Однако не оказывает значимое влияние препарата на рабочую память животных. При этом положительная корреляция между расстоянием, пройденным в радиальном лабиринте, и количеством ошибок при его прохождении указывает на тенденцию, при которой увеличение пройденного расстояния влечет увеличение повторных (ошибочных) заходов.

## INFLUENCE OF SOLUTION COFFEIN TO WORKING MEMORY AND MOVEMENT ACTIVITY OF RATS

Chukhno Stepan D., Lesova Elena M., Golubev Victor N.

S. M. Kirov Military medical academy, Saint Petersburg, Russia

In this work were researched influence of solution sodium coffein-benzoat to working memory and movement activity of rats. Research was made with help of study methodic of animals spatial thinking "radial labyrinth" suggested by American scientist D. Olton in author modification. In this experiment were engaged 18 white rats which were study radial labyrinth twice for 6 min: before and after injection of drug (400 mg of sodium coffein-benzoat with 10 min exposure). Research result: middle range, that went by animals (m): BEFORE drug injection - 6,6; AFTER - 3,9. Middle rat movement speed: m/s: BEFORE - 0,018; AFTER - 0,011. Middle number of mistakes, made by animals: BEFORE - 7; AFTER - 6. Whilkons sign rank criteria (Z) (with  $p=0,01$ ): -2,607. Analysis of received data shows, that caffeine application decreases movement activity in rats sample. This decrease is statistically important, that proves by value of Wilkokons criteria. Indicators of working memory changes become statistically unreliable for that sample. It is worth noting, considering normally distribution of values in sample (Kolmogorov-Smirnov criteria is unreliable,  $p=0,384$ ), that was found statistically important correlation ( $r=0,9$  with  $p=0,01$ ) between variable value «mistakes number» and «walked range» of every rat. Psychostimulator (coffeine sodium benzoat) use in large doses decreases movement activity of rats. However we did not find important influence of drug on working memory. In this case, a positive correlation between the distance traveled in the radial maze and the number of errors during its passage indicates a trend in which an increase in the distance traveled leads to an increase in repeated (erroneous) visits.

## РАЗВИТИЕ СЕНСОРНО-ПЕРЦЕПТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С НАРУШЕНИЕМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Шагров Л.Л.

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В.Ломоносова, Архангельск, Россия,

[shagrov.l@edu.narf.ru](mailto:shagrov.l@edu.narf.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1338.sudak.ns2020-16/520-521>

Для того чтобы человеческий организм мог органично функционировать, необходимо получать два вида информации: о внутреннем состоянии организма и о внешнем мире. Всю эту информацию организм получает из воспринимающих её сенсорных систем. На основании информации, поступающей от кожи, внутренних органов, мышц, суставов, вестибулярного аппарата, формируется самовосприятие. Восприятие окружающего мира осуществляется при помощи органов зрения и слуха, рецепторов обоняния, осязания и вкуса. Многие проблемы обучения и поведения детей с детским церебральным параличом (ДЦП) являются результатом искажения процесса восприятия. В связи с этим целью исследования было изучить особенности сенсорного восприятия у младших школьников с нарушением опорно-двигательного аппарата. В исследовании приняли участие 15 детей с ДЦП в возрасте от 6 до 9 лет. Исследования проводились на базе ГБУ АО Архангельском многопрофильном реабилитационном центре для детей. Детям был предложен ряд диагностических тестов на восприятие и внимание (зрительное внимание в пространстве, узнавание домашних животных, узнавание и последующее называние предметов и геометрических форм, опознание букв (цифр) сходных по начертанию, опознание положения букв в словах и ряд других методик. (Ч.Ньюкиктен, 2018)). Анализ показал, что определяющую роль в формировании адекватности восприятия и отображения предметов играет уровень умственного развития ребенка. У детей с ДЦП с первично

сохранным интеллектом выявлены затруднения в анализе и синтезе осязательных сигналов, а у детей с нарушенным интеллектом отмечались глубокие нарушения сенсорно-перцептивной и исполнительной деятельности, что крайне негативно отражалось на качестве отображения и словесного обозначения воспринимаемых объектов. У детей с первично сохранным интеллектом, но с тяжелыми двигательными нарушениями эффективность отображения в слове и в рисунке осязательных и зрительных образов была значительно выше, чем у детей с нарушением умственного развития, но с менее выраженным двигательным дефектом.

Полученные данные убедительно показали, что в основе нарушений восприятия и отображения фигур у детей с ДЦП лежит дефицит интегративной функции мозга. Степень тяжести двигательного дефекта не является определяющим фактором в недоразвитии сенсорно-перцептивной деятельности у этих детей. Недоразвитие зрительно-пространственного анализа и синтеза у больных с ДЦП на ранних этапах онтогенеза негативно влияет на формирование интеллектуальных функций.

#### **DEVELOPMENT OF SENSORY-PERCEPTUAL PROCESSES IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN WITH DISORDERS OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM**

**Shagrov Leonid Leonidovich**

Northern (Arctic) Federal University named after MV Lomonosov, Arkhangelsk, Russia, [shagrov.l@edu.narfu.ru](mailto:shagrov.l@edu.narfu.ru)

In order for the human body to function organically, it is necessary to receive two types of information: about the internal state of the body and about the external world. The body receives all this information from the sensory systems that perceive it. Self-perception is formed based on information received from the skin, internal organs, muscles, joints, and vestibular apparatus. Perception of the surrounding world is carried out using the organs of vision and hearing, smell, touch and taste receptors. Many learning and behavior problems in children with cerebral palsy (cerebral palsy) are the result of a distorted perception process. In this regard, the purpose of the study was to study the features of sensory perception in younger students with disorders of the musculoskeletal system. The study involved 15 children with cerebral palsy aged 6 to 9 years. The research was conducted at the Arkhangelsk multidisciplinary rehabilitation center for children. Children were offered a number of diagnostic tests for perception and attention (visual attention in space, recognition of Pets, recognition and subsequent naming of objects and geometric shapes, identification of letters (numbers) similar in shape, identification of the position of letters in words, and a number of other techniques. (H Nukitchen, 2018)). The analysis showed that the determining role in the formation of the adequacy of perception and display of objects is played by the level of mental development of the child. In children with cerebral palsy with primary preserved intelligence, difficulties were found in the analysis and synthesis of tactile signals, and in children with impaired intelligence, deep violations of sensory-perceptual and Executive activity were noted, which negatively affected the quality of display and verbal designation of perceived objects. In children with primary preserved intelligence, but with severe motor disorders, the efficiency of displaying tactile and visual images in the word and in the drawing was significantly higher than in children with impaired mental development, but with a less pronounced motor defect.

The obtained data convincingly showed that the basis of violations of perception and display of figures in children with cerebral palsy is a deficit of integrative brain function. The severity of the motor defect is not a determining factor in the underdevelopment of sensory-perceptual activity in these children. Underdevelopment of visual-spatial analysis and synthesis in patients with cerebral palsy at the early stages of ontogenesis negatively affects the formation of intellectual functions.

#### **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НА СОСТОЯНИЕ ГЕМОДИНАМИКИ СЛАБОВИДЯЩИХ ДЕТЕЙ**

**Шайхелисламова М.В., Дикопольская Н.Б., Билалова Г.А., Шарафеева Ч.Р.,  
Гайнуллина Р.Ф., Лапшина А.А.**

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия, [bettydn@mail.ru](mailto:bettydn@mail.ru)

Двигательная активность – наиважнейшая потребность растущего организма. Физические нагрузки, соответствующие возрастным и функциональным возможностям детей, являются мощным активатором для развития сердечно-сосудистой системы (ССС), стимулируют их рост и половое созревание. При нарушениях зрения снижается зрительная афферентация, изменяются зрительно-тактильные, зрительно-двигательные связи, которые являются физиологической основой для ориентации в пространстве и адаптации организма. Всё вышесказанное определило актуальность работы и направление научных исследований. Нами изучались параметры ССС девочек 7 и 8 лет с патологией зрительного анализатора, дополнительно занимающихся плаванием (3 раза в неделю) и слабовидящие дети, занимающиеся физической подготовкой в объеме школы-интерната (контрольная группа). Состояние ССС оценивалось в условиях относительного покоя и в восстановительном периоде после выполнения диагностического функционального теста – пробы Мартине-Кушелевского. Было показано, что в условиях покоя уровень функционирования системы кровообращения у детей, занимающихся плаванием, выше, чем в группе контроля – отмечается увеличение систолического и диастолического артериального давления (САД, ДАД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС); различия по показателям сердечного выброса, однако, выражены меньше. Реакция гемодинамики на дозированную физическую нагрузку у школьниц с повышенным уровнем двигательной активности характеризуется как благоприятная – наблюдается увеличение ударного объема крови, умеренное повышение САД и ЧСС на 15-20% при снижении ДАД. Тогда как, у слабовидящих детей, не занимающихся плаванием, физическая нагрузка динамического характера вызывает резкий подъем САД и ДАД, увеличение ЧСС при отсутствии существенного сдвига ударного объема крови, а также появление жалоб на головокружение и чувство жара. Данная реакция расценивается как гиперсимпатикотоническая, вызывающая истощение системы кровообращения. Таким образом, режим повышенной двигательной активности (плавание) у детей с нарушением зрения приводит к компенсации неблагоприятных сдвигов в ССС, повышает ее функциональные и адаптационные возможности.



## INFLUENCE OF DIFFERENT REGIMES OF MOTOR ACTIVITY ON THE STATE OF HEMODYNAMICS OF DISABLED CHILDREN

**Shaykhelislamova M.V., Dikopolskaya N.B., Bilalova G.A., Sharafieva Ch.R., Gainullina R.F., Lapshina A.A.**  
Kazan (Volgaregion) Federal University, Kazan, Russia, [bettydn@mail.ru](mailto:bettydn@mail.ru)

Locomotor activity is the most important need of a growing organism. Physical activity corresponding to the age and functional capabilities of children is a powerful activator for the development of the cardiovascular system (CVS), stimulate their growth and puberty. In case of visual impairment, visual afference decreases, visual-tactile, visual-motor connections, which are the physiological basis for spatial orientation and adaptation of the body, change. All of the above determined the relevance of the work and the direction of scientific research. We studied the CVS parameters of girls 7 and 8 years old with a pathology of the visual analyzer, additionally involved in swimming (3 times a week) and visually impaired children involved in physical training in the volume of a boarding school (control group). The condition of the CVS was assessed in conditions of relative rest and in the recovery period after performing the diagnostic functional test - Martine-Kushelevsky test. It was shown that at rest, the level of functioning of the circulatory system in children involved in swimming is higher than in the control group - there is an increase in systolic and diastolic blood pressure (SBP, DBP) and heart rate (HR); differences in cardiac output, however, are less pronounced. The reaction of hemodynamics to dosed physical activity in schoolgirls with an increased level of motor activity is characterized as favorable - there is an increase in stroke volume of blood, a moderate increase in SBP and heart rate by 15-20% with a decrease in DBP. Whereas, in visually impaired children who are not involved in swimming, dynamic physical activity causes a sharp increase in SBP and DBP, an increase in heart rate in the absence of a significant shift in the stroke volume of blood, as well as the appearance of complaints of dizziness and a feeling of heat. This reaction is regarded as hypersympathicotonic, causing a depletion of the circulatory system. Thus, the regime of increased motor activity (swimming) in children with visual impairment leads to compensation for adverse changes in the CVS, increases its functional and adaptive capabilities.

## ПЕРСПЕКТИВА НОВЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИЗУЧЕНИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

**Шакирова Л.С.<sup>1</sup>, Башкатова Ю.В.<sup>1</sup>, Григорьева С.В.<sup>1</sup>, Мельникова Е.Г.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук», г. Москва, Россия, 117218, [yuliya-bashkatova@yandex.ru](mailto:yuliya-bashkatova@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1339.sudak.ns2020-16/522-523>

Постановка правильного диагноза врачом или клиническим психологом – это во многом является искусством, а также эвристической деятельностью мозга. Во многих случаях гениальный врач или психолог может принять правильные решения там, где остальные специалисты будут бессильны. Возникает закономерный вопрос: как работает мозг талантливого человека при принятии оригинальных (но правильных) решений.

За последний 25 лет усилиями Сургутской научной школы были предприняты усилия по доказательству гипотезы Н.А.Бернштейна, о «повторении без повторений» и доказательства Эффекта Еськова-Зинченко (ЭЭЗ). Этот ЭЭЗ основан на отсутствии статистической устойчивости любых выборок  $x_i$  (параметров организма человека) при многократных повторениях одних и тех же испытаний. Применительно к нейросетям мозга (НСМ) мы получаем отсутствие статистической устойчивости выборок электроэнцефалограмм у одного и того же испытуемого (в неизменном состоянии мозга). При этом НСМ совершают непрерывные реверберации.

Поскольку непрерывная активность НСМ – это признак жизни, а ЭЭЗ при этом еще доказывает статистическую неустойчивость ЭЭГ, то возникает закономерный вопрос о моделировании такой динамики, т.е. о создании моделей НСМ, работающих в режиме непрерывных ревербераций и хаоса. Оказалось, что используя уже разработанные искусственные нейросети (ИНС) в двух новых режимах (хаос и многократные реверберации) мы можем моделировать эвристическую деятельность врача или клинического психолога. Отметим, что в рамках новой теории хаоса-самоорганизации (ТХС) мы применили наш новый программный продукт (ИНС в режиме хаоса и реверберации) для идентификаций различий в параметрах сердечно-сосудистой системы (ССС) школьников (при широтных перемещениях), жителей ХМАО-Югры при изучении ССС в возрастном аспекте и при физических нагрузках, а также при изучении параметров вегетативной нервной системы, как приезжих, так и аборигенов Севера РФ.

Во всех этих исследованиях мы первоначально идентифицировали наличие неопределенности 1-го типа (для параметров ССС и ВНС), а затем применяли ИНС в двух новых режимах (на каждой итерации – настройке ИНС – мы задавали хаотично начальные веса признаков  $w_{oi}$ , а число итераций было  $n \geq 1000$ ). Оказалось, что во всех наших примерах (с неопределенностями 1-го типа) мы можем сделать различия между выборками диагностических признаков  $x_i$ , а после итераций ещё и ранжировать эти признаки  $x_i$ .

## PERSPECTIVE OF NEW NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES IN THE STUDY OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM

**Shakirova Liliya S.<sup>1</sup>, Bashkatova Yuliya V.<sup>1</sup>, Grigoryeva Svetlana V.<sup>1</sup>, Melnikova Ekaterina G.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Scientific Research Institute of System Analysis, Moscow, Russia, 117218, [yuliya-bashkatova@yandex.ru](mailto:yuliya-bashkatova@yandex.ru)

The correct medical or psychological diagnosis is both art and a product of the heuristic activity of the brain. In many cases, a brilliant doctor or clinical psychologist makes the right decisions in difficult and hopeless situations. A logical question arises: how does the brain of a talented person work when making original (but correct) decisions?

Over the past 25 years, researchers at the Surgut School of Science have made efforts to prove a hypothesis by N.A. Bernstein about "repetition without repetition" and to prove the effect of Eskov-Zinchenko (EEZ). EEZ is based on the lack of statistical stability of any samples  $x_i$  (parameters of the human organism) with repeated repetitions of the same tests. We get the lack of statistical stability of a sample of electroencephalograms from the same subject (in an unchanged state of the brain) for neural networks of the brain (NNB). At the same time, NNB perform continuous reverberations.

Continuous activity of the neural networks of the brain is a sign of life, and EEZ proves the statistical instability of the EEG. Therefore, it is advisable to consider the possibility of modeling such dynamics, i.e. to create models of neural networks of the brain working in a continuous reverberation and chaos mode. It turned out that we can simulate the heuristic activity of a doctor or clinical psychologist using the developed artificial neural networks (ANN) in two new modes (chaos and multiple reverberations). Note that in the framework of the new theory of chaos-self-organization (TCS), we used our new software product (ANN in the mode of chaos and reverberation) to identify differences in the parameters of the cardiovascular system (CVS) of schoolchildren (during latitudinal movements), population of the Khanty-Mansi Autonomous district-Ugra when studying the cardiovascular system in the age aspect, during physical activity, and when studying the parameters of the autonomic nervous system, both visitors and natives of the North of the Russian Federation.

At the first stage of these studies, we identified the presence of type 1 uncertainty (for the parameters of the cardiovascular system and higher nervous activity), and then we used artificial neural networks in two new modes (at each iteration - setting the ANN - we randomly set the initial weights of the signs  $w_{oi}$ , and the number of iterations was  $n \geq 1000$ ). It turned out that in all our examples (with uncertainties of the first type), we can distinguish between samples of diagnostic signs  $x_i$ , and after iterations we can rank these signs  $x_i$ .

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ МУЛЬТИТАРГЕТНЫХ ЭФФЕКТОВ НЕЙРОПРОТЕКТОРОВ НА МОДЕЛИ ФОКАЛЬНОЙ ИШЕМИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

**Шакова Ф.М., Кирова Ю.И., Романова Г.А.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт  
общей патологии и патофизиологии», Москва, Россия; [shakova.fatima@yandex.ru](mailto:shakova.fatima@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1340.sudak.ns2020-16/523-524>

В современной нейропротекции одной из наиболее перспективных стратегий является применение препаратов, проявляющих мультитаргетную активность, ограничивающих глутаматную эксайтотоксичность, развитие окислительного стресса и нейровоспаления, митохондриальную дисфункцию. К таким препаратам относятся, прежде всего, синтетические пептиды-миметики нейроморфонов и нейротрофинов, а также производные некоторых эндогенных метаболитов (сукцинат), осуществляющие сигнальные функции через специфические рецепторы. Таким образом, плеiotропное церебропротекторное действие проявляют препараты разных фармакологических групп, но механизмы реализации множественных защитных эффектов разными регуляторными молекулами (и их аналогами) остаются не вполне понимаемыми.

На модели экспериментального инсульта (фотохимически индуцированный тромбоз сосудов префронтальной коры головного мозга крыс) была исследована динамика экспрессии транскрипционного коактиватора PGC-1 $\alpha$  (peroxisome proliferator-activated receptor-gamma coactivator 1 alpha) - ключевого регулятора процессов биогенеза митохондрий, ангио- и синаптогенеза, проведена оценка влияния сукцинатсодержащего препарата мексидол (100 мг/кг, в/б, ежедневно, 7 дней) и пептидного миметика АКТГ семакса (25 мкг/кг, интраназально, ежедневно, 7 дней) на индукцию и активацию PGC-1 $\alpha$ . Экспрессию белков-маркеров митохондрио-, ангио- и синаптогенеза в пенумбре оценивали в динамике (1-е, 3-и, 7-е сутки после начала терапии, 14 дней после отмены препаратов) методом вестерн-блот анализа.

Содержание PGC-1 $\alpha$  в зоне пенумбры снижалось через сутки после формирования очага ишемического повреждения на 40% и сохранялось пониженным в течение 21 дня после фототромбоза. Курс инъекций мексидола и семакса стабилизировал PGC-1 $\alpha$  в пенумбре на уровне, сопоставимом с контролем, как на этапе лечения, так и отмены препарата. Индукция транскрипционных факторов (NRF1, TFAM), каталитических субъединиц дыхательных ферментов митохондрий (NDUFV2, SDHA, цит c1, COX2) и АТФ-синтазы (ATP5A), фактора роста эндотелия сосудов, синаптофизина, свидетельствующая об активации PGC-1 $\alpha$ , отмечалась у крыс всех трех сравниваемых групп («ишемия», «ишемия+мексидол», «ишемия+семакс»), однако в группе «ишемия» она была кратковременной (1-е и 3-и сутки), а наиболее продолжительной и выраженной в группах «ишемия+семакс» и «ишемия+мексидол».

Проведенное исследование впервые выявило единую молекулярно-клеточную мишень – транскрипционный коактиватор PGC-1 $\alpha$  - реализующую множественные рецептор-опосредованные нейропротекторные эффекты эндогенных и синтетических сигнальных молекул. Впервые показано, что мультитаргетное защитное действие препаратов Мексидол и Семакс реализуется через механизм индукции и активации транскрипционного коактиватора PGC-1 $\alpha$ , проявляющего плеiotропное потенцирующее влияние на выживаемость и функциональную активность нейронов.

### **RESEARCH INTO THE MECHANISMS OF MULTI-TARGET EFFECTS OF NEUROPROTECTORS IN THE FOCAL BRAIN ISCHEMIA MODEL**

**Shakova Fatima M., Kirova Yuliya I., Romanova Galina A.**

Federal State Budgetary Scientific Institution «Institute of General Pathology and Pathophysiology», Moscow,  
Russia; [shakova.fatima@yandex.ru](mailto:shakova.fatima@yandex.ru)

In current neuroprotection one of the most perspective strategies is using the multi-target drugs limiting glutamate excitotoxicity, development of oxidative stress and neuroinflammation, and mitochondrial dysfunction. These are drugs such as synthetic peptide mimetics of neurohormones and neurotrophins, and derivatives of some endogenous metabolites (succinate), realizing signaling function by specific receptors. Therefore, pleiotropic

cerebroprotective action is manifested by drugs of different pharmacological groups, but the mechanisms of the multiple protective effects realized by distinctive regulatory molecules (and their analogs) remain poorly understood.

In experimental stroke model (photochemically induced thrombosis of blood vessels in the prefrontal cortex of the rat brain) the dynamic of expression of transcription coactivator PGC-1 $\alpha$  (peroxisome proliferator-activated receptor-gamma coactivator 1 alpha) – a key regulator of mitochondrial biogenesis, angio- and synaptogenesis – was studied; the effect of the succinate-containing drug Mexidol (100 mg/kg, intraperitoneally, daily, 7 days) and the peptide mimic of ACTH Semax (25  $\mu$ g/kg, intranasally, daily, 7 days) on the induction and activation of PGC-1 $\alpha$  was measured. Expression of protein markers of mitochondrio-, angio- and synaptogenesis in the penumbra was evaluated over time (1st, 3rd, 7th day after the start of therapy, 14 days after drug withdrawal) by Western blot analysis.

The level of PGC-1 $\alpha$  in the penumbra decreased by 40% a day after the formation of the focus of the stroke and remained reduced for 21 days after a cerebral infarction. The course of injection of Mexidol and Semax stabilized PGC-1 $\alpha$  in the penumbra at a level comparable to the control, both at the stage of treatment and drug withdrawal. Induction of transcription factors (NRF1, TFAM), catalytic subunits of respiratory mitochondrial enzymes (NDUFB2, SDHA, cyt c1, COX2) and ATP synthase (ATP5A), vascular endothelial growth factor, synaptophysin, indicating the activation of PGC-1 $\alpha$  was observed in rats of all three compared groups ("ischemia", "ischemia + mexidol", "ischemia + semax"), however, it was short-term (1<sup>st</sup> and 3<sup>rd</sup> days) in the "ischemia" group, and it was the longest and most pronounced in "ischemia+semax" and "ischemia+mexidol" groups.

The study revealed for the first time a single molecular cell target - the transcriptional coactivator PGC-1 $\alpha$  - which implements the multiple receptor-mediated neuroprotective effects of endogenous and synthetic signaling molecules. It has been shown for the first time that the multi-target protective effects of Mexidol and Semax are realized through the mechanism of induction and activation of the transcriptional coactivator PGC-1 $\alpha$ , which exhibits a pleiotropic potentiating effect on the survival and functional activity of neurons.

#### **НЕЙРОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ «ГОРЕНИЕМ» В ЖИВЫХ И НЕЖИВЫХ СИСТЕМАХ: БИМЕДИЦИНСКИЕ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

**Шаов М.Т., Пшикова О.В.**

Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М. Бербекова, НИЛ КБГУ - РАН «Биофизика нейронинформационных технологий». Нальчик, Россия; [shaov\\_mt@mail.ru](mailto:shaov_mt@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1341.sudak.ns2020-16/524-525>

Нейроинформационные технологии могут быть нейроморфными – воспроизведение структурных элементов, нейроимпринтингами – воспроизведение информационно-управляющих свойств и нейроэйдетики (eidos – образ) – наука о виденном, воспроизведении и трансляции образов предметов и их мысленных картин. Наши исследования в этом направлении привели к созданию «семейства» нейроинформационных импринтинг-технологий: нейротоны («голос» нейрона) – 1, 2, 3: нейропротектор здоровья – НПЗ; нейростингер «Синглет»; антропотерапевт «Эльбрус»; вазодилататор «Дельфин»; сфигмотон («голос» пульса), нейроэйдетик «Импульс» и др. Происхождение и механизмы действия этих технологий на процессы «горения» изложены в наших монографиях (М.Т. Шаов, О.В. Пшикова, Х.А. Курданов, 2010, 2013), а также в материалах Конгресса (2011, 2018, 2019). «Горение» – это биофизический путь извлечения энергии из молекулы кислорода при прямом (без митохондрий) последовательном его восстановлении четырьмя электронами:  $O_2 + 4(e^- + H^+) \rightarrow 2H_2O + 8eV$ . При «горении» происходит образование активных форм кислорода (АФК), свечение и выделение энергии – до 190 ккал на 1 молекулу  $O_2$ . В крови и нервной системе такой способ энергопродукции доминирует всегда (В.Л. Воейков, 2006). Об этом можно судить по функциональным показателям;  $SaO_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O_2$ ,  $O_2^{\cdot -}$ , которыми технология «Нейротон-1» может управлять в неинвазивно-дистанционном режиме. Клинические доказано, что таким путем осуществимо успешное лечение гипертонии всех стадий и рака головного мозга (М.Т. Шаов, О.В. Пшикова, Х.А. Курданов, 2013). Поскольку «горение» свойственно и неживым системам, то нейроинформационные технологии обладают еще и стратегическими свойствами. Энергия не высвобождается до тех пор, пока топливо не начнет взаимодействовать с кислородом (Д.Х. Базиев, 1994; Химия и жизнь, 1997). Следовательно, открывается возможность дистанционного управления работоспособностью живой силы и боевых машин потенциального противника. В США ведутся интенсивные исследования в этом направлении. Так, профессор нейроинженерии Т. Демарс с помощью нейроинформационных сигналов управляет (пока ещё контактно) траекторией полета симулятора истребителя F-22 ([www.kommersant.ru/doc](http://www.kommersant.ru/doc)). Предложенные нейроимпринтинг-технологии дистанционно (неинвазивно) управляют траекторией потока электронов и заряженных частиц, составляющих основу движения всего живого и неживого, в том числе и военного самолета. В докладе будут представлены конкретные результаты. В целом данные НИР и литературы говорят о том, что развитие цивилизации в ближайшем будущем будет связано с переходом к натуропатическим машинам с информационно-управляющими системами концентрации энергии.

##### **Литература**

1. Шаов М.Т., Курданов Х.А., Пшикова О.В. Кислородзависимые, электрофизиологические и энергоинформационные механизмы адаптации нервных клеток к гипоксии. – Воронеж: «Научная книга», 2010. – 196с.
2. Шаов М.Т., Пшикова О.В., Курданов Х.А. Нейроимпринтинг-технологии управления физическими функциями организма и здоровьем человека при гипоксии. – Воронеж: «Научная книга», 2013. – 134с.
3. Воейков В.Л. Фундаментальная роль воды в биоэнергетике. – [www.Biophys.ru/archive/congress2006/propr46.pdf](http://www.Biophys.ru/archive/congress2006/propr46.pdf)
4. Химия и жизнь (Солтеровская химия). – Часть 2. – М., 1997. – С.24-25.
5. Базиев Д.Х. Основы единой теории физики. М., 1994. – 639с.
6. Мозг-пилот <http://www.kommersant.ru/doc/2294398>



## NEUROINFORMATION TECHNOLOGIES OF COMBUSTION CONTROL IN LIVING AND NON-LIVING SYSTEMS BIOMEDICAL AND STRATEGIC PROPERTIES

**Shaov Mukhamed T., Pshikova Olga V.**

Kabardino-Balkarian State University n.a. H.M.Berbekov, NIL KBSU-RAN «Biophysics of neuroInformation technologies», Nalchik, Russia; [shaov\\_mt@mail.ru](mailto:shaov_mt@mail.ru).

Neuroinformation technologies can be neuromorphic – reproduction of structural elements, neuro-imprinting – reproduction of information-controlling properties and neuroaidetica (edios – an image) – science of a vision, reproduction and translation of images of objects and their mental pictures. Our research in this direction led to the creation of "families" of neuroinformation imprinting btechnology: neurotons (Neuron's "voice") - 1, 2, 3; neuroprotector of health - NPH; neurostinger "Singlet", anthropotherapist "Elbrus", vasodilator "Delfin", sphymoton (pulse's "voice"), neuroaidetic "Impuls" and other. The origin and mechanisms of action of these technologies on the "combustion" process is described in our monographs (M.T. Shaov, O.V. Pshikova, H.A. Kurdanov, 2010,2013), and also in the materials of Congress (2011,2018,2019). "Combustion" is the biophysical way to extract energy from an oxygen molecule with its direct (without mitochondria) progressive restoration by four electrons:  $O_2 + 4(e + H^+) \rightarrow 2H_2O + 8eV$ . In the case of "combustion" occurs the formation of reactive oxygen species (ROS), the light emission and the transfer of energy up to 190 kcal per 1 oxygen molecule  $O_2$ . This way of energy production is always dominated in the blood and nervous system (V.L. Voeikov, 2006). This can be judged by the functional indicators  $SO_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O_2$ ,  $O^{\cdot-}_2$ , which technology "Neuroton - 1" can control in noninvasively – remote regime. In this way was clinically proved successful treatment of hypertension of all stages and brain cancer (M.T. Shaov, O.V. Pshikova, H.A. Kurdanov, 2013). Since the "combustion" is also a specific feature of non-living systems, neuroinformation technology has strategic properties too. Energy can't be released until the fuel begins to interact with the oxygen (D.H. Baziev, 1994; Chemistry and life, 1997). Therefore, presents the opportunity of remote control of efficiency people and combat vehicles of potential adversary. The intensive research in this direction is under negotiation in the USA. Thus, professor of neuroengineering T. Demars controls (by contact yet) the trajectory of simulation fighter F-22 with the help of neuroinformation signals. The proposed neuroimprinting technology (noninvasively) control of the flow trajectory of electrons and charged particle remotely, which constitute the basis of movement living and non-living, including a warplane. Concrete results will be presented in the report. In general, data base and literature suggest that the development of civilization will be connected with the transition to the naturopathic machines with the information and managing systems of energy concentration in the near future.

### Literature

1. Shaov M.T., Kurdanov H.A., Pshikova O.V. Oxygen dependent electrophysiological energy-informational mechanisms of adaptation of nerve cells by hypoxia. Voronezh, 2010, 196p.
2. Shaov M.T., Pshikova O.V., Kurdanov H.A. Neuroimprinting technology control physical functions of the body and human health during hypoxia. Voronezh, 2013, 134p.
3. Voeicov V.L. Fundamental role of water in bioenergy. [www. Biophys.ru/ archive/ congress2006/pro-p46.pdf](http://www.Biophys.ru/archive/congress2006/pro-p46.pdf)
4. Chemistry and life, M., 1997, pp. 24-25
5. Bhaziev D.H. Fundamentals of a unified theory of physics. M., 1994, 639p.
6. Pilot brain <http://www.Kommersant.ru/doc>

## АНАЛИЗ ТКАНЕСПЕЦИФИЧНОСТИ ЭКСПРЕССИИ ГЕНА SWISS CHEESE DROSOPHILA MELANOGASTER

**Шарапенков Э.Г., Рябова Е.В., Мелентьев П.А., Саранцева С.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Гатчина, Россия;  
[e\\_sharapenkov@mail.ru](mailto:e_sharapenkov@mail.ru)

Ген *swiss cheese (sws)* *Drosophila melanogaster* является эволюционно-консервативным и участвует в контроле поддержания жизнедеятельности клеток нервной системы. Нарушение функции ортолога *sws*, гена *NTE* человека, вызывает развитие различных заболеваний, характеризующихся синдромами спастичности и/или атаксии.

Роль *sws* в нормальном функционировании нервной системы впервые была отмечена в последней четверти прошлого века. С тех пор выполнен ряд работ, в которых показано, какие эффекты вызывает подавление функции *sws* в различных типах клеток нервной системы, в том числе и в глиальных клетках. Однако, до сих пор малоисследованными остаются иные потенциально возможные функции *sws* в других тканях и органах *Dr. melanogaster*. Для их изучения, в первую очередь, необходимо понять, в каких тканях наблюдается экспрессия данного гена.

В работе использована трансгенная линия мух с экспрессией GFP в мембране клеток, в которых активен промотор гена *sws*. Проанализированы эмбрионы, личинки, куколки и отдельные органы имаго. В результате показано, что экспрессия *sws* в различных органах не одинакова и меняется с возрастом. Более того, в пределах одного органа разные группы клеток демонстрируют различную экспрессию. Обнаружена высокая экспрессия данного гена в репродуктивных органах самцов, но не у самок. Таким образом, ген *sws* может быть важен для функционирования не только клеток нервной системы, но и других тканей и органов.

## TISSUE-SPECIFIC ANALYSIS OF THE SWISS CHEESE GENE EXPRESSION OF DROSOPHILA MELANOGASTER

**Sharapenkov Eduard G., Ryabova Elena V., Melentev Pavel A., Sarantseva Svetlana V.**

Petersburg Nuclear Physics Institute named by B.P. Konstantinov of National Research Centre «Kurchatov Institute», Gatchina, Russia; [e\\_sharapenkov@mail.ru](mailto:e_sharapenkov@mail.ru)

The *swiss cheese (sws)* gene of *Drosophila melanogaster* is evolutionarily conserved and is involved in controlling the maintenance of vital activity of cells in a nervous system. The *sws* has human orthologue named



NTE and its dysfunction leads to various neurodegenerative diseases characterized by spasticity and/or ataxia syndromes.

Role of sws in normal functioning of the nervous system was first noted in the last quarter of the 20<sup>th</sup> century. A number of studies that explored the effects of suppressing sws function in various types of cells in nervous system, including glia, have been carried out since that time. However, other potential functions of sws in other tissues and organs of *Dr. melanogaster* are still poorly investigated. To study them, first of all, it is necessary to understand in which tissues the expression of this gene is observed.

We used transgenic flies with GFP expression in the membrane of cells in which the sws gene promoter is active. Embryos, larvae, pupae, and imago organs were analyzed. As a result, it is shown that the expression of sws in different organs is not the same and changes with age. Moreover, within the same organ, different groups of cells showed different expression. High expression of this gene was also found in the reproductive organs of males but not in females. Thus, the sws gene may be important in functioning of not only nervous system cells, but also other tissues and organs.

#### **МИТОХОНДРИИ КАК МИШЕНЬ ДЕЙСТВИЯ НЕЙРОАКТИВНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ.**

**Шевцова Е.Ф.<sup>1</sup>, Шевцов П.Н.<sup>1</sup>, Веселов И.М.<sup>2</sup>, Бачурин С.О.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологически активных веществ РАН, Черноголовка, Московская обл., Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный университет», биолого-химический факультет, Иваново, Россия; [shevtsova@ipac.ac.ru](mailto:shevtsova@ipac.ac.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1342.sudak.ns2020-16/526-527>

Результатом наших более ранних работ по исследованию влияния ряда известных нейротоксинов, в частности,  $\beta$ -амилоида, на митохондрии и на процесс открытия пор митохондриальной проницаемости (mitochondrial permeability transition, MPT) явилось развитие исследований по определению места митохондрий в системе поиска потенциальных нейроактивных соединений, методологии проведения скрининга, включая выбор мишеней, методик и источника такого скрининга. Исследование характеристик влияния на митохондрии известного нейропротектора и когнитивного стимулятора Димебона и ряда новых соединений позволило создать схему мито-направленного скрининга. Было определено, что сочетание определения влияния новых соединений на митохондриальный потенциал, кальций-индуцированное «набухание» митохондрий и их кальциевую ёмкость позволяет выявить потенциально обладающие токсичностью соединения, выделить соединения с потенциальным цито(нейро)протекторным потенциалом и когнитивно-стимулирующим эффектом. Учитывая сложную и неоднозначную картину патогенеза нейродегенеративных заболеваний и особенности поздней их диагностики, мы полагаем, что поиск мито-активных соединений как нейропротекторов должен тесно сочетаться с выявлением у этих же соединений взаимодействия с мишенями, прямо обеспечивающими когнитивно-стимулирующие свойства (ингибирование холинэстераз, модулирование активности глутаматных рецепторов и т.п.) и созданием мультитаргетных лекарственных препаратов. Одним из перспективных подходов к созданию таких препаратов является синтез полифункциональных молекул, включающих два потенциально активных фармакофора.

Применение этих подходов и обширный первичный скрининг позволили определить ряд перспективных химических скаффолдов. Были выявлены соединения-лидеры, проведено более детальное исследование их механизмов действия, анализ их нейропротекторного эффекта на клеточных и *in vivo* моделях нейродегенерации. Для двух соединений проведены и для одного проводятся в настоящее время доклинические испытания безопасности с надеждой дальнейшего развития этих соединений как лекарственных препаратов.

#### **MITOCHONDRIA AS A TARGET FOR NEURO-ACTIVE DRUGS.**

**Shevtsova Elena F., Shevtsov Pavel N., Veselov Ivan M., Bachurin Sergey O.**

Institute of Physiologically Active Compounds of the Russian Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region, Russia; Ivanovo State University, Faculty of Biology and Chemistry, Ivanovo, Russia;  
[shevtsova@ipac.ac.ru](mailto:shevtsova@ipac.ac.ru)

The result of our earlier work on the influence of some known neurotoxins, in particular  $\beta$ -amyloid, on mitochondria and on the mitochondrial permeability transition, led to the development of a direction for determining the role of mitochondria in the developing for potential neuroactive compounds, screening methodology, including the selection of targets, methods and subject for such screening. The study of the characteristics of the effect on the mitochondria of the well-known neuroprotective and cognitive stimulant Dimebon and a number of new compounds has allowed the creation of a mito-directed screening scheme. It was determined that a combination of measurement the effect of new compounds on the mitochondrial potential, calcium-induced "swelling" of mitochondria and their calcium retention capacity allows us to identify compounds that are potentially toxic, to isolate compounds with potential cyto(neuro)protective potential and a cognitive-stimulating effect. Given the complex and ambiguous picture of the pathogenesis of neurodegenerative diseases and the features of their late diagnosis, we believe that the search for mito-active compounds as neuroprotectors should be tightly combined with the determination of it's interactions with targets directly providing cognitive-stimulating properties (cholinesterase inhibition, modulation of the glutamate receptors activities, etc.) and the creation of multitargeted drugs. One of the promising approaches to the creation of such drugs is the synthesis of polyfunctional molecules, including two potentially active pharmacophores.

The application of these approaches and extensive primary screening has identified a number of promising chemical scaffolds. Leader compounds were identified, a more detailed study of their mechanisms of action, an analysis of their neuroprotective effect in cellular and *in vivo* models of neurodegeneration were carried out.

Preclinical safety trials have been conducted for two compounds and for one are currently underway with the hope of further development of these compounds as drugs.

## **РОЛЬ ОПОРНОЙ АФФЕРЕНТАЦИИ В ПОДДЕРЖАНИИ СТАБИЛЬНОСТИ СТРУКТУРЫ И СИГНАЛЬНЫХ ПУТЕЙ ПОСТУРАЛЬНОЙ МЫШЦЫ. ПАМЯТИ И.Б. КОЗЛОВСКОЙ.**

**Шенкман Б.С.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской Академии Наук, Москва, Россия

[bshenkman@mail.ru](mailto:bshenkman@mail.ru)

Согласно теории И.Б. Козловской, в условиях земной гравитации двигательная система млекопитающих испытывает действие аксиальной нагрузки и силы реакции опоры, направленной на поверхность тела, контактирующую с субстратом. В результате сопоставления данных, полученных в экспериментах с антиортостатической гипокинезией и «сухой» иммерсией была предложена гипотеза о ведущей роли опорной афферентации в поддержании активности медленных тонических мотонейронов. И.Б. Козловская и ее ученики предположили, что в условиях безопорности опорно-зависимая импульсация резко снижается и снижает генерацию деполяризационной волны медленных спинальных мотонейронов, которые прекращают тоническую импульсацию. В результате наблюдается «отключение» тонической активности медленных мышечных волокон, что влечет за собой потерю их жесткости, укорочение мышечных волокон, снижение интенсивности синтеза белка и интенсификация его распада. Проверка этой гипотезы стала возможной при внедрении в экспериментальную практику механической стимуляции опорных зон стопы на фоне гравитационной разгрузки. Оказалось, что (1) при использовании опорной стимуляции происходит активация медленных двигательных единиц камбаловидной мышцы человека и крысы даже в условиях безопорности [Shigueva et al, 2015; Mirzoev et al, 2020], (2) опорная стимуляция предотвращает снижение собственной (intrinsic) жесткости постуральной мышцы, деструкцию цитоскелета [Grigoriev et al, 2004; Ogneva et al, 2011; Tyganov et al, 2020; Shenkman et al., 2004], (3) опорная стимуляция уже на ранних стадиях разгрузки предотвращает подавление активности анаболических сигнальных механизмов и активацию катаболических путей, а также трансформацию части медленных волокон в быстрые в постуральной мышце [Sharlo et al., 2019; Tyganov et al., 2019, 2020]. Таким образом, удалось полностью подтвердить гипотезу о роли опорной афферентации в поддержании стабильности структуры, механических свойств и сигнальных путей постуральной мышцы.

*Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований ГНЦ РФ ИМБП РАН (тема 65.3) и грантов РФФИ № 17-29-01059 и РФФИ № 19-15-00435*

## **ROLE OF THE SUPPORT AFFERENTATION IN THE MAINTENANCE OF STRUCTURE AND SIGNALING PATHWAYS IN POSTURAL MUSCLE. IN MEMORY OF INESSA KOZLOVSKAYA**

**Shenkman Boris S.**

SSC RF Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences. Moscow, Russia

[bshenkman@mail.ru](mailto:bshenkman@mail.ru)

According to the theory of Inessa B. Kozlovskaya, under conditions of the Earth gravity, the human body is affected by the action of the axial loading and support reaction force (which is directed to the body surface interacting with the substrate). The results of the comparative analysis of the data, obtained in the dry immersion and bedrest studies allowed to suggest the hypothesis on the prominent role of the support afferentation in the maintaining the activity of slow, tonic motoneurons. I.B. Kozlovskaya and her followers suggested that under the support withdrawal the support afferentation was sharply declined and provided the loss of depolarization wave generation by spinal motoneurons, which stopped tonic charging. It is followed by switching off the slow-twitch muscle fibers, loss of their stiffness, shortening of muscle fibers, reduction of muscle protein synthesis and increase of protein degradation. The justification of this hypothesis became possible when the methodology of the plantar mechanical stimulation during gravitational unloading was implemented into the experimental work. It turned out to be: that (1) the support mechanical stimulation evoked the activity of the slow motor units even under gravitational unloading. безопорности [Shigueva et al, 2015; Mirzoev et al, 2020], (2) the support stimulation prevented the reduction of muscle intrinsic stiffness and destruction of the cytoskeleton [Grigoriev et al, 2004; Ogneva et al, 2011; Tyganov et al, 2020; Shenkman et al., 2004], (3) the support stimulation even at the early stages of the atrophy development prevented the suppression of the anabolic and hyperactivity of catabolic signaling pathway as well as the slow-to-fast fiber transformation in the postural muscle [Sharlo et al., 2019; Tyganov et al., 2019, 2020]. Thus, the hypothesis on the role of the support afferentation in maintaining structure, mechanical properties and signaling pathways of the postural muscle was confirmed.

*The study was supported by the Program of the Basic studies of SSC RF IBMP RAS (topic 65.3) and by the Russian Foundation for Basic Research (grant #17-29-01059).*

## **УПРАВЛЕНИЕ МАНИПУЛЯЦИОННЫМ РОБОТОМ НА ОСНОВЕ МЕТОДА АВТОНОМНОГО АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

**Шестаков Е.И.<sup>1</sup>, Жданов А.А.<sup>2</sup>**

АО «Институт точной механики и вычислительной техники им. С.А. Лебедева РАН»  
(ИТМиВТ РАН), Москва, Россия; [shesta@yandex.ru](mailto:shesta@yandex.ru)<sup>1</sup>, [alexander.a.zhdanov@gmail.com](mailto:alexander.a.zhdanov@gmail.com)<sup>2</sup>

<https://doi.org/10.29003/m1343.sudak.ns2020-16/527-529>

Манипуляционные роботы в настоящее время используются во многих областях, включая медицину (хирургические роботы, протезы верхних конечностей и др.). Классические методы управления такими

роботами основаны на аналитическом решении обратной задачи кинематики. С возрастанием количества степеней свободы манипуляторов нахождение точного аналитического решения становится все более затруднительным, поэтому применяются неклассические методы, иногда называемые интеллектуальными, использующие понятия информации и знаний. Основная причина, мешающая достигать желаемой точности управления такими объектами, связана с трудностью их априорной математической формализации, изменчивостью свойств, что требует применения адаптивных методов управления. В настоящей статье предлагается подход к управлению многозвенными манипуляционными роботами, основанный на применении метода *автономного адаптивного управления* (ААУ) Жданова А.А. [1]. Метод показывает хорошие результаты применительно к различным типам объектов управления.

Для применения метода ААУ необходимо соотнести элементы объекта (манипуляционного робота) с элементами системы ААУ, а именно: определить наборы датчиков, «образов», «действий», которые может совершать система, и способ расчета качественных, «эмоциональных», оценок распознаваемых образов. Для обеспечения наблюдаемости системы мы воспользовались потенциометрами и энкодерами, измеряющими значения углов в сочленениях робота, а «образы» системы распознавания отражают текущие значения набора обобщенных координат  $C = \{q_1, \dots, q_n\}$ , определяющих текущую конфигурацию манипуляционного робота.

Мы положили, что нормированная «эмоциональная» оценка распознанного образа зависит от расстояния  $d$  конца кинематической цепи до целевой точки, размера её  $\varepsilon$ -окрестности и рассчитывается по формуле:

$$Em = \begin{cases} \varepsilon/d, & d \geq \varepsilon \\ 1, & d < \varepsilon \end{cases} \quad (1)$$

Значение нормированной «эмоциональной» оценки будет находиться в диапазоне  $[0;1]$ , что позволяет легко перевести ее в любую другую шкалу.

Типовыми «действиями» для каждого звена робота являются либо фиксация текущего угла, либо изменение своего положения на величину  $\pm \Delta$ . Таким образом, набор «действий» робота состоит из комбинации типовых действий звеньев. Количество возможных действий робота равно  $3^n$ , где  $n$  – число звеньев. Этим обеспечивается управляемость системы.

Проведенные экспериментальные исследования на разработанном программном обеспечении на основе Unity3D, показали работоспособность предлагаемого подхода. А именно, робот постепенно обучается все более точно перемещать свой схват по заданной траектории, и это самообучение происходит в одном процессе с управлением (а не в режиме предварительного тотального обучения). Значение величины  $\Delta$  влияет и на скорость обучения, и на точность найденного решения – чем выше значение  $\Delta$ , тем быстрее осуществляется обучение, а чем значение  $\Delta$  меньше – тем выше точность решения.

Дальнейшие исследования авторов будут направлены на модификацию подхода на основе метода ААУ, с целью уменьшения времени обучения и увеличения точности управления.

[1] Жданов А. А. (2009) Автономный искусственный интеллект: Монография. 2-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 359 с.

## CONTROL OF MANIPULATION ROBOTS BASED ON AUTONOMOUS ADAPTIVE CONTROL METHODOLOGY

Shestakov Evgeny I.<sup>1</sup>, Zhdanov Alexander A.<sup>2</sup>.

Lebedev Institute of Precision Mechanics and Computer Engineering (IPMCE), Moscow, Russia;

[shesta@yandex.ru](mailto:shesta@yandex.ru)<sup>1</sup>, [alexander.a.zhdanov@gmail.com](mailto:alexander.a.zhdanov@gmail.com)<sup>2</sup>

Manipulation robots are currently used in many fields, including medicine (surgical robots, upper limb prostheses, etc.). Classical methods of controlling such robots are based on an analytical solution of the inverse kinematics. With increasing the number of DoF of the manipulators, it becomes more difficult to find an exact analytical solution (in particular with numerical methods). That is why non-classical methods (sometimes called intelligent) are applied, which use the concepts of information and knowledge. These are fuzzy logic, neural networks, genetic algorithms, and some others that allow to get a solution, although they do not always guarantee an accuracy. The main reason impeding to achieve the desired control accuracy is due to the fact that such control objects often hardly can a priori mathematically formalized, have variable characteristics, that requires the control system to be able to dynamically "adapt", for example, to changes in the moments of inertia of links, to changes in the properties of drives and sensors, etc.

This article proposes an approach to the control of multi-link manipulation robots based on Zhdanov's *Autonomous Adaptive Control* (AAC) Methodology[1]. The method shows good results for various types of the control objects.

To apply the AAC method, it is necessary to correlate the elements of an object (a manipulation robot) with the elements of the AAC system namely, to determine sets of sensors, "patterns", "actions" that the system can perform, and a method for calculating qualitative, "emotional", estimates of recognized patterns.

In the simplest case, the measured parameters are the values of the angles in the robot's joints. Such readings can be given by potentiometers, absolute encoders, and other sensors. The "patterns" for the recognition system must reflect the current values of the set of generalized coordinates  $C = \{q_1, \dots, q_n\}$  that define the current configuration of the manipulation robot, which ensures the system's observability.

We assumed that the normalized "emotional" value of the recognized pattern depends on the distance  $d$  of the end of the kinematic chain to the target point, the size of its  $\varepsilon$ -neighborhood, and is calculated by the formula:

$$Em = \begin{cases} \varepsilon/d, & d \geq \varepsilon \\ 1, & d < \varepsilon \end{cases} \quad (1)$$

The value of the normalized "emotional" value will be in the range [0;1], which makes it easy to translate into any other scale.

Typical "actions" for each joint are either fixing the current angle or changing its position by the value  $\Delta$  (both in the positive and negative directions). Thus, the set of "actions" of the robot consists of a combination of typical actions of joints. The number of possible robot actions is  $3^n$ , where  $n$  is the number of joints. This ensures the controllability of the system.

Experiments conducted on the software developed basing on Unity3D have shown the effectiveness of the proposed approach. The robot gradually learns to move its gripper more precisely along a given trajectory, and this self-learning occurs in the same process as the control (and not in the mode of preparatory total training). The  $\Delta$  value affects both the learning speed and the accuracy of the solution. The higher  $\Delta$  value is, the faster learning is, and the lower  $\Delta$  value is the higher is accuracy of the solution.

Further research will be aimed at modifying the AAC approach in order to reduce the learning time while keeping high accuracy.

[1] Zhdanov A. A. (2009) Avtonomnyj iskusstvennyj intellekt: M.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2009. 359p.

### ЗАВИСИМОСТЬ НОЦИЦЕПТИВНОЙ АФФЕРЕНТАЦИИ У ЗДОРОВЫХ ЛИЦ ОТ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА

Шибкова Д.З.<sup>1</sup>, Кондрашкин П.В.<sup>2</sup>, Байгузина О.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ), Челябинск, Россия, e-mail: shibkova2006@mail.ru

<sup>2</sup>Челябинская областная клиническая больница №1», Челябинск, Россия, Kpv\_mino@mail.ru

<sup>3</sup>Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Челябинск, Россия  
e-mail: [baiguzhinaov@cspu.ru](mailto:baiguzhinaov@cspu.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1344.sudak.ns2020-16/529-530>

*Целью* проведенного исследования было определение значений болевого порога (БП) в паравертебральных точках спины у практически здоровых лиц в двух функциональных состояниях. *Методы.* В исследовании на основе информированного согласия принимали участие девушки-студентки 1-2-го курса обучения (n=150). Измерение частоты сердечных сокращений и артериального давления выполнялось с помощью тонометра B.WELL PRO-33. Оценку уровня функциональной готовности организма к выполнению физической нагрузки проводили по методу С.В. Колмогорова с соавторами (2007). Индивидуальный болевой порог (ИБП) определяли тензоалгометром WagnerFPXtm (USA). В группе один (n=45) замеры ИБП проводились в условиях покоя, в группе два (n=49) – в состоянии готовности к физической нагрузке. Статистическую обработку данных проводили с использованием лицензионных программ Microsoft Excel и Signa Plot-11 на персональном компьютере. Значения ИБП в группах определяли, как среднее геометрическое значение. *Результаты.* Выявлена реакция готовности организма девушек к предъявлению физической нагрузки, что выражается в значимом повышении гемодинамических показателей перед выполнением физической нагрузки, относительно состояния покоя. Перцентильный анализ значений уровня функциональной готовности организма позволил установить распределение девушек в зависимости от уровня его проявления: готовность ниже среднего – 26,5 %, средний уровень демонстрировали 51,1 % и выше среднего – 22,4 % обследуемых. Выявлено значимое различие БП между обследованными лицами в зависимости от функционального состояния организма. У девушек 2-ой группы значения БП в паравертебральных точках позвоночника были на 20-40% выше, чем в первой группе. Значения БП были максимальными в поясничном отделе. Индивидуальный БП в шейном отделе оказался на 30% ниже, чем в грудном и поясничном. *Заключение.* Определены значения БП в паравертебральных точках спины у практически здоровых лиц, эмоциональный компонент физической культуры обладает анальгезирующим действием и приводит к увеличению значений ИБП до 40%.

### DEPENDENCE OF NOCICEPTIVE AFFERENCE IN HEALTHY PERSONS ON THE FUNCTIONAL STATE OF THEIR ORGANISM

Shibkova Daria Z., Kondrashkin Petr V., Baiguzhina Olga V.

Shibkova Daria Z., Chief researcher of the research center for sports science of the South Ural State University (NRU), Chelyabinsk, Russian Federation.

Kondrashkin Petr V., Chelyabinsk regional clinical hospital, Chelyabinsk, Russian Federation

Baiguzhina Olga V., associate professor of physical education of the Higher school of physical culture and sports, South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk, Russian Federation

The *aim* of the study was to determine the values of the pain threshold (PT) at the paravertebral points of the back in apparently healthy individuals in two functional states. *Methods.* Female students of the 1-2 year course took part (n = 150) in this study, on the basis of their informed consent. Heart rate and blood pressure were measured using a B.WELL PRO-33 tonometer. The assessment of the level of functional readiness of the body to perform physical activity was carried out according to the method of S.V. Kolmogorov et al. (2007). Individual pain threshold (IPT) was determined with a WagnerFPXtm (USA) tensoalgometer. In the group No.1 (n = 45), IPT measurements were carried out at rest, and in the group No.2 (n = 49) - in a state of readiness for physical activity. Statistical data processing was performed using licensed programs Microsoft Excel and Signa Plot-11 installed on



a personal computer. The IPT values in both groups were determined as the geometric mean value. *Results.* The reaction of young women' readiness for physical exertion was revealed, which is expressed in a significant increase in hemodynamic parameters before exercise, relative to the state of rest. The percentile analysis of the values of the level of functional readiness of the body made it possible to establish the distribution of young women depending on the level of its manifestation: readiness below average – 26.5 %, an average level was showed by 51.1 % and above average level – 22.4 % of the examined young women. A significant difference in PT between the examined individuals was revealed depending on the functional state of the organism. Young women from the second group have the PT values in the paravertebral points of the spine 20–40 % higher than in the first group. PT values were highest in the lumbar region. Individual PT in the cervical region was 30% lower than in the thoracic and lumbar. *Conclusion.* The PT values were determined at the paravertebral points of the back in apparently healthy individuals; the emotiogenic component of physical culture has an analgesic effect and leads to an increase in IPT values of up to 40 %.

## **ВЛИЯНИЕ 21-ДНЕВНОЙ ОПОРНОЙ РАЗГРУЗКИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АКТИВНОСТИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЕДИНИЦ И РЕФЛЕКТОРНОЙ ВОЗБУДИМОСТИ МЫШЦ-РАЗГИБАТЕЛЕЙ ГОЛЕНИ**

**Шигуева Т.А., Китов В.В., Козловская И.Б., Орлов О.И., Томиловская Е.С.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, Москва, Россия;

[t.shigueva@gmail.com](mailto:t.shigueva@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1345.sudak.na2020-16/530-531>

Результаты многочисленных исследований, выполнявшихся в космических полетах и модельных наземных экспериментах, показали, что снижение гравитационной нагрузки сопровождается глубокими нарушениями в деятельности всех звеньев и структур двигательного аппарата [Kozlovskaya I.B. et al., 1983; Shenkman B.S. et al., 2019]. Знание динамики и направленности этих изменений важно для формирования представлений о роли опорной афферентации в обеспечении систем управления движениями.

Для моделирования эффектов микрогравитации была использована 21-суточная «сухая» иммерсия (СИ). Эксперименты проводились с участием 10 здоровых мужчин в возрасте  $29,3 \pm 3,56$  лет. При выполнении испытуемым задачи поддержания стопой слабого мышечного напряжения регистрировали активность двигательных единиц (ДЕ) в мышцах голени (mm. gastrocnemius lat. и soleus). При обработке данных определяли амплитуду и длительность межимпульсных интервалов (МИИ). В качестве показателей, отражающих состояние мотонейронных совокупностей спинного мозга, в ходе 21-суточной СИ исследовали порог и амплитуду Н-рефлекса мышц голени. Эксперименты проводили до начала, во время воздействия и после его завершения.

Результаты проведенных исследований подтвердили предположение о том, что в условиях нормальной гравитации (1g) поддержание малого усилия в экстензорах голени обеспечивается активностью в первую очередь предвещающих выполнение движений малых ДЕ, структурные особенности которых обеспечивают их большую чувствительность к возбудительным влияниям. В условиях опорной разгрузки порядок рекрутирования ДЕ мышц-экстензоров голени отчетливо изменялся: значительно увеличивалось число вовлеченных в двигательную задачу ДЕ с высокими значениями МИИ. Измененный порядок рекрутирования ДЕ сохранялся и на 3-и сутки после окончания СИ, что, по-видимому, связано с длительным (21-суточным) иммерсионным воздействием. Анализ характеристик спинальных рефлексов показал, что наиболее выраженные изменения параметров Н-рефлекса можно наблюдать на 5-й день СИ и в самом конце 21-дневного периода СИ: значительное снижение относительной и абсолютной амплитуды. Порог Н-рефлекса снизился на 5-е сутки СИ и оставался на сниженном уровне до завершения 21-дневного срока СИ.

*Исследование поддержано грантом Российского научного фонда (проект №19-15-00435).*

## **EFFECTS OF 21-DAYS DRY IMMERSION ON CHARACTERISTICS OF MOTOR UNIT'S ACTIVITY AND OF REFLEX EXCITABILITY OF CALF EXTENSOR MUSCLES**

**Shigueva Tatiana A., Kitov Vladimir V., Kozlovskaya Inesa B., Orlov Oleg I., Tomilovskaya Elena S.**

State Scientific Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; [t.shigueva@gmail.com](mailto:t.shigueva@gmail.com)

The results of numerous studies performed in space flights and simulated microgravity experiments have revealed that gravity unloading is followed by deep alterations in all the parts and structures of motor system [Kozlovskaya I.B. et al., 1983; Shenkman B.S. and et al., 2019]. At the same time information on the dynamics and direction of these changes is important for understanding of the role of support afferentation in motor control reorganization under conditions of gravity unloading.

For simulation of microgravity the model of Dry Immersion (DI) has been used [Shulzhenko E.B. 1976]. The duration of exposure was 21 days. The experiments were performed with the participation of 10 healthy men of  $29,3 \pm 3,56$  years old. MUs' activity of shin muscles (mm. gastrocnemius lat. and soleus) was recorded during execution of the task to maintain the small plantar flexion effort. The subjects had the possibility to control the value of effort using visual feedback on the number of MUs involved in the task execution; by the instruction this number should not exceed 4 or 5. Sterile needle concentric electrodes were used for MU's activity recording. Ground electrode was placed on the skin of ipsilateral leg. Duration of interspike intervals (ISI) was analyzed. Characteristics of shin muscles H-reflex at rest were used as the parameters of spinal motoneurons pool's state in the course of 21-day DI. Reflex threshold, maximal and relative peak-to-peak amplitudes of H-reflex recruitment curves in shin extensor muscles were evaluated. Experiments have been performed before, during of DI and after its accomplishment.

The results of the study confirmed the postulate that under 1G conditions maintenance of small muscle effort in shin extensor muscles (mm. soleus и gastrocnemius lat.) is mostly provided by the activity of small MUs since they are more sensitive to the excitatory influence. Under conditions of support withdrawal (Dry Immersion) the recruitment order of extensor muscles' MUs changes significantly: the number of MUs with the high interspike intervals increased. The changed order of MUs' recruitment remained the same even at the 3d day after DI accomplishment, that probably is due to the long-term exposure to support withdrawal.

Analysis of characteristics of spinal reflexes has shown that the most expressed changes in H-reflex parameters can be seen on day 5 of DI and at the very end of 21-day immersion period: a significant decrease of relative and absolute reflex amplitudes. H-reflex threshold decreased on day 5 of DI and remained at the level till completion of 21-day term of DI.

*The study was supported by the Russian Science Foundation (project No. 19-15-00435).*

## РОЛЬ СЕНСОРНООБОГАЩЕННОЙ СРЕДЫ В ВОССТАНОВЛЕНИИ РЕЧИ ПРИ АФАЗИИ

Шипкова К.М.<sup>1,2</sup>

- 1- ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского», Москва;
- 2- ФГБУ ВО «Российский государственный гуманитарный университет», karina.shipkova@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m1346.sudak.ns2020-16/531>

**Введение.** Речь и музыка имеют ряд общих звеньев в своей психологической и нейрональной структуре (A.D. Patel et al., 2008; C. M. Tomaino, 2012), что позволяет воздействовать на речь, в случае ее повреждения, посредством музыки и ее средств (M.H. Thaut, 2005). При органических поражениях мозга длительное воздействие «музыкаобогащенной средой» вызывает изменение на морфологическом уровне, стимулируя нейрогенез и одновременно приводя к регрессу нарушений широкой когнитивной сферы (Särkämö T. et al. 2014) и, в частности речи (Шипкова, Журавкина, 2019). Остается недостаточно исследованным вопрос возможностей полисенсорной стимуляции при когнитивных расстройствах. **Цель исследования.** Изучение влияния «музыкаобогащенной среды» и «полисенсорной обогащенной среды» на регресс нарушений экспрессивной (ЭР) и рецептивной речи (РР) при афазии. **Испытуемые.** Три группы исп. по 7 чел. в каждой. Всего 21 исп. с афазией. Состав групп: 3 исп. с экспрессивной (эфферентной-моторной) и 4 исп. с рецептивной (акустико-мнестической) афазией. Возраст 47,5±14.5 лет. **Методика.** Все группы проходили одинаковый 6-ти недельный курс речевой реабилитации. 1гр. была контрольной. 2гр. дополнительно проходила курс «музыкаобогащенной среды» в форме пассивной музыкотерапии; 3 группа - «полисенсорной обогащенной среды»: сочетанная звуко-ритмическая, тактильная, зрительная и слуховая сенсорная стимуляция в комбинации с активной музыкотерапией. Выборку лонгитюдного наблюдения составляли 5 исп. из 3 гр., которые прошли 3 курса «полисенсорной обогащенной среды». **Обработка данных.** Динамика показателей оценивалась до и после каждого курса реабилитации: коэффициент эффективности восприятия речи в задаче дихотического прослушивания, продуктивность и качество монологической речи. Статанализ проводился с использованием ANOVA. **Результаты исследования.** Не было отмечено межгрупповых различий между всеми группами по исследуемым показателям. Таким образом, однократный курс сенсорнообогащенной среды не оказывал значимого влияния на регресс нарушений речи, в сравнении с обычной средой. Анализ лонгитюдной группы показал, что длительность воздействия (не менее 3 мес.) имеет ключевое значение, приводя при нарушениях рецептивной речи к значимому повышению коэффициента эффективности восприятия речи, а при нарушениях экспрессивной речи к повышению качества монологической речи.

## THE ROLE OF SENSORY-ENRICHED ENVIRONMENT IN THE RECOVERY OF SPEECH IN APHASIA

Shipkova Karine M.<sup>1,2</sup>

- <sup>1</sup>-V. Serbsky National Medical Research Centre for Psychiatry and Narcology, Moscow, Russia
- <sup>2</sup>- Russian State University for the Humanities, Moscow, Russia

**Introduction.** Speech and music have a number of common links in their psychological and neuronal structure (AD Patel et al., 2008; CM Tomaino, 2012), which allows to influence speech, if it damaged, through music and its means (MH Thaut, 2005). In case of organic brain lesions, prolonged exposure to a "music enriched environment" causes a change at the morphological level, stimulating neurogenesis and at the same time leading to regression of disorders of the wide cognitive sphere (Särkämö T. et al. 2014) and, in particular, speech (Shipkova, Zhuravkina, 2019). The question of the possibilities of polysensory stimulation in cognitive disorders remains insufficiently studied. **Purpose of the study.** The influence of a "music enriched environment" and a "polysensory enriched environment" on the regression of disorders of expressive (ES) and receptive speech (RS) in aphasia. **Participants.** Three groups of 7 people in each. The composition of groups: 3 patients with expressive (Broca's aphasia) and 4 patients with receptive (acoustic -mnestic) aphasia. Age 47.5 ± 14.5 years. **Method.** All groups underwent the same 6-week course of speech rehabilitation. 1gr. was a control. 2 gr. additionally took a course of "music enriched environment" in the form of passive music therapy, and 3gr. "polysensory enriched environment": combined sound-rhythmic, tactile, visual and auditory sensory stimulation in combination with active music therapy. 5 patients from 3 gr., passed 3 courses of PE, made a sample of longitudinal observation. The dynamics of the indicators was evaluated before and after each rehabilitation course: the coefficient of speech perception in the dichotic listening task, the quality of monologic speech. **Statistical analysis.** ANOVA, the significance level was 0.05. **Results.** There were no intergroup differences between all groups according to the studied indicators. Thus, a single course of sensory-enriched environment did not have a significant effect on the regression of speech disorders, in comparison with the usual environment. There longitudinal group showed that the duration of sensory exposure (at least 3 months) is of key importance, resulting in impairment of receptive speech to a significant increase in the coefficient of speech perception efficiency in the dichotic listening task and in violation of expressive speech to increase the quality of monologic speech.

**ВЛИЯНИЯ НИЗКОЧАСТОТНОЙ ЭЛЕКТРОМИОСТИМУЛЯЦИИ, ПРОВОДИМОЙ В ХОДЕ «СУХОЙ»  
ИММЕРСИИ, НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТОЙКИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ МОТОРНЫХ  
ОТВЕТОВ, ВЫЗВАННЫХ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ И ТРАНССПИНАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИЕЙ**  
**Н.В. Шишкин, И.Н. Носикова, И.Ю. Ермаков, Е.С. Томиловская**

Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Хорошёвское шоссе, 76А, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1347.sudak.ns2020-16/532>

Параметры вертикальной стойки претерпевают изменения даже после кратковременного воздействия микрогравитации в космическом полёте (КП). Одной из лучших моделей, воспроизводящих физиологические эффекты КП в сенсомоторной системе, является «сухая» иммерсия (СИ).

В данном исследовании изучали влияние ежедневного применения низкочастотной (25 Гц) электромиостимуляции (НЧ ЭМС), в ходе 5-суточной СИ на характеристики вертикальной стойки.

В исследовании приняло участие 10 здоровых добровольцев. Средний возраст - 30,9±6,4 года, средний вес – 76,4±5,4 кг, средний рост – 174,7±4,4 см. ЭМС проводили ежедневно в течение 4-х часов (1 с стимуляции, 2 с отдыха). Испытуемые произвольно выбирали амплитуду стимуляции так, чтобы обеспечить максимальное сокращение мышц, не сопровождающееся болевыми ощущениями (от 7 до 33 мА).

До и непосредственно после окончания иммерсионного воздействия регистрировали стабилметрические показатели: скорость перемещения центра давления (ЦД) по платформе, разброс колебаний ЦД а также пороги и амплитуды вызванных моторных ответов на транскраниальную и транспинальную магнитную стимуляцию.

Исследования показали, что после 5-суточной СИ скорость и амплитуда перемещения ЦД увеличивалась, при этом степень этих изменений зависела от амплитуды ЭМС ( $r=0,65$ ,  $p=0,03$ ). Также обнаружена обратная корреляция между амплитудой стимуляции голени и снижением порогов активации кортикальных мотонейронов ( $r=0,89$ ,  $p=0,007$ ), а также повышением амплитуды их моторного ответа ( $r=0,8$ ,  $p=0,05$ ). Таким образом, изменение стабилметрических показателей после длительной опорной разгрузки с применением курса НЧ ЭМС находится в прямой зависимости от используемой амплитуды стимуляции. Возможно это объясняется тем, что с ростом амплитуды ЭМС уменьшается изменение возбудимости в центральной нервной системе, которое является эффектом воздействия опорной разгрузки.

*Работа поддержана Российской Академией Наук (63.1).*

**STUDY OF THE EFFECTS OF ELECTROMYOSTIMULATION PERFORMED DURING "DRY" IMMERSION ON  
VERTICAL POSTURE AND CHARACTERISTICS OF MOTOR RESPONSES EVOKED BY TRANSCRANIAL  
AND TRANSSPINAL MAGNETIC STIMULATION**

**Shishkin Nikita V., Nosikova Inna N., Ermakov Ivan Yu., Tomilovskaya Elena S.**

Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

The vertical stance parameters undergo changes even after a brief exposure to microgravity in space flight (SF). One of the best models to reproduce the physiological effects of SF in a sensory-motor system is Dry Immersion (DI).

The effects of daily application of low-frequency (25 Hz) electromyostimulation (LF EMS) in the course of 5-day DI on vertical posture characteristics.

10 subjects - healthy volunteers participated in this study. Average age - 30.9±6.4 years, average weight - 76.4±5.4 kg, average height - 174.7±4.4 cm. LF EMS was conducted daily for 4 hours (1 s of stimulation, 2 s of rest). The subjects randomly selected the stimulation amplitude so as to provide maximum muscle contraction without pain (7 to 33 mA).

Before and immediately after the end of immersion exposure, stabilometric parameters were recorded: the centre of pressure (COP) velocity over the platform, the variation in COP fluctuations, and the thresholds and amplitudes of evoked motor responses to transcranial and transspinal magnetic stimulation.

The study showed that after 5-day DI, COP velocity increased, with the degree of these changes depending on the EMS amplitude ( $r=0.65$ ,  $p=0.03$ ). There was also a negative correlation between shin muscles stimulation amplitude and decline of activation thresholds of cortical motoneurons ( $r=0.89$ ,  $p=0.007$ ) and an increase in the amplitude of their motor response ( $r=0.8$ ,  $p=0.05$ ). Thus, the change of the stabilometric parameters after a long support unloading with using the LF EMS course is directly dependent on the amplitude of stimulation used. This may be explained by the fact that with increasing of EMS amplitude the decrease of the changes in central nervous system excitability, which is registered after exposure to support unloading conditions, is observed.

*This work is supported by the Russian Academy of Sciences (63.1).*

**РОЛЬ ВОЗРАСТНЫХ И СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ РЕГУЛЯЦИИ ПРОЦЕССОВ ОКИСЛЕНИЯ В  
ГОЛОВНОМ МОЗГЕ МЫШЕЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИИ**

**Шишкина Л.Н., Климович М.А., Козлов М.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М.

Эмануэля РАН, Москва, Россия; [shishkina@sky.chph.ras.ru](mailto:shishkina@sky.chph.ras.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1348.sudak.ns2020-16/532-533>

Важная роль окислительных процессов в регуляции метаболизма в биологических системах разной степени сложности обусловлена участием липидов при физиологических температурах на стадиях зарождения радикалов и продолжения цепи окисления. Существенная модификация окислительных процессов при радиационных воздействиях и участие ЦНС в формировании их последствий после облучения животных в малых дозах обуславливает необходимость детального изучения состояния процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в головном мозге мышей после воздействия излучения.



Целью работы явилось изучить состояние процессов ПОЛ в головном мозге (ГМ) беспородных мышей (самки) в норме и спустя 4 и 5 недель после воздействия рентгеновского излучения (РИ) переменной мощности в суммарных дозах менее 1.1 МГр в зависимости от исходных величин параметров физико-химической системы регуляции ПОЛ в ГМ. Возраст мышей к моменту облучения 13 недель. Источником РИ служил "СВЧ электронно-циклотронный резонансный ускоритель", разработанный сотрудниками Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН (Сергейчев и др., 2007; Климович и др., 2010). Были изучены следующие параметры: содержание продуктов окисления в гомогенате ГМ мышей, реагирующих с 2-тиобарбитуровой кислотой; антипероксидная активность и/или содержание пероксидов в липидах: содержание диеновых конъюгатов и кетодиенов: состав липидов. Все показатели определяли для каждого животного индивидуально. Эксперименты проводили в сентябре–октябре и мае–июне, поскольку именно в эти сезоны выявлены максимальные различия величин физико-химических параметров липидов ГМ в группах интактных мышей, что обуславливает масштаб и характер взаимосвязей между тесно скоординированными параметрами системы регуляции ПОЛ не только в группах интактных мышей, но и в группах облученных животных. Отсутствие линейной зависимости «биологический эффект – доза» выявлено практически для всех изученных параметров независимо от сезона проведения эксперимента. Обнаружены существенные различия состояния процессов ПОЛ в ГМ мышей в зависимости от времени после облучения при проведении экспериментов в разные сезоны.

Роль физико-химических характеристик липидов в формировании последствий слабых радиационных воздействий на организм предполагает их влияние на регуляцию биохимических процессов в ГМ мышей, что, возможно, обусловлено наличием сигнальных функций как у ряда фосфолипидов, так и продуктов их окисления.

#### **ROLE OF THE AGE AND SEASON CHANGES OF THE OXIDATION PROCESSES REGULATION IN THE BRAIN OF MICE FOR THE DEVELOPMENT OF CONSEQUENCES OF THE RADIATION ACTION**

**Shishkina Lyudmila N., Kozlov Mikhail V., Klimovich Mikhail A.**

Emanuel Institute of Biochemical Physics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;

[shishkina@sky.chph.ras.ru](mailto:shishkina@sky.chph.ras.ru)

The important role of the oxidation processes in the metabolism regulation in the biological system of the different degree of complexity is due to the participant of lipids at the physiological temperatures on stages of the radical initiation and the oxidation chain propagation. The essential modification of the oxidation processes under the radiation action and the CNS participation in the development of their consequences after the irradiation of animals at the low doses are due to the necessity of the detail study of the state of the lipid peroxidation (LPO) processes in the brain of mice after the irradiation action.

The aim of this work was to study of the LPO processes state in the brain of the outbred mice in norm and during 4 and 5 weeks after the X-ray irradiation under changing dose rate at the total doses less than 1.1 cGy in the dependence on the initial values of the physicochemical parameters of the LPO regulatory system in the brain. The age of mice was 13 weeks in beginning of experiments. The X-ray source was the super high frequency electronic cyclotron resonance accelerator by a microwave field in a mirror trap created by works of Prokhorov Institute of the General Physics of RAS (Sergeichev et al. 2007, Klimovich et al., 2010). Following parameters were studied: the content of the oxidation products in the brain homogenate reacted with 2-thiobarbituric acid; the antiperoxide activity and/or the peroxide amount in lipids; the content of the diene conjugate and ketodienes; the lipid composition. Experiments were performed in September–October and May–June because the maximal differences in values of the physicochemical parameters of the brain lipids in groups of the intact mice were revealed in these seasons. It is due to the scale and character of interrelations between the tightly coordinated parameters of the LPO regulatory system both in groups of the intact mice and in groups of the irradiated animals. The absence of the linear dependence "biological effect – dose" is practically revealed for all studied parameters regardless of the season when experiment was performed. The substantial differences of the LPO processes state in the brain of mice were obtained in the dependence on the interval after the irradiation under the experiment leading in the various season.

The role of the physicochemical characteristics of lipids for the development of consequences under the week actions on organism supposes its influence on the regulation of the biochemical processes in the brain of mice. This is obviously due to the existence of the signal functions both for several phospholipids and its products of the oxidation.

#### **ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ ПРОЦЕССОВ ОКИСЛЕНИЯ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ МЫШЕЙ В НОРМЕ И ПРИ РАДИАЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

**Шишкина Л.Н., Мазалецкая Л.И., Хрустова Н.В., Эмануэль О.Н.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М.

Эмануэля РАН, Москва, Россия; [shishkina@sky.chph.ras.ru](mailto:shishkina@sky.chph.ras.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1349.sudak.ns2020-16/533-534>

Интенсивность процессов окисления, основным субстратом которых в биологических системах являются фосфолипиды (ФЛ) мембран, зависит от многих факторов. Активными регуляторами окисления в сложных системах являются антиоксиданты (АО), ионы металлов переменной валентности, концентрация кислорода в среде. Липиды головного мозга лабораторных животных обладают способностью ускорять процессы низкотемпературного окисления. Однако их прооксидантная активность обусловлена преимущественно высокой окисляемостью липидов в связи с высокой долей более легкоокисляемых фракций ФЛ.

Целью работы являлось изучить состав липидов головного мозга мышей и содержание в них  $\alpha$ -токоферола (ТФ) при воздействии радиации разной степени тяжести и определить окисляемость липидов



при раздельном и совместном действии облучения в малой дозе и синтетического АО (фенозан калия) в широком диапазоне доз.

Рентгеновское облучение мышей SHK (самки) проводили в дозе 5 Гр (мощность дозы 44 сГр/мин). Доза низкоинтенсивного  $\gamma$ -излучения для мышей SHK (самцы) составляла 15 сГр (мощность дозы 0,01 сГр/мин). Водный раствор фенозана калия вводили в дозах  $10^{-5}$  и  $10^{-15}$  моль/кг за 30 мин до  $\gamma$ -облучения. Измерены следующие показатели: состав липидов; способность липидов к окислению (соотношение сумм более легкоокисляемых и более трудноокисляемых фракций в составе ФЛ головного мозга мышей и их способность тормозить инициированное окисление этилбензола при 40°C); концентрация ТФ. Изучена скорость поглощения кислорода в процессе окисления в зависимости от его парциального давления на примере реакции ионов меди(II) с синтетическим АО в различных средах.

Выявлено существенное изменение всех исследованных параметров физико-химической системы регуляции перекисного окисления липидов головного мозга мышей как в зависимости от дозы облучения и времени после воздействия, так и от дозы АО.

Наличие ТФ в составе липидов головного мозга интактных мышей подтверждено экспериментально. Обнаружены существенные изменения концентрации ТФ в составе липидов головного мозга мышей в зависимости от тяжести лучевого воздействия. Показано, что образование комплекса ТФ с ФЛ оказывает влияние на эффективность его ингибирующего действия.

Установлено, что участие кислорода на стадии зарождения радикалов в нейтральной среде определяется его парциальным давлением в системе. Это необходимо учитывать при оценке интенсивности процессов окисления в мембранах, для которых характерно достаточно низкое парциальное давление кислорода.

#### **PECULIARITIES OF THE OXIDATION PROCESSES REGULATION IN THE BRAIN OF MICE IN NORM AND UNDER THE RADIATION ACTION**

**Shishkina Lyudmila N., Mazaletskaia Lidiya I., Khrustova Natalya V., Emanuel Olga N.**

Emanuel Institute of Biochemical Physics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;

[shishkina@sky.chph.ras.ru](mailto:shishkina@sky.chph.ras.ru)

The intensity of the oxidation processes whose the main substrate in biological system are the membrane phospholipids (PL) depends on many factors. Antioxidants (AO), ions of the mixed-valence metals, the oxygen concentration in medium are the active regulators of the oxidation in the complex systems. The brain lipids of the laboratory animals possess the ability to accelerate processes of the low temperature oxidation. However, their prooxidant activity is predominantly due to the high oxidizability of lipids because the high share of the more easily oxidizable fractions in the PL composition.

The aim of this work was to study the composition of the brain lipids of mice and the content of  $\alpha$ -tocopherol (TP) in them under the radiation action with the different degree of the heavy and to determine the lipid oxidizability under the separate and combined action of the irradiation at the low dose and the synthetic AO (potassium phenosan) in a wide range of doses.

X-ray irradiation of mice SHK (females) was performed at the dose of 5 Gy (the dose rate was 44 cGy/min). The dose of the low-intensity  $\gamma$ -irradiation of mice SHK (males) was 15 cGy (the dose rate was 0,01 cGy/min). The potassium phenosan solution in distilled water was introduced at the dose of  $10^{-5}$  and  $10^{-15}$  mol/kg 30 min before  $\gamma$ -irradiation. Following parameters were measured: the lipid composition; the ability of lipids to the oxidation (the ratio of the sums of the more easily oxidizable to the more poorly oxidizable fractions in the PL composition of the brain of mice and their ability to inhibit the initiated oxidation of ethylbenzene at 40°C); the TP concentration. The rate of the oxygen uptake in the oxidation process in dependence on its partial pressure was studied by means of the reaction of Cu(II) ions with the synthetic AO in the different mediums.

The essential changes of all studied parameters of the physicochemical LPO regulatory system in the brain of mice were revealed both in the dependence on the radiation dose and the interval after the action and the AO dose.

The TP availability in the lipid composition of the brain of the intact mice is experimentally confirmed. The essential changes of TP concentration in the brain lipid composition of mice were established in the dependence on the heavy of the radiation action. The formation of the TP and PL complex is shown to influence on the efficiency of its inhibitory action.

It is established that the participation of oxygen on the stage of the radical initiation on the neutral medium is due to its partial pressure in system. It is necessary to take into account under the estimation of the intensity of the oxidation processes in membranes since they characterize enough low partial pressure of oxygen.

#### **УЛЬТРАСТРУКТУРА АСТРОЦИТАРНОГО МИКРООКРУЖЕНИЯ ДЕНДРИТНЫХ СИНАПСОВ В ВЕРХНИХ СЛОЯХ СОМАТОСЕНСОРНОЙ КОРЫ**

**Шишкова Е.А.<sup>1</sup>, Краев И.В.<sup>2</sup>, Рогачевский В.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ИБК ФИЦ ПНЦБИ РАН, Московская область, г. Пушкино, Россия; <sup>2</sup>Открытый Университет, Милтон-Кинс, Великобритания; [shishkova@neuro.nnov.ru](mailto:shishkova@neuro.nnov.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1350.sudak.ns2020-16/534-536>

Верхние слои соматосенсорной коры вовлечены в процессы обработки сигналов, поступающих как от нижележащих слоёв, так и от других отделов мозга. Первый слой содержит множество отростков апикальных дендритов и небольшое число интернейронов. Он характеризуется спонтанной кальциевой динамикой астроцитарных отростков и сниженной ритмической активностью нейрональных сетей. Слой 2/3 содержит сомы пирамидных нейронов, получает возбуждающие входы от нижележащих слоёв и массу тормозных входов от локальных интернейронов и интернейронов смежных слоёв. Это в свою очередь проявляется с одной стороны в наименьшей электрической активности среди других слоев, с другой – в

высоких подпороговых потенциалах и высокой степенью синхронизации внутри нейрональных ансамблей, наряду со сниженной по сравнению с первым слоем, но синхронизированной кальциевой динамикой астроцитарных отростков. Для ответа на вопрос, опосредованы ли эти функциональные отличия между слоями особенностями взаимодействия астроцитарных отростков с синапсами, мы исследовали их ультраструктуру методами 3D реконструкции.

Мозг мышей линии C57NL6N фиксировали путем транскардиальной глутаральдегидной перфузии с последующей постфиксацией в  $\text{OsO}_4$ . Образцы заключали в эпоксидные смолы, для приготовления серий ультратонких срезов. Изображения срезов (монтажи по 6x6 фреймов) получали при увеличении x6K в автоматическом режиме на микроскопе JEM-1400, эластично сшивали и выравнивали в стеке для 3D реконструкции дендритных шипиков и взаимодействующих с ними астроцитарных отростков в первом (L1), втором (L2) и третьем (L3) слоях сенсомоторной коры.

Анализ плотности синапсов не выявил достоверных отличий между слоями (L1:  $0,37 \pm 0,1$ ; L2:  $0,35 \pm 0,04$ ; L3:  $0,30 \pm 0,09$  /мкм<sup>3</sup>). Размеры шипиков были достоверно больше в первом слое по сравнению с L2 и L3 слоями, которые между собой не имели достоверных отличий (площадь – L1:  $2,51 \pm 0,35$ ; L2:  $1,51 \pm 0,28$ ; L3:  $1,54 \pm 0,2$  /мкм<sup>2</sup>; объём – L1:  $0,22 \pm 0,05$ ; L2:  $0,10 \pm 0,02$ ; L3:  $0,12 \pm 0,03$  /мкм<sup>3</sup>), но слою L2 соответствовал наименьший размер шипиков. Большая вариабельность размеров активных зон проявлялась в отсутствии достоверных отличий между слоями (L1:  $0,18 \pm 0,03$ ; L2:  $0,11 \pm 0,03$ ; L3:  $0,13 \pm 0,02$  /мкм<sup>2</sup>). Площадь контакта астроцита с поверхностью шипика была достоверно больше в L3 по сравнению с L1 и не отличалась между L1/L2 и L2/L3 слоями (L1:  $0,62 \pm 0,18$ ; L2:  $0,41 \pm 0,1$ ; L3:  $0,38 \pm 0,1$  /мкм<sup>2</sup>). При этом наблюдается тенденция к наибольшему охвату шипиков в третьем слое и наименьшему в L2. Расстояние между астроцитарным отростком и активной зоной синапса было достоверно меньше в первом слое по сравнению с третьим, то есть в первом слое большее число синапсов имело непосредственный контакт с астроцитарным отростком; не было отличий между первым и вторым, вторым и третьим слоями (L1:  $0,009 \pm 0,004$  мкм; L2:  $0,014 \pm 0,006$  мкм; L3:  $0,029 \pm 0,012$  мкм). Но, при этом наблюдался тренд к увеличению расстояния между активной зоной синапса и астроцитарным отростком от первого слоя к третьему. В третьем слое астроцитарные отростки наиболее удалены от активных зон синапсов.

Вероятно, отсутствие морфологических отличий большинства проанализированных параметров между 2 и 3 слоем отражает сходные электрофизиологические, биохимические и функциональные черты нейрональных сетей этих слоев, что проявляется в отсутствии четкого их разделения в исследованиях методами световой микроскопии. Меньший размер шипиков в 2/3 слое по сравнению с L1 может являться структурной основой сравнительно меньшей активности нейронов L2/3 слоя и увеличенных подпороговых потенциалов. Снижение изоляции активных зон астроцитарными отростками в синапсах 2/3 слоя может способствовать облегчению спilloвера нейротрансмиттера, который в свою очередь может вносить вклад в повышение эффективности синаптической передачи за счет суммации локальных подпороговых потенциалов и, как следствие, синхронизации групп нейронов и кальциевой динамики окружающих астроцитарных отростков.

## ULTRASTRUCTURE OF ASTROCYTIC COVERAGE OF DENDRITIC SPINES IN OUTER CORTICAL LAYERS OF THE SOMATOSENSORY CORTEX

Shishkova Elena A.<sup>1</sup>, Kraev Igor V.<sup>2</sup>, Rogachevsky Vadim V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ICB RAS, Moscow Region, Pushchino, Russia; <sup>2</sup>Open University, Milton Keynes, UK; shishkova@neuro.nnov.ru

The superficial layers of the somatosensory cortex, while receiving inputs from both the underlying layers and other brain regions, are involved in sensory information processing. The first layer contains lots of processes of apical dendrites and a small number of interneurons. This layer is characterized by spontaneous  $\text{Ca}^{2+}$  dynamics of astrocytic processes and low rhythmic activity of neural circuits. Layer 2/3, containing pyramidal neuron somata, receives excitatory inputs from underlying layers and multiple inhibitory inputs from neighboring interneurons of the same layer and from interneurons of adjacent layers. Strong inhibition is resulted in high subthreshold potentials and the lowest firing rates among the other layers, along with a high degree of synchrony inside neuronal ensembles in addition to decreased but synchronized  $\text{Ca}^{2+}$  surges of astrocytic processes, in comparison to the first layer. To answer the question of whether these functional interlayer differences are mediated by the peculiarities of the neuron-glia structural interrelationship within synapses, we investigated their ultrastructure by using of 3D reconstructions.

The brains of C57NL6N mice were fixed by transcardial perfusion with glutaraldehyde followed by postfixation in  $\text{OsO}_4$ . Samples were embedded in epoxy resins for ultrathin sectioning. Images (montages of 6x6 frames) taken at x6K with JEM-1400 electron microscope in automatic mode from the first (L1), second (L2), and third (L3) layers of the somatosensory cortex were elastically stitched and aligned for 3D reconstruction of dendritic spines and adjacent astrocytic processes.

Synapse density analysis did not reveal significant differences between layers (L1:  $0,37 \pm 0,1$ ; L2:  $0,35 \pm 0,04$ ; L3:  $0,30 \pm 0,09$  per  $\mu\text{m}^3$ ). Spines from the first layer were significantly larger, in comparison to L2 and L3 layers, which did not have significant differences (surface area – L1:  $2,51 \pm 0,35$ ; L2:  $1,51 \pm 0,28$ ; L3:  $1,54 \pm 0,2$  / $\mu\text{m}^2$ ; spine volume – L1:  $0,22 \pm 0,05$ ; L2:  $0,10 \pm 0,02$ ; L3:  $0,12 \pm 0,03$  / $\mu\text{m}^3$ ). Layer L2 had the smallest spines. Between layers there were no significant differences in active zone areas due to high variability of their values (L1:  $0,18 \pm 0,03$ ; L2:  $0,11 \pm 0,03$ ; L3:  $0,13 \pm 0,02$   $\mu\text{m}^2$ ). The contact area between dendritic spines and astrocytic processes was significantly higher in L3 over the L1 and had no differences between L1/L2 and L2/L3 layers (L1:  $0,62 \pm 0,18$ ; L2:  $0,41 \pm 0,1$ ; L3:  $0,38 \pm 0,1$  / $\mu\text{m}^2$ ). At the same time, there was a tendency towards the largest coverage of spines in the third layer and the smallest contact area in L2. The distance between the astrocytic process and the synapse active zone was significantly less in the first layer than the third, therefore more synapses of the L1 have direct contact with the astrocytic process. However, distance was not differ between L1 / L2 and L2 / L3 layers (L1:  $0,009 \pm 0,004$   $\mu\text{m}^2$ ; L2:  $0,014 \pm 0,006$   $\mu\text{m}^2$ ; L3:  $0,029 \pm 0,012$  / $\mu\text{m}^2$ ). At the same time, there is a trend towards an increase in the distance between the astrocytic process and the active zone from the first layer to the third. Hence, in the third layer astroglial processes were located at a greater distance from the synaptic active zones.

Thus, the absence of morphological differences in analyzed parameters between the 2nd and 3rd layer could reflect the similar electrophysiological, biochemical, and functional properties of their neural networks, and could be the reason for the lack of a clear difference between L2 and L3 in light microscopy studies. Relatively smaller size of the L2/3 spines may represent the structural basis of the lower neuronal activity and large-amplitude subthreshold potentials. Weakened astrocytic isolation of active zones in L2/3 synapses could favor the neurotransmitter spillover, which in turn, by means of summation of local subthreshold potentials could contribute to synaptic transmission efficacy, thereby favoring synchronous activity of neighboring neurons and calcium dynamics in surrounding astrocytic processes.

### **ВЫЗВАННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ КРЫСЫ ПРИ ТРАНСВЕРТЕРБРАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ**

**Шкорбатова П.Ю.<sup>1</sup>, Ляховецкий В.А.<sup>1,2</sup>, Горский О. В.<sup>1,2</sup>, Павлова Н.В.<sup>1,2,3</sup>, Баженова Е.Ю.<sup>1,2,3</sup>, Калинина Д.С.<sup>2,3</sup>, Мусиенко П.Е.<sup>1,2,3</sup>**

<sup>1</sup>Институт физиологии им И.П. Павлова РАН;

<sup>2</sup>Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. А.М. Гранова;

<sup>3</sup>Институт трансляционной биомедицины СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1351.sudak.ns2020-16/536-537>

Электрическая стимуляция является эффективным средством восстановления функций после травм и других повреждений спинного мозга, сопровождающихся моторным и сенсорным дефицитом. В зависимости от степени инвазивности (например, субдурально, эпидурально или чрескожно) воздействие через электрод, расположенный над некоторой областью спинного мозга, может с различной избирательностью активировать мотонейронные пулы разных мышц, что влияет на эффективность методики. В хронических опытах на животных моделях используется и чрескостная стимуляция. Целью данной работы являлось изучение селективности активации различных мышц с помощью вызванных потенциалов при расположении стимулирующего электрода интравертебрально.

У децереброванных крыс регистрировали электромиографическую активность (ЭМГ) в мышцах спины (m.paravertberalis), хвоста и в мышцах задних конечностей (m.iliacus, m.adductor magnus, m.vastus lateralis, m.semitendinosus, m.tibialis anterior, m.gastrocnemius medialis, m.soleus, m.flexor hallucis longus) при электрической стимуляции (0.5-3 мА, 1 Гц, 0.2 мс) проволочным электродом, размещаемым последовательно в одном из остистых отростков позвонков T11-S1. Для каждого тока определяли максимальный ответ ректифицированной ЭМГ в диапазоне 1 - 15 мс после стимуляционного импульса. На основе полученных измерений строили кривую рекрутирования, по углу наклона которой делали вывод об эффективности активации мышц.

Выявлено, что для каждой мышцы наклон кривой рекрутирования был максимален при стимуляции различных позвонков. Для мышц хвоста максимальный наклон кривых рекрутирования наблюдался при стимуляции позвонка S1, для m. paravertberalis – при стимуляции позвонков T11- T13, для m.iliacus – L2-L4, для прочих мышц – L4-L6. Низкая латентность ответов в рамках таких кривых рекрутирования свидетельствует о прямом ответе на стимуляцию вентральных корешков (М-волна). Результаты исследования показывают, что полученные ответы топичны и отражают rostrocaudальное распределение мотонейронных пулов в сегментах спинного мозга. Причем чрескостно в первую очередь стимулируются вентральные корешки, выходящие из позвоночного канала соответствующего позвонка и содержащие аксоны мотонейронов от одноименного сегмента.

*Работа поддержана грантами РФФИ №19-015-00546 а, 20-015-00568-а.*

### **EVOKED POTENTIALS OF SKELETAL MUSCLES OF THE RAT AT TRANSVERTEBRAL ELECTRIC STIMULATION**

**Shkorbatova Polina Yu.<sup>1</sup>, Lyakhovetski Vsevolod A.<sup>1,2</sup>, Gorsky Oleg V.<sup>1,2</sup>, Pavlova Natalia V.<sup>1,2,3</sup>, Bazhenova Elena Yu.<sup>1,2,3</sup>, Kalinina Daria S.<sup>2,3</sup>, Musienko Pavel E.<sup>1,2,3</sup>**

<sup>1</sup>Pavlov Institute of Physiology RAS;

<sup>2</sup>Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technology named by A.M. Granov;

<sup>3</sup>Institute of Translational Biomedicine, St. Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia

Electrical stimulation is an effective method of recovery from trauma and other injuries of the spinal cord accompanied by motor and sensory deficits. Depending on the degree of invasiveness (for example, subdurally, epidurally or transdermally), the stimulation through electrodes located above a certain area of the spinal cord can cause selective activation of motor neuron pools of various muscles, which changes the effectiveness of the technique. In chronic animal experiments, transvertebral stimulation is used. This work was aimed to study the selectivity of the muscles activation using evoked potentials when the stimulating electrode was located intravertebrally.

In decerebrated rats, electromyographic activity (EMG) was recorded in the muscles of the back (m.paravertberalis), tail, and muscles of the hind limbs (m.iliacus, m.adductor magnus, m.vastus lateralis, m.semitendinosus, m.tibialis anterior, m. gastrocnemius medialis, m.soleus, m.flexor hallucis longus) during electrical stimulation (0.5-3 mA, 1 Hz, 0.2 ms) with a wire electrode placed in series in one of the spinous processes of the T11-S1 vertebrae. For each current, the maximum response of the rectified EMG was determined in the range of 1–15 ms after the stimulation pulse. Based on these measurements a recruitment curves were plotted for each muscle and the slope of the recruitment curve characterizes the effectiveness of muscle activation.

It was found that for each muscle the slope of the recruitment curve was maximal for the stimulation of various vertebrae. For the tail muscles, the maximum slope of the recruitment curves was observed for the stimulation of the vertebra S1, for m. paravertberalis - for the stimulation of the vertebrae T11-T13, for m.iliacus - L2-L4, for other muscles - L4-L6. The low latency of responses indicates a direct response to stimulation of the

ventral roots (M-wave). The results of the study show that the muscle responses are topical and reflect the rostrocaudal distribution of motor neuron pools in segments of the spinal cord. Also, transvertebral stimulation mostly affects the ventral roots emerging from the spinal canal of the corresponding vertebra and containing axons of motor neurons from the homologous segment.

*The work was supported by RFBR grants No. 19-015-00546 a, 20-015-00568-a.*

#### **СКЕЛЕТОТОПИЯ ПОЯСНИЧНЫХ И КРЕСТЦОВЫХ СЕГМЕНТОВ СПИННОГО МОЗГА МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ.**

**Шкорбатова П.Ю.<sup>1</sup>, Ляховецкий В.А.<sup>1,2</sup>, Вещицкий А.А.<sup>1</sup>, Павлова Н.В.<sup>1,3</sup>,  
Баженова Е.Ю.<sup>1,3</sup>, Меркульева Н.С.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Институт физиологии им И.П. Павлова РАН;

<sup>2</sup>Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. А.М. Гранова;

<sup>3</sup>Институт трансляционной биомедицины СПбГУ; Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1352.sudak.ns2020-16/537>

Спинальный мозг млекопитающих занимает только часть позвоночного канала, что обусловлено более быстрым ростом позвоночника по сравнению со спинным мозгом. Этот феномен наиболее выражен у сегментов поясничного и крестцового отделов, которые у взрослых животных располагаются намного выше, чем соответствующие им позвонки. На уровне пояснично-крестцового отдела спинного мозга расположены локальные нейронные сети, обуславливающие локомоцию. Онтогенетические закономерности формирования этих сетей важны для понимания как механизмов их развития, так и возможностей их посттравматического восстановления. Такие исследования, а также лечебные воздействия на их основе, затруднены без детальной скелетотопии сегментов спинного мозга.

В настоящей работе исследовали динамику положения сегментов спинного мозга у семи групп котят в возрасте от 3-х до 90 постнатальных дней, то есть в период наиболее интенсивного развития локомоторных функций, и у взрослых животных. Кроме того, по данным литературы проведен анализ положения сегментов спинного мозга в онтогенезе у норки, песца и человека. Прежде нами был предложен подход, заключающийся в нормировке абсолютных длин сегментов спинного мозга кошки к длине второго поясничного позвонка (Shkorbatova et al., 2018). Такая нормировка позволяет сравнить относительные размеры сегментов спинного мозга различных видов млекопитающих.

Обнаружено, что скорость роста верхне-поясничных сегментов незначительно превосходит скорость роста одноименных им позвонков: их относительные размеры в ходе онтогенеза увеличиваются у человека, норки и песца, а у кошки остаются неизменными. Скорость роста ниже-поясничных и крестцовых сегментов ниже: их относительные размеры уменьшаются (в наибольшей степени у песца, в наименьшей – у человека). Различия в динамике роста верхне- и ниже-поясничных сегментов свидетельствует о локализации в последних нейронных сетей, предназначенных для координированных движений нижних конечностей. Результаты работы показывают, что при планировании локальных воздействий на спинной мозг следует учитывать неоднородность возрастных изменений размеров его сегментов.

*Работа поддержана грантом РФФИ №19-015-00409 А.*

#### **SKELETOTOPY OF THE LUMBAR AND SACRAL SPINAL SEGMENTS OF MAMMALS IN POSTNATAL ONTOGENESIS.**

**Shkorbatova Polina Yu.<sup>1</sup>, Lyakhovetskii Vsevolod A.<sup>1,2</sup>, Veshchitskii Aleksandr A.<sup>1</sup>, Pavlova Natalia V.<sup>1,3</sup>,  
Bazhenova Elena Yu.<sup>1,3</sup>, Merkulyeva Natalia S.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Pavlov Institute of Physiology RAS

<sup>2</sup>Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technology named by A.M. Granov

<sup>3</sup>Institute of Translational Biomedicine, St. Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia

It is known that the spinal cord in mammals occupies only part of the vertebral canal due to faster growth of the spine compared to the spinal cord. This phenomenon is most prominent in lumbar and sacral segments, which are located much higher in adult animals than the corresponding vertebrae. In the lumbosacral spinal cord there are local neural networks that can trigger the locomotion. Studies of ontogenetic formation of these networks are important for understanding both the mechanisms of their development and the possibilities of their post-traumatic recovery. Such studies, as well as therapeutic methods based on them, are difficult without a detailed skeletotopy of the spinal cord segments.

In present work, we investigated the dynamics of the position of the spinal cord segments in seven groups of kittens aged 2 to 90 postnatal days, during the most intensive development of locomotor functions, and in adult animals. In addition, based on the literature data, an analysis of the positions of spinal cord segments in mink, arctic fox and humans during ontogenesis was performed. Previously we proposed an approach consisting in normalizing the absolute lengths of cat spinal cord segments to the length of the second lumbar vertebra (Shkorbatova et al., 2018). Such normalization allows us to compare the relative sizes of the spinal cord segments in different species of mammals.

It was found that the growth rate of the upper lumbar segments is slightly higher than the growth rate of the corresponding vertebrae: their relative sizes slightly increase during ontogenesis in humans, minks and arctic foxes, while in cats they remain unchanged. The growth rate of the lower lumbar and sacral segments is lower: their relative sizes decrease (in the highest degree in the arctic fox, in the lowest – in humans). Differences in the dynamics of growth of the upper and lower lumbar segments may indicate that in the later ones the neural networks coordinating moving hindlimbs are localized. The results of the work show that when planning local interventions on the spinal cord, the heterogeneity of age-related changes in the size of the spinal segments should be taken into account.

*This work was supported by RFBR grant No. 19-015-00409 А.*



## **ЭКЗИСТЕНЦИАЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ПСИХОТЕРАПИИ ДЕПРЕССИИ НА ПРИМЕРЕ РАБОТЫ С ДЕПРЕССИЕЙ У МАТЕРЕЙ** **Шокотко С.Л.**

Ассоциация Экзистенциально-Аналитических Психологов и Психотерапевтов, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m1353.sudak.ns2020-16/538>

Физические, эмоциональные, психологические нагрузки, связанные с материнством, могут вызвать состояние эмоционального выгорания и депрессии. Сила эмоций, связанных с материнством, огромна. Агрессия, аффективное поведение наполняют стыдом и виной, в нем трудно признаваться и получать своевременную помощь и поддержку. Негативные переживания, связанные с материнством, не находят выхода и возможности их выразить, так как существует общественное мнение и установки, закрепленные воспитанием, что это не нормально, страдать от того, что ты мать. Таким образом, многие женщины блокируются в непонимании и отвержении, оставаясь в одиночестве и изоляции, самообвинениях, усиливающих это состояние.

В ходе психотерапевтической работы с матерями был обнаружен ряд установок, которые фиксируют, усиливают страдание.

При терапии депрессии происходит работа с изменением позиции, развитием самосострадания. Отслеживание собственного состояния, понимание ограничений и слабостей предупреждает вспышки агрессии и последующие самообвинения. В работе происходит мобилизация персональных ресурсов, постоянная отработка нахождения и занятия собственной позиции, тренировка самодистанцирования, самопринятия, переработка чувства вины, конкретизация ответственности. Постепенно выстраиваются отношения с собственной жизнью, через преодоление блокад переживания ценности.

Глубокий уровень экзистенциально-аналитической терапии обнаруживает причины возникновения негативной установки по отношению к жизни. Пациентки проживают фазы гнева, печали и мобилизации жизненных сил, внутренних ресурсов. Слезы приносят облегчение, укрепляющая сила агрессии защищает от непомерного использования и истощения жизненных сил. Обретение персональной позиции по отношению к собственной жизни укрепляет пациенток, дает ресурс к изменениям.

Для специалистов, работающих с депрессивными матерями, важно понимание и теплое принятие для установления терапевтических отношений. Матери очень нуждаются в эмпатическом понимании, так как испытывают трудности с самопринятием, подвержены невротическому чувству вины и самоотвержению. Феноменологическое описание переживаний матерей помогает психологам и психотерапевтам быть более принимающими и бережными в работе с сложными чувствами пациенток.

## **EXISTENTIAL-ANALITICAL METHODS IN PSYCHOTHERAPY OF DEPRESSION BY MEANS OF THE EXAMPLES OF MOTHERS' DEPRESSION**

**Shokotko Sofya L.**

Association of Existential-Analytical Psychologists and Psychotherapists, Moscow, Russia

The power of the emotions related to motherhood is enormous. Woman's emotional conditions caused by confrontation with her own limitations and life hardships may scare both the woman herself and people around. Aggression, affective behavior fills the mother with shame and guilt that are hard to admit and prevent her from getting timely help and support. Negative feeling related to motherhood find no way out and expression due to the public opinion and attitudes supported by the upbringing that it is not okay to suffer from being a mother. Women suffer being misunderstood and rejected, and their loneliness, isolation, and self-reproach enhance this situation.

When analyzing my work with mothers' depression, I found a number of regular conditions, or beliefs, which I called "the motherhood traps". These beliefs are similar to traps, because you get there unwittingly, and they keep holding you for a long time, imprint in your mind. This entrapment is painful and hard to overcome without professional help. At the same time, people who have never experienced these conditions, even psychologists, can hardly understand this suffering. Misunderstanding on the part of the others and resulting disapproval and rejection enhance women's loneliness and suffering.

In the treatment of depression we worked by the change of position, the development of self-compassion. Tracking your own state and understanding your limitations and weaknesses prevents outbursts of aggression and subsequent self-accusations. The work involves the mobilization of personal resources, the constant development of finding and occupying one's own position, the training of self-regulation, self-acceptance, the processing of feelings of guilt, and the specification of responsibility. Gradually, relationships with one's own life are built, through overcoming the blockages of experiencing value.

A deep level of existential-analytical therapy reveals the causes of negative attitudes towards life. Patients live through phases of anger, sadness, and mobilization of vital forces and internal resources. Tears bring relief, the strengthening power of aggression protects against excessive use and exhaustion of vital forces. Finding a personal position in relation to their own lives strengthens patients, gives them a resource for changes.

Phenomenological description of mothers' worries helps psychologists and psychotherapists to be more understanding and careful in the work with complicated feelings of their patients.

## **СВЯЗЬ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАМЯТИ С КОГНИТИВНО-СТИЛЕВЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ**

**Шпагонова Н.Г., Садов В.А., Петрович Д.Л.**

Институт психологии РАН, г. Москва, Россия, [shpagonova@mail.ru](mailto:shpagonova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1354.sudak.ns2020-16/538-539>

Целью работы является выявить связь физических характеристик эталона с когнитивно-стилевыми особенностями в процессе его хранения в долговременной памяти.

В качестве эталона был выбран звуковой фрагмент – пение птиц в лесу (2449мс), как наиболее приятный, известный и сильный. В исследовании использовались следующие методы: метод воспроизведения длительности, как наиболее точный по сравнению с методом оценки и отмеривания, методика АКТ – 70 для диагностики когнитивного стиля «полезависимость/полenezависимость»,

Исследование проводилось индивидуально и состояло из пяти серий (от 20 минут до 28 дней). В первой серии испытуемому предъявлялся эталон для запоминания его длительности. Через 20 минут после запоминания эталона испытуемый воспроизводил его длительность нажатием на клавишу. Во всех последующих сериях испытуемый должен был вспомнить эталон и воспроизвести его длительность. Во всех сериях были вычислены средние значения воспроизведения длительности эталона и их стандартные отклонения. Для когнитивного стиля «полезависимость/полenezависимость» были вычислены следующие показатели: общее время выполнения всего задания; количество правильных ответов и продуктивность, определяемая как частное от деления количества правильных ответов на время выполнения всего задания. По показателю продуктивности были выделены группы полезависимых и полenezависимых по медианному критерию ( $Me=1,426$ ). В исследовании приняли участие 60 испытуемых.

Результаты исследования показали наличие положительной корреляционной связи между средним значением воспроизведения длительности эталона и количеством правильных ответов с первой по четвертую сериях в группе полезависимых испытуемых. С увеличением количества правильных ответов происходило увеличение длительности воспроизведения эталона при задержке 20 минут, 7, 14, 21 суток. При уменьшении количества правильных ответов длительность воспроизведения эталона уменьшалась. В группе полenezависимых испытуемых не выявлено связи между показателями когнитивного стиля «полезависимость/полenezависимость» и характеристиками воспроизведения длительности эталона (устойчивость и точность).

(Гос. Задание: № 0159 – 2019 – 0009).

### SEMANTIC CHARACTERISTICS OF THE ACOUSTICAL IMAGE

Shpagonova Natalia, Sadov Vasily, Petrovich Darya

Institute of psychology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, [shpagonova@mail.ru](mailto:shpagonova@mail.ru)

The purpose of work is to reveal the nature of change of signs of the semantic description of an acoustical image in the course of its storage in long-term memory. We have selected as standard sound clip the birdsong in the forest (2449 ms). In a research the following methods were used: the semantic differential (SD) for the description of a sound fragment consisting of 49 couples of adjectives, a method of reproduction of duration of the standard stimulus. The research was conducted individually and consisted of five series (from 20 minutes to 28 days). After its memorization the subject measured the clip's features at the points of semantic differential (SD). After 20 minutes of storing the subjects reproduced the memorized duration of the standard stimulus pressing a key (20 times). In all subsequent series the subject had to remember the standard stimulus, reproduce its duration and fill in the SD form. Processing of results was carried out by means of discriminant analysis. 20 examinees participated in a research.

For identification of nature of change of signs of the semantic description of an acoustical image, average values and dispersions of signs of the semantic description of SD in all series were calculated. Attenuation, "spread" of an image in sign model assumes that the image becomes less accurate in the course of storage in long-term memory and the signs describing it become less certain. Uncertainty of the description is expressed in increase in dispersion of the description of signs of SD in the course of storage of a standard in long-term memory.

Results of a correlation research showed existence of monotonous process of increase in dispersion of the following semantic signs from first to the sixth series: pleasant, short, irritating, short, favorable. It demonstrates that in the course of preservation in memory the acoustical image on these signs becomes less certain and more indistinct. And on the basis of occurrence of the remembered sound dispersion monotonously decreases.

Thus, in the course of storage in long-term memory of an acoustical image signs and their definiteness change. Uncertainty of the description on signs increases: pleasant, short, irritating, short, favorable. Also decreases on the basis of occurrence.

(State task: No. 0159 – 2019 – 0009)

### НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СТИМУЛЯЦИИ ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНО-ГОНАДНОЙ ОСИ

Шпаков А.О., Деркач К.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, e-mail: [alex\\_shpakov@list.ru](mailto:alex_shpakov@list.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1355.sudak.ns2020-16/539-540>

Гипоталамо-гипофизарно-гонадная (ГГГ) ось опосредует регуляторное влияние на функции репродуктивной системы большого числа гормональных агентов. Ключевую роль среди них играют гонадотропины – лютеинизирующий и фолликулостимулирующий гормоны (ЛГ и ФСГ) и гипофизарная форма хорионического гонадотропина, продуцируемые гонадотрофами аденогипофиза, а также вырабатываемый гипоталамическими нейронами декапептид гонадолиберин, рилизинг-фактор ЛГ и ФСГ. Следует, однако, отметить, что даже непродолжительное применение гонадолиберина и его аналогов с агонистической активностью, так же как и применение антагонистов гонадолиберина, полностью подавляет активность ГГГ оси, резко снижая продукцию гонадотропинов и половых стероидных гормонов. В свою очередь, широко используемые в медицине препараты рекомбинантных гонадотропных гормонов существенно отличаются от их природных аналогов, как по посттрансляционным модификациям, так и по спектру биологической активности. Вследствие этого, в последние годы осуществляется поиск других гормональных и негормональных активаторов ГГГ оси. Значительный интерес здесь представляют синтетические аналоги  $\alpha$ -меланоцитстимулирующего гормона ( $\alpha$ -МСГ) и ксипептина, которые связываясь с

меланокортиновыми рецепторами 4-го типа и кисспептиновыми рецепторами GPR54, локализованными на поверхности гипоталамических гонадолиберин-экспрессирующих нейронов, стимулируют синтез и секрецию гонадолиберина. В качестве стимулятора продукции гонадолиберина может быть использован адипокин лептин и его синтетические аналоги, способные проникать через ГЭБ и активировать нейроны, продуцирующие кисспептин и про-опиомеланокортин, предшественник  $\alpha$ -МСГ. Большие надежды связывают с метформином, который является препаратом первой линии выбора при лечении сахарного диабета 2 типа и метаболического синдрома. Ранее считали, что улучшение репродуктивных функций у женщин и мужчин с этими метаболическими расстройствами в ходе метформиновой терапии является следствием вызываемого метформином восстановления метаболических и функциональных показателей. Однако в последние годы появились неоспоримые доказательства положительного влияния метформина непосредственно на все звенья ГГГ оси, включая гонадолиберин-экспрессирующие нейроны. Все это указывает на перспективы применения метформина, как стимулятора репродуктивных функций и при лечении бесплодия.

*Работа поддержана РФФИ и ДНТ (№ 18-515-45004 ИНД\_а).*

#### **NEW APPROACHES TO STIMULATION OF THE HYPOTHALAMO-PITUITARY-GONADAL AXIS**

**Shpakov Alexander O., Derkach Kira V.**

I. M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; e-mail: alex\_shpakov@list.ru

The hypothalamic-pituitary-gonadal (HPG) axis mediates the regulatory effect of a large number of hormonal agents on functions of the reproductive system. The key role among them is played by gonadotropins, such as the luteinizing and follicle-stimulating hormones (LH and FSH) and the pituitary form of the chorionic gonadotropin, produced by the gonadotrophs of the adenohypophysis, as well as the decapeptide gonadoliberein produced by the hypothalamic neurons, the releasing-factor of LH and FSH. However, it should be noted that even the short-term use of gonadoliberein and its analogues with agonistic activity, as well as the use of gonadoliberein antagonists, completely suppresses the activity of the HPG axis, dramatically reducing the production of gonadotropins and sex steroid hormones. In turn, the preparations of recombinant gonadotropic hormones widely used in medicine differ significantly from their natural counterparts, both in the post-translational modifications and in the spectrum of biological activity. As a result of this, in the recent years a search has been made for other hormonal and non-hormonal activators of the HPG axis. Of considerable interest are synthetic analogues of  $\alpha$ -melanocyte-stimulating hormone ( $\alpha$ -MSH) and kisspeptin, which, by binding to the type 4 melanocortin receptors and the GPR54 kisspeptin receptors located on the surface of hypothalamic gonadoliberein-expressing neurons, stimulate the synthesis and secretion of gonadoliberein. Adipokine leptin and its synthetic analogues capable of penetrating the blood-brain barrier and activating the neurons producing kisspeptin and pro-opiomelanocortin, an  $\alpha$ -MSH precursor, can be used as a stimulator of gonadoliberein production. Great expectations are associated with the drug metformin, which is the first line of choice in the treatment of type 2 diabetes mellitus and metabolic syndrome. It was previously believed that an improvement of the reproductive functions in women and men with these metabolic disorders during metformin therapy is a consequence of the restoration of the metabolic and functional parameters caused by metformin. However, in the recent years there has been undeniable evidence of the positive effect of metformin directly on all links in the HPG axis, including the gonadoliberein-expressing neurons. All this indicates the prospects for the use of metformin as a stimulator of the reproductive functions and in the treatment of infertility.

*This work was supported by the RFBR and DNT (№ 18-515-45004 IND\_a).*

#### **АЛЛОСТЕРИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ И МОДУЛЯТОРЫ РЕЦЕПТОРОВ, СОПРЯЖЕННЫХ С ГЕТЕРОТРИМЕРНЫМИ G-БЕЛКАМИ**

**Шпаков А.О.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, e-mail: alex\_shpakov@list.ru

<https://doi.org/10.29003/m1356.sudak.ns2020-16/540-541>

Сопряженные с гетеротримерными G-белками рецепторы (GPCR), семь раз пронизывающие плазматическую мембрану, опосредуют регуляторные эффекты большого числа гормонов, ростовых факторов, нутриентов и метаболитов на фундаментальные клеточные процессы. Общепринято, что основным механизмом их активации является высокоаффинное связывание эндогенного лиганда или его синтетического аналога с ортостерическим сайтом GPCR, что приводит к его переходу в активную конформацию, индуцирует взаимодействие GPCR с различными типами G-белков или с  $\beta$ -аррестинами. Результатом этого является запуск внутриклеточных сигнальных каскадов, контролирующей активность ферментов, генераторов вторичных посредников, и транскрипционных факторов, регуляторов генной экспрессии. Однако, наряду с ортостерическим сайтом, который обычно расположен в трансмембранном канале, образованном семью трансмембранными участками, или формируется внеклеточными петлями, в молекуле GPCR также локализованы один или несколько аллостерических сайтов. Они могут располагаться во всех доменах и субдоменах GPCR, включая внутреннюю и внешнюю поверхность трансмембранного канала и различные участки внеклеточных и цитоплазматических петель. Взаимодействие эндогенных лигандов с аллостерическими сайтами рецептора осуществляется специфично, но с относительно низким сродством. При этом лиганды аллостерических сайтов могут быть наделены активностью полных и инверсионных агонистов и нейтральных антагонистов рецептора. Наряду с этим они способны функционировать как положительные или негативные модуляторы активированного рецептора, соответственно усиливая или снижая его активность. Важной особенностью лигандов аллостерического сайта является то, что, в отличие от лигандов ортостерического сайта, они

характеризуются более высокой специфичностью в отношении регуляции и модуляции функциональной активности определенного типа G-белков или  $\beta$ -аррестинов, вызывая активацию или, напротив, ингибирование определенного внутриклеточного сигнального пути. Все это указывает на то, что лиганды аллостерических сайтов GPCR в настоящее время рассматриваются как новый перспективный класс высокоселективных регуляторов физиологических и биохимических процессов, являясь прототипами для создания таргетных фармакологических препаратов.

*Работа поддержана Российским научным фондом (проект № 19-75-20122).*

## THE ALLOSTERIC REGULATORS AND MODULATORS OF THE HETEROTRIMERIC G-PROTEINS-COUPLED RECEPTORS

**Shpakov Alexander O.**

I. M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; e-mail: alex\_shpakov@list.ru

The heterotrimeric G-protein-coupled receptors (GPCR), which penetrate the plasma membrane seven times, mediate the regulatory effects of a large number of hormones, growth factors, nutrients, and metabolites on the fundamental cellular processes. It is generally accepted that the main mechanism of GPCR activation is the high-affinity binding of the endogenous ligand or its synthetic analogue to the orthosteric site of GPCR, which leads to its transition to the active conformation, induces the interaction of GPCR with different types of G-proteins or with the  $\beta$ -arrestins. The result of this is the triggering of intracellular signaling cascades that control the activity of the enzymes, the generators of the secondary messengers, and the transcription factors, the regulators of the gene expression. However, along with the orthosteric site, which is usually located within the transmembrane channel formed by seven transmembrane regions or is formed by the extracellular loops, in the GPCR molecule one or more allosteric sites are also localized. They can be located in all domains and subdomains of GPCRs, including the inner and outer surfaces of the transmembrane channel and the different regions of the extracellular and cytoplasmic loops. The interaction of endogenous ligands with the allosteric sites of GPCRs is carried out specifically, but with a relatively low affinity. Moreover, the ligands of the allosteric sites can be endowed with the activity of the full and inverse agonists and the neutral antagonists of the receptors. In addition, they are able to function as the positive or negative modulators of the activated receptor, respectively enhancing or decreasing its activity. An important feature of the ligands of the allosteric site is that, unlike the ligands of the orthosteric site, they are characterized by higher specificity with respect to the regulation and modulation of the functional activity of a certain type of G-proteins or  $\beta$ -arrestins, causing activation or, alternatively, inhibition of a certain intracellular signaling pathway. All this indicates that the ligands of the GPCR allosteric sites are currently considered as a new promising class of highly selective regulators of physiological and biochemical processes, being prototypes for the creation of targeted pharmacological drugs.

*This work was supported by the Russian Science Foundation (project № 19-75-20122).*

## РОЛЬ ТОРМОЖЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ НЕЙРОСЕТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ

**Шульгина Г.И.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия E-mail: [shulgina28@mail.ru](mailto:shulgina28@mail.ru)

На основе изучения феноменологии поведения было выявлено участие в его организации нескольких видов торможения: внешнего, внутреннего, доминантного. Регистрация активности нейронов коры головного мозга и суммарных медленных потенциалов показала, что при выработке внутреннего торможения в коре головного мозга усиливаются медленные колебания потенциалов и соответствующая им фазная активность нейронов, что обусловлено относительным усилением гиперполяризационного торможения. Внешнее и доминантное торможения реализуются на фоне активации ЭЭГ, т. е. при ослаблении гиперполяризационного ГАМКергического торможения и усилении тонического торможения импульсации нейронов, которое реализуется при участии ацетилхолинергической нейромедиаторной системы. Кроме того показано, что при выработке активных форм поведения у нейронов сенсомоторной коры возникает предвозбудительное торможение. Имитационные математические модели сети нейроноподобных элементов (НЭ), возбуждающих и тормозных, свойства и параметры взаимодействия которых были максимально приближены к таковым в реальных условиях работы нервной системы, были реализованы в виде программ на ЭВМ. Исходно для каждого варианта расчетов устанавливались размеры матриц НЭ, форма связей внутри них и между ними, знак связей и параметры составляющих элементов. Структура модели предполагает возможность создания любого необходимого числа матриц, связанных между собой любым способом, наиболее пригодным для решения поставленной задачи. При необходимости матрицы могут быть связаны в модули, состоящие из нескольких матриц. Модули, в свою очередь, могут быть связаны между собой. Таким образом возможна имитация строения и функций любых структур головного мозга. Обучение определялось принципом Хебба (Hebb, 1949). Обучение нейросети из возбуждающих и тормозных НЭ распознаванию, классификации, обобщению и называнию оцифрованных образов показало, что для обеспечения точности и надёжности в ее работе необходимо участие всех видов торможения, известных в нейрофизиологии поведения. Использование предвозбудительного торможения позволяет устранять действие предыдущего образа на последующий. Использование гиперполяризационного торможения даёт возможность устранять реакции на неподкрепляемые образы. Доминантное торможение, при котором «победитель получает всё» обеспечивает разделение очень сходных, почти взаимопоглощённых образов.



## THE ROLE OF INHIBITION IN THE ORGANIZATION OF NEURAL NETWORKS WORK IN TRAINING

Shulgina G.I.

Federal state budgetary institution of science Institute of higher nervous activity and neurophysiology of RAS,  
Moscow, Russia. E-mail: [shulgina28@mail.ru](mailto:shulgina28@mail.ru)

Based on the study of the phenomenology of behavior, it was revealed that several types of inhibition were involved in its organization: external, internal, dominant. Registration of the activity of neurons of the cerebral cortex and total slow potentials showed that when internal inhibition is generated in the cerebral cortex, slow fluctuations of potentials and the corresponding phase activity of neurons are intensified, which is due to the relative increase in hyperpolarization inhibition. External and dominant inhibition is realized against the background of EEG activation, i.e., with weakening of hyperpolarizing GABAergic inhibition and increased tonic inhibition of neuron impulse, which is realized with the participation of an acetylcholinergic neurotransmitter system. In addition, it has been shown that in the development of active forms of behavior in neurons of the sensorimotor cortex, pre-excitatory inhibition occurs. Simulation mathematical models of a network of neuron-like elements (NEs), excitatory and inhibitory, the properties and interaction parameters of which were as close as possible to those in real conditions of the nervous system, were implemented in the form of computer programs. Initially, for each calculation option, the sizes of NE matrices were established, the form of bonds inside and between them, the sign of the bonds, and the parameters of the constituent elements. The structure of the model implies the possibility of creating any necessary number of matrices that are interconnected in any way most suitable for solving the problem. If necessary, matrices can be linked into modules consisting of several matrices. Modules, in turn, can be interconnected. Thus, imitation of the structure and functions of any brain structures is possible. Training was determined by the Hebb principle (Hebb, 1949). Training a neural network from excitatory and inhibitory NEs to recognize, classify, generalize and name digitized images has shown that to ensure accuracy and reliability in its work, all types of inhibition, known in the neurophysiology of behavior, must be involved. The use of pre-excitatory inhibition allows eliminating the effect of the previous image on the next. The use of hyperpolarizing inhibition makes it possible to eliminate reactions to non-reinforced images. Dominant inhibition, in which "the winner receives everything", ensures the separation of very similar, almost mutually absorbed images.

## НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ И НЕЙРОМЕДИАТОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОРМОЖЕНИЯ ПОВЕДЕНИЯ В НОРМЕ И В УСЛОВИЯХ ПАТОЛОГИИ

Шульгина Г.И.

ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия,  
E-mail: [shulgina28@mail.ru](mailto:shulgina28@mail.ru)

В работе проведен анализ сведений относительно нейрофизиологического и нейромедиаторного обеспечения двух основных видов торможения поведения: врожденного, генетически обусловленного, и вырабатываемого в процессе обучения. Было обнаружено, что при выработке внутреннего торможения наблюдается усиление фазной активности нейронов и соответствующих медленных колебаний биопотенциалов вначале локально, в анализаторе представительства условного стимула, затем, по мере углубления торможения (глубокое угашение, сон) все более генерализованно в новой коре и других структурах головного мозга. На основе результатов своих экспериментов, при учете данных общей нейрофизиологии, сделано заключение о том, что выработка торможения поведения при обучении - внутреннего торможения, в том числе «латентного торможения», определяется относительным усилением тормозных гиперполяризационных процессов, либо локально – в анализаторе условного стимула, либо, при усилении тормозного состояния, все более генерализованно в новой коре и других структурах головного мозга. Нейромедиатором внутреннего торможения является гамма-аминомасляная кислота.

Торможение поведения без предварительной выработки возникает либо при действии сверхсильных раздражителей (запредельное торможение), либо при частом повторении стимула вследствие истощения клеточных ресурсов, либо при взаимодействии двух и более активных систем, из которых более интенсивная подавляет другую (внешнее торможение, доминантное торможение, замирание, «prepulse inhibition» и др.). Эти виды торможения возникают на фоне активации ЭЭГ, что предполагает участие в их реализации структур ретикулярной формации и соответствующих нейромедиаторов (ацетилхолин, норадреналин, дофамин, серотонин).

При различных формах патологии поведения нарушаются условия взаимодействия процессов возбуждения и торможения в ЦНС при реализации и генетически обусловленных форм торможения поведения и внутреннего торможения, вырабатываемого при обучении.

## NEUROPHYSIOLOGICAL AND NEUROTRANSMITTER'S PROVIDING OF INHIBITION OF BEHAVIOR IN NORM AND IN CONDITIONS OF A PATHOLOGY

Shul'gina G. I.

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, E-mail: [shulgina28@mail.ru](mailto:shulgina28@mail.ru)

In the work the analysis of data concerning neurophysiological and neurotransmitter's maintenance of two principal kinds of inhibition of behavior is carried out: inborn, genetically inherent inhibition, and inhibition developed in the course of training

It has been found that in the development of internal inhibition, there is an increase in the phase activity of neurons and the corresponding slow oscillations of biopotentials first locally, in the conditional stimulus representation analyzer, then, as the inhibition deepens (deep inhibition of a reflex, sleep), more and more widespread in a new cortex and other structures of a brain. The main neurotransmitter at development of internal inhibition is the gamma-aminobutyric acid.

Inhibition of behavior without preliminary training arises or at action super strong stimuli, (exceeding the maximum value inhibition), or with frequent repetition of the stimulus due to depletion of cellular resources, or at interaction of two and more active systems from which more intensive system suppresses another (external inhibition, dominant inhibition, «freezing», «prepulse inhibition», etc.). These kinds of inhibitions arise against activation ЭЭГ that assumes participation in their realization of structures of the formation reticularis and corresponding neurotransmitters (acetylcholine, noradrenalin, dopamine, serotonin).

At various forms of a pathology of behavior conditions of interaction of processes of excitation and inhibition in CNS become incorrect at realization as well as in the case of genetically inherent forms of inhibition of behavior and in the case of the internal inhibition.

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОДКОРКОВОГО ЭЛЕКТРОДА В ЗАДНЕМ ЛАТЕРАЛЬНОМ ЯДРЕ ТАЛАМУСА КРЫСЫ С ПОМОЩЬЮ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ** **Шумихина С.И.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; shumikhs3@yahoo.com

<https://doi.org/10.29003/m1357.sudak.ns2020-16/543>

Во время подготовки животного к эксперименту, в ходе хирургической операции, используется стереотаксический атлас. Если фронтальные и латеральные координаты подкорковых структур мозга по атласу могут быть использованы с большой степенью точности, то определение глубины погружения электрода в мозг крысы встречается с определёнными трудностями. В стереотаксическом атласе мозга крысы, "0" для горизонтальной проекции определяется как междуушная линия или как линия, проходящая через брегму и лямбду на поверхности черепа. Для введения электрода в подкорковые структуры оба метода могут быть использованы. Однако, при использовании первого способа, точность введения электрода будет зависеть главным образом от индивидуальных различий в размере мозга, в то время как при использовании второго метода, точность погружения электрода будет зависеть в первую очередь от индивидуальных различий в толщине кости черепа. В наших экспериментах на наркотизированных хлоралгидратом крысах, раздражающий электрод вводился в заднее латеральное ядро таламуса (ЗЛЯ). Отводящий электрод помещали в точку черепа, соответствующей латеральной бинокулярной области первичной зрительной коры. Индифферентный электрод находился по средней линии в кости черепа над лобной пазухой. Раздражающий биполярный электрод, изготовленный из скрученной нихромовой проволоки диаметром 80 мкм, медленно вводили в мозг под физиологическим контролем путём записи вызванных потенциалов в зрительной коре на низкочастотную электрическую стимуляцию (0.2 мс, 100 мкА, 1 Гц) ткани мозга. Вызванные потенциалы начинали регистрировать на глубине 2.5-3.0 мм, после прохождения толщины коры согласно стереотаксическому атласу. При прохождении гиппокампа, располагающегося непосредственно под корой больших полушарий, вызванные потенциалы регистрировали с шагом 0.25-0.5 мм. Эксперименты показали, что координаты ЗЛЯ по глубине могут быть надёжно определены по глубине наблюдаемой инверсии вызванного потенциала и характеристикам вызванного потенциала. Полученные результаты были подтверждены морфологическим контролем локализации раздражающего электрода.

*Работа выполнена с использованием средств государственного бюджета по госзаданию на 2019-2021 годы (№ г.р. AAAA-A17-117092040002-6).*

#### **LOCALIZATION OF A SUBCORTICAL ELECTRODE IN THE RAT NUCLEUS LATERALIS POSTERIOR BY USING EVOKED POTENTIALS**

**Shumikhina Svetlana I.**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;  
[shumikhs3@yahoo.com](mailto:shumikhs3@yahoo.com)

Animal preparation includes surgical operation during which a stereotaxic atlas is commonly used for a determination of coordinates of brain structures. If frontal and lateral coordinates of subcortical structures can be determined with a sufficient precision, a localization of the structure at the depth meets some difficulties. In the stereotaxic atlas of the rat brain, the zero for the horizontal plane is taken as the interaural line or the line passing through bregma and lambda on the surface of the skull.

In the attempt to insert electrode in a subcortical structure, the both ways can be used. However, if the first method is used, the precision of the electrode insertion will depend mostly on individual differences in the brain size, while with the latter method the precision will mostly depend on the individual variations in a thickness of the skull. In our experiments, in anesthetized with chloral hydrate rats, a stimulating electrode was inserted in the lateral posterior nucleus (LP). A recording electrode was positioned at the surface of the brain corresponding to the lateral binocular area of the primary visual cortex. The reference electrode was placed at the midline at the anterior end of the skull. The stimulating bipolar electrode made from twisted stainless steel wires 80 µm in diameter was slowly inserted in the brain under physiological control by recording evoked potentials in the visual cortex to electrical stimulation of the brain tissue (0.2 ms, 100 µA, 1 Hz). Evoked potentials were initially recorded at the depth of 2.5-3.0 mm from the surface of the skull after penetrating the thickness of the cortex. Upon entering the hippocampus that is located under the cortex, evoked potentials were recorded with steps of 0.25-0.5 mm. Experiments showed that a location of the LP at depth could be reliably identified from the depth of the polarity inversion of evoked potentials and characteristics of evoked potentials. The results were confirmed by a morphological control of the stimulating electrode.

*This research was supported within the state assignment of Ministry of Education and Science of the Russian Federation (No. AAAA-A17-117092040002-6).*

**ИЗМЕНЕНИЕ БЕЛКОВ КРОВИ ПРИ САХАРНОМ ДИАБЕТЕ**  
**Эфендиев А.М., Абилова Р.Г., Джафарова Г.А., Алекперзаде Ш.И**

Азербайджанский Медицинский Университет, кафедра Биохимии, г. Баку, Азербайджан

Белки крови, как известно, занимают центральное место в обмене веществ человеческого организма, выполняя транспортные, регуляторные и защитные функции. Исследования, позволяющие выявить количественные и качественные изменения в составе крови могут иметь существенное значение в постановке диагноза у больного. В настоящее время клиническим лабораториям все настойчивее предъявляются требования проведение наиболее информативных и экономических исследований. В ряду таких методов одно из значительных мест занимает электрофорез белков сыворотки крови с помощью которого можно получить весомую информацию для оценки жизненных процессов как на этапе постановки диагноза, так и в процессе лечения пациента.

Целью настоящей работы является выявление количественных изменений белковых фракций в сыворотки крови у больных сахарным диабетом. Объектом исследования служили сыворотки периферической крови пациентов в возрасте от 20 до 62 лет. Больные были разделены на 3 группы в зависимости от тяжести заболевания. 1-я группа –тяжелая форма болезни (ИЗСД), 2-я группа ИНСД (средняя форма), 3-я группа ИНСД (легкая форма). Каждая группа состояла из 18 больных. Общий белок определяли в реакции с биуретовым реактивом. Электрофорез проводили на аппарате для вертикального гель-электрофореза АВГЭ-2р\к «Хийу Калур» з-д «Химифил» ЭССР. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью t- теста Стьюдента.

В нашем исследовании мы обратили внимание на связь количественных отклонений белкового состава крови в зависимости от тяжести течения сахарного диабета. Полученные нами данные показывают, что у больных I группы количество альбуминов снизилось на 29 % ( $p < 0,001$ ), у II группы на 16% ( $p < 0,001$ ) а у III группы на 11% ( $p < 0,005$ ). Что касается глобулинов то у больных I группы глобулины оставались почти на уровне контроля. У больных II группы уровень количество  $\alpha$ -глобулинов повысился достоверно и составил 38% ( $p < 0,005$ ), а у III группы количество  $\alpha$ -глобулинов мало отличалось от контроля. При всех формах диабета достоверно понижалась концентрация  $\beta$  – глобулинов. Так у больных I группы  $\beta$  –глобулины повышаются на 65% ( $p < 0,005$ ), у II группы на 86% ( $p < 0,001$ ) и у III группы на 57% ( $p < 0,001$ ). Содержание  $\gamma$ -глобулинов в зависимости от тяжести заболевания возрастает и достоверно не отличается от контрольного. У больных I группы разница составила 16,43%, II группы -7,2%, III группы -0,32%. Альбумин глобулиновый коэффициент при легкой форме был 1,06, при средней- 0,94, при тяжелой форме 0,91. В норме он составляет 1,34.

Таким образом, электрофоретическое исследование белковых фракций сыворотки крови больных свидетельствует о глубоких изменениях в обмене веществ и должно служить сигналом лечащим врачам углубления обследования больных.

**CHANGE OF BLOOD PROTEINS IN SUGAR DIABETES**  
**Efendiev A.M., Abilova R.G., Cafarova G.A., Alekperzade S.I**

Azerbaijan Medical University, Department of Biochemistry, Baku, Azerbaijan

Blood proteins, as you know, occupy a central place in the metabolism of the human body; performing transport, regulatory and protective functions. Studies to identify quantitative and qualitative changes in the composition of the blood can be of significant importance in the diagnosis of the disease. Currently, clinical laboratories are increasingly insisted on conducting the most informative and economic studies. Among these methods, electrophoresis of serum proteins is one of the significant places with the help of which significant information can be obtained for assessing life processes both at the stage of diagnosis and in the treatment of a patient.

The aim of this work is to identify quantitative changes in protein fractions in serum patients with diabetes mellitus. The object of the study was the peripheral blood serum of patients aged between 20 to 62 years. Patients were divided into 3 groups depending on the severity of the disease. First group — severe form of the disease; second group of NIDDM (middle form); third group of NIDDM (mild form). Each group consisted of 18 patients. Total protein was determined in reaction with a biuret reagent. Statistical processing of the obtained results was carried out using t-student test. Electrophoresis was carried out on an apparatus for vertical gel electrophoresis of AVGE-2p \ k "Hiu Kalur» z-«dHimfil» ESSR. (In our study, we drew attention to the relationship between quantitative deviations of the protein composition of the blood to depending on the severity of diabetes). Our data show that in patients of group I the amount of albumin decreased by 29% ( $p < 0.001$ ), in-group II by 16% ( $p < 0.001$ ) and in-group III by 11% ( $p < 0.005$ ). As for globulins, in patients of group I globulins remained almost at the control level. In patients of group II, the level of  $\alpha$ -globulins increased significantly and amounted to 38% ( $p < 0.005$ ), and in-group III, the number of  $\alpha$ -globulins did not differ much from the control. In all forms of diabetes, the concentration of  $\beta$  - globulins significantly decreased. So in patients of group I  $\beta$  -globulins increase by 65% ( $p < 0,005$ ), in-group II by 86% ( $p < 0.001$ ) and in-group III by 57% ( $p < 0.001$ ). The content of  $\gamma$ -globulins can be increase depending on the severity of the disease increases and does not significantly differ from the control. In patients of group I, the difference was 16.43%, group II -7.2%, group III -0.32%. The albumin globulin coefficient in the mild form was 1.06, with an average of 0.94, with a severe form of 0.91. Normally, it is 1.34.

Thus, an electrophoretic study of the protein fractions of the blood serum of patients, indicates profound changes in the metabolism and should serve as a signal to the attending physicians to deepen the examination of patients.

## АНТИОКСИДАНТНОЕ И МИТОПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ ПРОИЗВОДНЫХ ПРИРОДНОГО ЛАКТОНА САНТОНИНА

**Яндулова Е.Ю., Ключков С.Г., Семаков А.В., Романова Е.О., Неганова М.Е.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологически активных веществ Российской академии наук, Россия, Черноголовка, Московская обл., Россия; [yandulovacaterina@gmail.com](mailto:yandulovacaterina@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m1358.sudak.ns2020-16/545>

В связи с тем, что нейродегенеративные заболевания (НДЗ) имеют сложную мультифакторную природу, их терапия не может ограничиваться воздействием только на одну молекулярную мишень, поэтому одной из главных стратегий в разработке лекарственных средств для лечения нейропатологий является поиск мультитаргетных соединений, способных модулировать несколько ключевых звеньев патогенеза заболевания. В качестве таких мишеней могут выступать процессы, связанные с окислительным стрессом и функционированием митохондрий, играющие ведущую роль в патогенезе НДЗ. Одним из перспективных подходов при создании мультитаргетных агентов является модификация природных соединений, которые, как известно, обладают широким спектром биологической активности.

В данной работе был синтезирован ряд конъюгатов сесквитерпенового лактона сантонина с фармакофорными аминами и проведен их первичный скрининг с целью поиска потенциальных нейропротекторов. Анализ антиоксидантных свойств веществ был произведен по их способности ингибировать процесс перекисного окисления липидов (ПОЛ) гомогената мозга крыс, а оценку влияния конъюгатов на митохондриальные характеристики проводили по изменению «набухания» митохондрий и трансмембранного потенциала органелл, а также работе комплексов дыхательной цепи.

Установлено, что триптаминовое производное сантонина с шифром D-5272 показало высокую активность в ингибировании процесса ПОЛ, иницированного как ионами  $Fe^{2+}$ , так и т-БГП. Для данного соединения также была отмечена выраженная способность модулировать митохондриальные характеристики, что выражалось в эффективном концентрационно-зависимом подавлении скорости  $Ca^{2+}$ -индуцированного «набухания» органелл и отсутствии влияния на трансмембранный потенциал митохондрий, что может свидетельствовать о его потенциальной нетоксичности. Также было показано, что D-5272 стимулирует работу II комплекса электрон-транспортной цепи, что отражается в усилении дыхания органелл в присутствии субстрата данного комплекса сукцината и ингибитора комплекса I ротенона.

Таким образом, аддукт на основе триптамина с шифром D-5272, проявляющий комплексное антиоксидантное и митопротекторное действие, является перспективным соединением в ряду производных сантонина, что свидетельствует о необходимости дальнейшего более глубокого исследования его нейропротекторных свойств.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-73-10195.*

## ANTIOXIDANT AND MitoPROTECTIVE ACTION of DERIVATIVES of the NATURAL LACTONE SANTONIN

**Yandulova Ekaterina Yu., Klochkov Sergey G., Semakov Aleksey V.,**

**Romanova Ekaterina O., Neganova Margarita E.**

The Institute of Physiologically Active Compounds of the Russian Academy of Sciences, Russia, Chernogolovka, Moscow region; [yandulovacaterina@gmail.com](mailto:yandulovacaterina@gmail.com)

Due to the fact that neurodegenerative diseases (NDD) have a complex multifactorial nature, their therapy can not be limited to affecting only one molecular target, so one of the main strategies in the development of drugs for the treatment of neuropathologies is the search for multitarget compounds that can modulate several key links of the pathogenesis of the disease. Such targets can be processes that are associated with oxidative stress and mitochondrial functioning, which play a leading role in the pathogenesis of NDD. One of the promising approaches for creating multitarget agents is the modification of natural compounds, that are known to have a wide range of biological activity.

A number of conjugates of sesquiterpene lactone santonin with pharmacophore amines were synthesized and their primary screening was carried out to search for potential neuroprotectors in this work. The antioxidant properties of these substances were analyzed by their ability to inhibit the process of lipid peroxidation (LP) of rat brain homogenate, and the effect of conjugates on mitochondrial characteristics was evaluated by changing the "swelling" of mitochondria and the transmembrane potential of organelles, as well as the work of the respiratory chain complexes.

It was established that the tryptamine derivative of santonin D-5272 showed high activity of the inhibition of the LP process initiated by both  $Fe^{2+}$  and t-BHP. A pronounced ability to modulate mitochondrial characteristics was also noted for this compound, it was expressed in an effective concentration-dependent suppression of the rate of  $Ca^{2+}$ -induced «swelling» of organelles and no effect on the transmembrane potential of mitochondria that may indicate its potential non-toxicity. It was also shown that D-5272 stimulates the activity of complex II of the electron transport chain, which is reflected in increased respiration of organelles in the presence of a substrate of this complex – succinate, – and the inhibitor of complex I – rotenone.

Thus, the adduct based on tryptamine D-5272, which shows a complex antioxidant and mitoprotective effect, is a promising compound in a number of santonin derivatives that indicates the need for further study of its neuroprotective properties in detail.

*The work was financially supported by the RSF under scientific project No. 19-73-10195.*



## ОСОБЕННОСТИ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ПАЦИЕНТОВ С ВАЗОСПАСТИЧЕСКОЙ СТЕНОКАРДИЕЙ

**Ярмош И.В., Гузева В.М., Евдокимов Д.С., Болдуева С.А.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И.Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия; [yarmosh06@mail.ru](mailto:yarmosh06@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1359.sudak.ns2020-16/546>

Вазоспастическая стенокардия (ВС) встречается у больных, госпитализированных с нестабильной стенокардией, с частотой от 2-3% (европейские страны) до 40% (Япония). По данным последних исследований дисбаланс вегетативной нервной системы (ВНС) считается важным механизмом развития ВС. Однако, имеющиеся данные противоречивы. С одной стороны, частое появление приступов ночью и в ранние утренние часы свидетельствует о значительной роли блуждающего нерва в развитии ВС. С другой стороны, ночные приступы ВС обычно возникают в быструю фазу сна, а положительные результаты полной симпатической денервации сердца у пациентов с ВС свидетельствуют о гиперсимпатикотонии. Одним из методов изучения вегетативной регуляции сердца является метод оценки вариабельности сердечного ритма (ВСР).

Целью исследования было выявить особенности ВСР у больных ВС.

**Материалы и методы.** В исследование были включены 17 пациентов с ВС, госпитализированных в кардиологическое отделение СЗГМУ им. И.И.Мечникова. У всех больных ВС установлена в соответствии с диагностическими критериями (клинические рекомендации ВНОК, 2009; ESC, 2013; JSC, 2013). Всем больным проводились общеклиническое обследование и оценка ВСР в покое, в пробе с глубоким дыханием и активной ортопробе с помощью программы «Валента». Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Statistica 10,0.

**Результаты.** Средний возраст больных ВС составил  $55,3 \pm 10,2$  года; из них 9 мужчин средним возрастом  $49,1 \pm 14$  года и 8 женщин со средним возрастом  $62,3 \pm 11,3$  года ( $p < 0,05$ ). Из 17 больных ВС при оценке ВСР в покое у 12 обследованных выявлялась парасимпатикотония (1 подгруппа: 5 мужчин и 7 женщин), у 3 – симпатикотония (2 подгруппа: 2 мужчин и 1 женщина), у 2 – нормотония (3 подгруппа: 2 мужчин). В 1 подгруппе средний возраст обследованных  $58,8 \pm 9,3$  года. В пробе с глубоким дыханием в 1 подгруппе сохранялась парасимпатикотония у 9 обследованных, в активной ортопробе – у 8, хотя со снижением влияния парасимпатической системы. В 2 подгруппе в вегетативных пробах у 1 мужчины наблюдалось усиление симпатикотонии, а 2 обследованных – усиление парасимпатических влияний. В 3 подгруппе в вегетативных пробах у 1 мужчины – нормальная реакция, у другого обследованного – усиление парасимпатических влияний.

**Выводы.** 1. У большинства обследованных больных ВС по результатам изучения ВСР в покое выявлена парасимпатикотония. 2. В активной ортостатической пробе чаще выявлялась сниженная или парадоксальная реакция ВНС. 3. У женщин чаще выявлялась парасимпатикотония как в покое, так и вегетативных пробах, в то время как у мужчин были разные варианты дисфункции ВНС. 4. Необходимо дальнейшее изучение роли вегетативной дисфункции в развитии ВС.

## FEATURES OF HEART RATE VARIABILITY IN PATIENTS WITH VASOSPASTIC ANGINA

**Yarmosh Irina V., Guzeva Veronika M., Evdokimov Dmitrii S., Boldueva Svetlana A.**

North-West State Medical University named after Il. Mechnikov, St. Petersburg, Russia; [yarmosh06@mail.ru](mailto:yarmosh06@mail.ru)

Vasospastic angina (VA) occurs among patients with unstable angina ranges from 2-3% (European countries) to 40% (Japan). According to recent researches an imbalance of the autonomic nervous system function (ANS) is considered an important mechanism for the development of VA. One of the methods of studying vegetative regulation of the heart is the methods of evaluating Heart rate variability (HRV).

**Purpose.** To study features of HRV in patients with VA.

**Materials and methods.** A clinical observational study included 17 patients with VA treated in Cardiology department of the hospital. The diagnosis of VA was established according to 2013 ESC Guidelines, JSC 2013, RSC 2009. The next clinical and physiological features of patients with VA were evaluated by Valenta program: HRV at rest, deep breathing (DB) and active standing test (AST). Statistical analysis using the program Statistica 10,0.

**Results.** Average age of patients with VA was  $55,3 \pm 10,2$  years, 9 of them are men ( $49,1 \pm 14$  years) and 8 are women ( $62,3 \pm 11,3$  years,  $p < 0,05$ ). There were obtained several types of ANS: parasympathetic (PSNS) was revealed in 12 patients (subgroup of 1: 5 of them are men and 7 are women), sympathetic (SNS) – in 3 (subgroup of 2: 2 men and 1 woman), normal ANS – in 2 (3 subgroup of 3: all men). Average age of patients in subgroup 1 was  $58.8 \pm 9.3$  years. The PSNS was preserved at 9 patients in the subgroup 1 during DB test. Decrease in the influence of PSNS had to 8 patients during AST. One man in the subgroups 2 had increase of sympathetic influences, and 2 patients - parasympathetic influences. One man in the subgroups 3 had normal reaction, another patients this subgroup - increase of parasympathetic influences.

**Conclusions.** 1. The most of studying patients with vasospastic angina demonstrated increase parasympathetic autonomic nervous system. 2. Decrease or paradoxical reaction of the ANS were obtained during active standing tests in most cases. 3. Mainly woman with VA had PSNS, while men had different variants of the dysfunction ANS. 4. Further research vegetative dysfunctions in the development of vasospastic angina is needed.

## **ДЕЙСТВИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ НА АДРЕНОРЕАКТИВНОСТЬ ИЗОЛИРОВАННОЙ БРЫЖЕЕЧНОЙ АРТЕРИИ КРЫСЫ**

**Ярцев В.Н.**

ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия, yartsevv@infran.ru

Способность млекопитающих вести активный образ жизни в условиях воздействия низких температур обусловлена терморегуляцией, в частности, связанной с изменением реактивности кровеносных сосудов. Понимание механизмов терморегуляции, а также действия гипотермии, использующейся в медицинской практике, имеет большое теоретическое и практическое значение. В данной работе мы исследовали влияние охлаждения на адренореактивность верхней брыжеечной артерии крысы. Опыты проводили на изолированных сегментах этой артерии. Нейрогенный тонус сосудистого сегмента моделировали путем периодической стимуляции периваскулярных нервов этого сегмента электрическим полем с частотой 3, 10 и 40 Гц (по 30 импульсов с интервалом 3 мин) до и на фоне действия норадреналина в концентрации, которую кумулятивно увеличивали с 0.01 до 10 мкМ. В первой серии опытов (n=11) температура в ванночке с сосудистым сегментом составляла 37°C, а во второй (n=7) через 30 минут после начала эксперимента температуру снижали до 25°C и поддерживали на этом уровне до конца эксперимента. pH физиологического раствора в обеих сериях поддерживали на уровне 7.4. Сократительная реакция брыжеечной артерии на норадреналин при охлаждении не изменялась, в то время как реакция на электростимуляцию претерпевала значительные изменения. При всех частотах электростимуляции сократительная реакция сосуда на фоне охлаждения в отсутствие норадреналина, а также при его наличии в концентрации 0.01-0.1 мкМ была значительно меньше реакции сосуда на фоне нормальной температуры, в то время как при концентрации 0.5-10.0 мкМ эти реакции достоверно не отличались. Например, при электростимуляции с частотой 10 Гц в отсутствие норадреналина нейрогенная реакция через 60 мин после начала эксперимента и температуре 37°C составляла  $99.3 \pm 11.0\%$ , а на фоне действия норадреналина в концентрации 0.1 мкМ  $91.6 \pm 13.6\%$  от первоначальной, в то время как при температуре 25°C она составляла, соответственно  $50.1 \pm 8.4\%$  и  $48.9 \pm 3.9\%$ , т.е. была меньше в 2 раза. Показанное в наших экспериментах потенцирующее действие норадреналина на нейрогенную вазоконстрикцию в условиях нормальной температуры было максимальным на фоне концентрации норадреналина 0.05 мкМ, а в условиях низкой температуры - на фоне 1.0 мкМ, составляя, например, при электростимуляции с частотой 10 Гц  $3.8 \pm 7.5\%$  и  $28.9 \pm 16.5\%$ , соответственно. Полученные данные показывают, что при снижении температуры не происходит изменения тонуса брыжеечной артерии, вызванного норадреналином, но наблюдается существенное снижение нейрогенного тонуса данной артерии, как в отсутствие норадреналина, так и при его наличии в концентрации, которой он может достигать в условиях стресса, в том числе холодного. Это снижение тонуса данной артерии может иметь значение для перераспределения крови, связанного с уменьшением кожного кровотока с целью снижения теплоотдачи и поддержания нормальной температуры тела в условиях снижения температуры окружающей среды.

## **EFFECT OF COOLING ON THE ADRENOREACTIVITY OF THE ISOLATED SEGMENTS OF THE RAT MESENTERIC ARTERY**

**Yartsev V.N.**

Pavlov Institute of Physiology, Russian Acad. Sci., St. Petersburg, Russia, yartsevv@infran.ru

The ability of mammals to lead an active life in cold weather conditions is provided by thermoregulation which in particular depends on the blood vessels reactivity. Understanding of the mechanisms of thermoregulation could be of great theoretical and practical significance. The primary concern of this research is to examine the effects of cooling on the adrenoreactivity of the rat mesenteric artery. The experiments were carried out on the isolated segments of the artery. Neurogenic contraction of the vessel segment was evoked by periodic electrical field stimulation (EFS) (conducted at a frequency of 3, 10, and 40 Hz in the form of square wave pulses, delivered as trains of 30 pulses repeatedly, with a 3 min interval) of perivascular nerves before and after addition of noradrenaline (NA) in cumulative concentration (from 0.01  $\mu$ M to 10  $\mu$ M). In the first series of experiments (n=11), the temperature in the tissue bath was equal to 37°C, and in the second series of experiments (n=7), 30 min after beginning of the experiment the temperature of the bathing solution was reduced to 25°C and maintained at this level till the end of the experiment. pH of the solution was maintained at 7.4 in both series. The contractile response of the artery to NA was not altered by cooling, while the reaction to EFS underwent drastic changes. The mesenteric artery contraction to EFS at all frequencies in the absence and in the presence of NA in concentrations from 0.01  $\mu$ M to 0.1  $\mu$ M was significantly less in comparison to the contraction at normal temperature, while at the greater NA concentrations the contractions were equal. For example, at the EFS frequency of 10 Hz in the absence of NA the neurogenic contraction 60 min after start of the experiment at 37°C was  $99.3 \pm 11.0\%$ , and in the presence of 0.1  $\mu$ M NA it was  $91.6 \pm 13.6\%$  (initial contraction = 100%), while at 25°C the response diminished to  $50.1 \pm 8.4\%$  and  $48.9 \pm 3.9\%$  (twofold), respectively. NA-induced potentiation of the neurogenic constriction at the EFS frequency of 10 Hz shown in our experiments, at normal and low temperature was most prominent in the presence 0.05  $\mu$ M ( $3.8 \pm 7.5\%$ ) and 1.0  $\mu$ M NA ( $28.9 \pm 16.5\%$ ), respectively. The data obtained indicate that the NA-induced tone of the rat mesenteric artery was not affected by cold, but the neurogenic tone was decreased considerably in the absence and in the presence of NA in concentrations, characteristic to stress. This might be of importance for the blood flow redistribution connected with the decrease in the skin blood flow leading to the decline in the heat loss to ensure normal temperature of the body despite low environmental temperatures.

## ГИМНАСТИКА МОЗГА И ПСИХОТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ ПОДРОСТКОВ С ОСЛАБЛЕННЫМ ЗДОРОВЬЕМ

Брюс Г.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт философии  
Российской академии наук, Москва, Россия; [radost-nevesta@yandex.ru](mailto:radost-nevesta@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1360.sudak.ns2020-16/548-549>

В данной работе мы рассмотрим методику гимнастики мозга и психотерапевтической терапии подростков с ослабленным здоровьем. Научная новизна работы заключается в анализе и обобщении предыдущих исследований по этой теме таких ученых в области нейропсихологии и дефектологии, как: Выготский Л. С., Шацкий С. Т., Блонский П. П., Лурия О. Р. и др., а также наше исследование основано на анализе разработки американского ученого П. Деннисона, который основал программу «Гимнастика мозга» в 1970-х годах в Калифорнии.

Общепризнанным научным фактом является то, что мозг человека, находящийся в черепной коробке, находится в непрерывной связи с остальными частями тела. Мозг, по своей природе, не может быть оторванным от процессов происходящих в теле человека. При подробном рассмотрении учеными связей между мозгом и телом было выявлено, что процесс движения непосредственно влияет на процесс учения. Именно движение пробуждает и активизирует умственные способности человека.

Программа «Гимнастика мозга» была разработана доктором П. Деннисоном в 1970-х годах специально для неуспевающих детей, чье здоровье не позволяло им успешно проходить обучение в школе. Основой разработки стало небольшое количество быстрых и специфичных движений, которые помогали активизировать интеллектуальные способности у детей и у взрослых, независимо от степени и тяжести проблемы. Показатели повышения успеваемости за 1 год составили 50%.

В Америке идея Деннисона переросла в Организацию Образовательной кинезиологии (науки о развитии головного мозга посредством движения). В Россию кинезиология пришла в 1988 году, когда были организованы центры психологической помощи для людей со слабым умственным здоровьем.

Главной идеей кинезиологии является то, что коррекционная деятельность должна идти по направлению от движения к мышлению, но никак не наоборот.

Психотерапевтическое воздействие на подростков с ослабленным здоровьем заключается в точном выполнении движений и приемов, применении упражнений на уроках, постепенном усложнении заданий, направленном на расширение зоны ближайшего развития подростка и переход ее в зону актуального развития.

Все движения комплекса ГМ разделяются на три основных блока: упражнения на увеличение тонуса коры; улучшающие прием и переработку информации и улучшающие контроль и регуляцию деятельности, основанные на разделении головного мозга на три функциональных блока, отвечающих за вышеперечисленные функции.

Итак, мы рассмотрели методику гимнастики мозга и психотерапевтического воздействия на подростков с ослабленным здоровьем. Из всего перечисленного следует вывод, что основой методики гимнастики мозга и кинезиологии является то, что коррекционная деятельность должна идти по направлению от движения к мышлению, но никак не наоборот. Психотерапевтическое воздействие на подростков с ослабленным здоровьем возможно, при организации терапии, основанной на влиянии на функциональные блоки головного мозга при помощи специфичных движений.

Литература:

1. Гимнастика мозга как средство коррекции и развития интеллектуальных способностей учащихся с ограниченными возможностями здоровья. Шестакова Е. Н. [Электронный источник] / - <https://urok.1sept.ru/статьи/505521/>
2. "Гимнастика мозга". Книга для учителей и родителей — Пол Е. Деннисон, Гейл Е. Деннисон
3. Практическая нейропсихология. Опыт работы с детьми, испытывающими трудности в обучении. — 2016. [Электронный источник] / - <https://avidreaders.ru/book/prakticheskaya-neyropsihologiya-opyt-raboty-s-detmi.html>

## BRAIN GYMNASTICS AND PSYCHOTHERAPEUTIC THERAPY FOR ADOLESCENTS WITH POOR HEALTH" Bruce Gretel V.

Institute of Philosophy of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; [radost-nevesta@yandex.ru](mailto:radost-nevesta@yandex.ru)

In this paper, we will consider the technique of brain gymnastics and psychotherapeutic therapy for adolescents with poor health. The scientific novelty of the work lies in the analysis and generalization of previous studies on this topic by such scientists in the field of neuropsychology and defectology as: Vygotsky L. S., Shatsky S. T., Blonsky P. P., Luria O. R., etc., and our study is based on an analysis of the development of the American scientist P. Dennison, who founded the program "Gymnastics in the brain" in the 1970s in California.

A generally recognized scientific fact is that the human brain, located in the cranium, is in continuous communication with the rest of the body. The brain, by its nature, cannot be divorced from the processes occurring in the human body. A detailed examination by scientists of the connections between the brain and the body revealed that the process of movement directly affects the learning process. It is the movement that awakens and activates the mental abilities of a person.

The Brain Gymnastics program was developed by Dr. P. Dennison in the 1970s specifically for underperforming children whose health did not allow them to successfully attend school. The basis of the development was a small number of quick and specific movements that helped to activate intellectual abilities in children and adults, regardless of the degree and severity of the problem. Performance indicators for 1 year amounted to 50%.

In America, Dennison's idea grew into the Organization of Educational Kinesiology (the science of the development of the brain through movement). Kinesiology came to Russia in 1988, when psychological assistance centers were organized for people with poor mental health.

The main idea of kinesiology is that corrective activity should go from movement to thinking, but not vice versa.

The psychotherapeutic effect on adolescents with impaired health consists in the exact implementation of movements and techniques, the use of exercises in the lessons, the gradual complication of tasks aimed at expanding the zone of the teenager's closest development and transferring it to the zone of actual development.

All movements of the GM complex are divided into three main blocks: exercises to increase the tone of the cortex; improving the reception and processing of information and improving control and regulation of activities based on the division of the brain into three functional blocks responsible for the above functions.

So, we examined the technique of brain gymnastics and psychotherapeutic effects on adolescents with poor health. From all of the above, it follows that the basis of the technique of brain gymnastics and kinesiology is that corrective activity should go in the direction from movement to thinking, but not the other way around. A psychotherapeutic effect on adolescents with poor health is possible when organizing therapy based on the effect on the functional blocks of the brain using specific movements.

Literature:

1. Brain gymnastics as a means of correction and development of intellectual abilities of students with disabilities. Shestakova E. N. [Electronic source] / - <https://urok.1sept.ru/articles/505521/>
2. "Gymnastics of the brain." Book for Teachers and Parents - Paul E. Dennison, Gail E. Dennison
3. Practical neuropsychology. Experience with children with learning difficulties. - 2016. [Electronic source] / - <https://avidreaders.ru/book/prakticheskaya-neyropsihologiya-opyt-raboty-s-detmi.html>

### **РЕДАКТИРОВАНИЕ ГЕНОМА И КОГНИТИВНОЕ УЛУЧШЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА: ФЕНОМЕН МОРАЛЬНОЙ МАШИНЫ**

**Попова О.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт философии  
Российской академии наук, Москва, Россия, [J-9101980@yandex.ru](mailto:J-9101980@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m1361.sudak.ns2020-16/549-550>

В последние годы в научном сообществе активно обсуждается проблема использования возможностей современных генетических технологий в целях усовершенствования когнитивных характеристик человека. В частности, идет активная дискуссия о возможностях создания индивида с совершенными нейронными связями и моральными качествами. Алгоритмизация поведенческих установок такого человека позволяет метафорически рассматривать его как моральную машину. В какой степени поступки данного индивида могут действительно считаться моральными?

Одна из главных характеристик морального субъекта в его жизнедеятельности связана с автономией. Моральный субъект, не осознающий свою свободу совершения морального выбора, утрачивает свое свойство быть моральным. В случае если индивид следует заложенной генетической программе, которая определенным образом будет влиять на его мозговую деятельность и способствует совершению моральных актов, его поступки будут соответствовать лишь внешним критериям моральности. Действия такого индивида утратят характеристики осознанного свободного акта.

Проблему субъекта как усовершенствованной генетическими технологиями моральной машины прекрасно раскрыл Дж. Харрис. Вступая в дискуссию с Персоном и Савулеску, он выступил против того, чтобы средства противодействия агрессии в форме генетического морального улучшения сделать надежными, универсальными и обязательными и подчеркнул, что мораль является выбором того, что считается лучшим, а не просто мотивацией на добро или просоциальностью, быть хорошим не означает не творить зло, но делать выбор (См.: Харрис, Дж. Моральная слепота – дар Божественной машины/ пер. с англ. Р.Р. Белялетдинова // ПРАЭНМА. 2019. 4 (2)). Сама сущность морали всегда обращена одним полюсом к возможности падения, к онтологической и нравственной «недостаточности», а другим – к пределам морального совершенствования, идеалам. Биотехнологический перфекционизм, связанный с когнитивным улучшением человека, противоположен морали как таковой, реализующейся в условиях онтологической неполноты человека, в ситуации несовершенства, где только и возможен моральный выбор как таковой.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-011-00880*

### **GENOM EDITING AND HUMAN COGNITIVE IMPROVEMENT: THE MORAL MACHINE PHENOMENON**

**Popova O.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Philosophy of the Russian Academy of Sciences,  
Moscow, Russia, [J-9101980@yandex.ru](mailto:J-9101980@yandex.ru)

In recent years, the scientific community has actively discussed the problem of using the possibilities of modern genetic technologies to improve human cognitive characteristics. In particular, the possibility of creating an individual with perfect moral qualities is being discussed. Mechanization of behavioral attitudes of such person allows to consider him metaphorically as a moral machine. However, to what extent can the actions of a given individual really be considered moral?

One of the main characteristics of a moral subject in his life activity is related to autonomy. A moral subject who is not aware of his or her freedom to make a moral choice, including a choice different from following ethics, loses the property of being moral. By following the genetic program it contains, which will contribute to the



commission of moral acts, the individual will meet only external criteria of morality. His behaviour loses the characteristics of a conscious free act.

The problem of the subject as a genetically enhanced moral machine was perfectly revealed by J. Harris. In a discussion with Person and Savulescu, he opposed and drew attention to the fact that morality is essentially a choice of what is considered the best, not just a motivation for good or prosociality: in short, being good does not mean not doing evil, but making choices (Harris, J. Moral blindness - a gift of the Divine machine // ПРАΞИМА. 2019. 4 (2). P. 245). The very essence of morality is always directed by one pole to the possibility of falling, to ontological and moral "inadequacy", and by others to the limits of moral perfection, ideals. Biotechnological perfectionism in its ethical charge is opposite to the essence of the moral act carried out under the conditions of human ontological incompleteness, in a situation of imperfection, where only moral choice as such is possible.

*The study was carried out with the financial support of the Russian Federal Property Fund in the framework of scientific project No. 20-011-00880.*

**РОЛЬ ТИПОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЖИВОТНЫХ В  
ХАРАКТЕРЕ РАДИАЦИОННЫХ НАРУШЕНИЙ ФУНКЦИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

**Штемберг А.С., Перевезенцев А.А., Лебедева-Георгиевская К.Б., Митрофанова О.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр РФ –  
Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия; [andrei\\_shtemberg@mail.ru](mailto:andrei_shtemberg@mail.ru)

В характере реакций центральной нервной системы (ЦНС) на воздействие ионизирующих излучений в ряде случаев определяющее значение имеет ее функциональное состояние к моменту воздействия. Оно, в свою очередь, определяется как сформировавшимся в онтогенезе или определяющими состояние ЦНС к данному моменту, так и генетически детерминированными факторами. Важнейшими из последних являются типологические особенности высшей нервной деятельности (ВНД) особи.

Важная роль типологических характеристик ВНД в реакции ЦНС на радиационные воздействия неоднократно подчеркивалась в ряде работ прошлого века, однако затем это направление исследований было незаслуженно забыто. Как на грызунах, так и на приматах было показано, что наиболее устойчивы к ионизирующей радиации животные сильного уравновешенного типа, с преобладанием тормозных процессов. В наших исследованиях было установлено, что, даже при облучении в сверхлетальных дозах (порядка 100 Гр) наблюдалась инверсивная картина нарушений ВНД у крыс с противоположными типологическими особенностями ВНД. В результате трех видов воздействий, моделирующих факторы космического полета (антиортостатическое вывешивание, синхронное гамма-облучение в дозе 1.2 Гр, облучение головы ионами углерода <sup>12</sup>C или протонами в дозе 0,7-1 Гр) происходили нарушения ориентировочно-исследовательской активности и пассивно-оборонительного поведения, наиболее выраженные у крыс возбудимого, тревожного, эмоционального типа. Эти изменения сопровождались снижением обмена моноаминов преимущественно в префронтальной коре. В динамике данных изменений обнаружилось, что более быстрое обучение крыс преимущественно возбудимого типа в Y-лабиринте, но худшее сохранение навыка по сравнению с крысами преимущественно тормозного типа.

В опытах на приматах, подвергнутых ряду радиационных и комбинированных воздействий показано, что обезьяны сильного уравновешенного типа ВНД оказываются устойчивыми ко всем видам воздействий и в полной мере сохраняют когнитивные функции, в то время как животные со слабо выраженной пластичностью нервных процессов, преобладанием возбуждения демонстрируют существенные нарушения когнитивных функций на фоне снижения мотивации.

**THE ROLE OF TYPOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ANIMALS HIGHER NERVOUS ACTIVITY IN  
RADIATION DISTURBS OF CENTRAL NERVOUS SYSTEM FUNCTIONS**

**Shtemberg A.S., Perevezentsev A.A., Lebedeva-Georgievskaya K.B., Mitrofanova O.V.**

Institute of Biomedical Problems RAS, Moscow, Russia;  
[andrei\\_shtemberg@mail.ru](mailto:andrei_shtemberg@mail.ru)

In the nature of the reactions of the Central nervous system (CNS) to the effects of ionizing radiation, in some cases, the determining value is its functional state at the time of exposure. It, in turn, is determined by both formed in ontogenesis or determining the state of the Central nervous system at the moment, and genetically determined factors. The most important of the latter are the typological features of the higher nervous activity (HNA) of the individual.

The important role of typological characteristics of HNA in the central nervous system response to radiation exposure was repeatedly emphasized in a number of works of the last century, but then this area of research was undeservedly forgotten. Both in rodents and primates, it was shown that animals of a strong balanced type, with a predominance of inhibitory processes, are most resistant to ionizing radiation. In our studies, it was found that, even when irradiated in super lethal doses (of the order of 100 Gy), an inverse picture of GNI disturbances was observed in rats with opposite typological characteristics of GNI. As a result of three types of actions modeling space flight factors (anti-orthostatic hanging, synchronous gamma radiation at a dose of 1.2 Gy, irradiation of the head with carbon ions <sup>12</sup>C or protons at a dose of 0.7-1 Gy), violations of orientation-research activity and passive-defensive behavior most pronounced in rats of an excitable, anxious, emotional type. These changes were accompanied by a decrease in the exchange of monoamines mainly in the prefrontal cortex. In the dynamics of these changes, it was found that faster training of rats of a predominantly excitable type in the Y-maze, but a worse retention of skill in comparison with rats of a predominantly inhibitory type.

In experiments on primates subjected to a number of radiation and combined effects, it is shown that monkeys of a strong balanced type of GNI are resistant to all types of effects and fully retain cognitive functions, while animals with weakly expressed neural plasticity.

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ AUTHOR'S INDEX

- Arsalidu M. 503  
Bernareggi A. 146  
Lalkovičova M. 262  
Nersisson Ruban 304  
Абакумова Л.В. 500  
Аббасов Р.Ю. 79  
Абилова Р.Г. 544  
Авдеева Е.А. 51  
Аветисян А.В. 52  
Агаева С.В. 473  
Агаева Э.Н. 53, 395  
Адамович Т.В. 99, 374  
Азимова А.М. 54  
Айдаркин Е.К. 54, 288  
Акимов А.Г. 55  
Акимов М.Г. 56, 291  
Акопян А.А. 63  
Аксёнова А.В. 223  
Албантова А.А. 101, 318, 329  
Алекперзаде Ш.И. 544  
Александров В.Г. 57  
Александров Ю.И. 71  
Александрова Ю.Р. 344  
Алексеева А.Н. 286  
Алексеева А.С. 112, 129, 378  
Алексеева Л.Ф. 377  
Алексеева О.М. 58  
Алесенко А.В. 59  
Алиева Н.Н. 60  
Аллахвердиев А.Р. 61, 176  
Аллахвердиева А.А. 61  
Алчинова И.Б. 365  
Альбетъярова К.М. 61  
Аминов Н.А. 62  
Амстиславская Т.Г. 63  
Ананьев В.Н. 64  
Ананьев Г.В. 64  
Андамова Т.М. 383  
Андреева И.Г. 65, 66  
Андреева Л.А. 56  
Андрианов В.В. 67, 184  
Андросова В.А. 67  
Андрюхина А.С. 209  
Аниол В.А. 316  
Анисимова М.В. 152  
Аниховская И.А. 216  
Антипов В.А. 68  
Антипов В.Н. 352, 472  
Антипова А.С. 402  
Антипова Ж.В. 69  
Антонов В.Г. 323, 327  
Антропова Л.К. 70, 73  
Апанович В.В. 71  
Арамян Э.А. 71  
Арапова Ю.Ю. 380  
Арсенев А.В. 415  
Арсеньев Г.Н. 72  
Арсланова Р.М. 491  
Артемян Н.А. 426  
Арутюнян Л.З. 267  
Арутюнян М.А. 267  
Архимук А.Н. 358, 360  
Архипова О.А. 51  
Арчибасова Е.А. 70, 73  
Аскеров Ф.Б. 54, 74  
Аскерова Т.А. 75  
Астахова Т.Н. 76  
Асташенко А.П. 77  
Атаманова И.В. 78  
Атаманова М.А. 407  
Афанасьева Е.Б. 76, 327  
Ахмадеева Г.Н. 494  
Бабаев А.А. 139  
Бабаев Х.Ф. 79  
Бабанина Я.Р. 307  
Бабурина Ю.Л. 280, 298  
Багирова Р.М. 79, 80  
Багирова Ф.М. 81, 82  
Баженова Е.Ю. 536, 537  
Базанова О.М. 82, 245, 246, 346, 371, 383  
Базиян Б.Х. 393  
Базян А.С. 83, 91, 93  
Байгужина О.В. 529  
Байрамова С.Д. 217  
Байтимеров А.Р. 494  
Бакаева З.В. 278  
Бакалов Ю.В. 84  
Бакутова Л.А. 111  
Балабан П.М. 130  
Балалаева И.В. 464  
Баласанянц С.М. 52  
Балезина О.П. 85, 104  
Балтина Т.В. 328  
Баранова Н.Б. 270  
Бартош О.П. 86  
Бартош Т.П. 86  
Баскаков И.С. 250  
Басова Н.Е. 183, 213  
Бауэр Е.А. 87  
Бахтин О.М. 249  
Бахтюков А.А. 88, 213  
Бахшалиева А. Я. 88  
Бачурин С.О. 526  
Башкатова Ю.В. 197, 522  
Баюнова Л.В. 88  
Бебякова Н.А. 195  
Беданоккова А.К. 89  
Безденежных Б.Н. 91  
Безручко Б.П. 445  
Безуглов В.В. 56, 291  
Бекирова З.Н. 245, 246  
Белов О.В. 91, 93  
Белова Е.М. 345  
Белова С.П. 92, 465  
Белокопытова К.В. 91, 93  
Белоплотова К.Е. 94, 197  
Белощенко Д.В. 95, 309  
Беляев А.А. 96, 112, 415  
Белякова Л.И. 479  
Бердникова Т.И. 211  
Береговой Н.А. 97, 437  
Березовская Е.С. 98, 488  
Берловская Е.Е. 99  
Бибилов Н.Г. 310  
Бибов М.Ю. 288  
Бикмурзина А.Е. 100  
Билалова Г.А. 521  
Бинюков В.И. 101, 318, 329  
Бирюкова Е.А. 101  
Блинова К.В. 102  
Блохин В.Е. 59, 291  
Блохина И.А. 497  
Блохина Л.Н. 62  
Бобкова Н.В. 52, 201  
Бобров П.Д. 103, 246, 484, 485  
Боброва Е.В. 65, 103  
Богачева П.О. 104  
Богодвид Т.Х. 184  
Богомаз С.А. 96  
Болдуева С.А. 241, 546  
Болдырева Г.Н. 286  
Болотина О.В. 340  
Болотских В.И. 461  
Большаков М.А. 247  
Большакова О.И. 105, 151  
Большунова Н.Я. 106  
Бондарева В.М. 183  
Бондарева В.С. 107, 295  
Бондарчук В.И. 108, 109, 110  
Борисенко З.В. 343  
Борисенков М.Ф. 111  
Борисенкова А.А. 105  
Борисова Н.В. 76  
Борисова О.В. 112, 415  
Ботязова О.А. 113  
Бохан Н.А. 221  
Бояркин Д.П. 279  
Братишко К.А. 159  
Брежнева Д.С. 114  
Брошевицкая Н.Д. 115, 168, 361  
Брыков В.И. 396  
Брюс Г.В. 548  
Бугрова В.С. 259  
Будакова А.В. 94  
Буданова М.Н. 250  
Буденная Н.Н. 262  
Бузмаков А.В. 116  
Букаев С.О. 469  
Буланов Д.В. 117  
Буланова О.И. 117

- Булат О.В. 488  
Булатова О.В. 296  
Булгаков Д.Ю. 119  
Булгакова О.С. 118  
Булгакова Я.В. 119  
Бунеева О.А. 120  
Буравлева К.В. 336  
Буркитбаев С.Е. 243  
Бурмина Е.Н. 320  
Бурых Э.А. 121  
Буткевич И.П. 122  
Бухараева Э.А. 123  
Буцык Е.В. 172  
Бушов Ю.В. 124  
Вавилова И.В. 313  
Вайдо А.И. 294  
Валькова Н.Ю. 125  
Вараксин А.Н. 99  
Васильева В.А. 126  
Васильева Н.Н. 127, 136, 341  
Васягина Т.И. 434  
Вашанов Г.А. 439  
Ведунова М.В. 464  
Вежеева О.А. 127  
Вербенко П.С. 128  
Вершинина Е.А. 122  
Веселкин Н.П. 238  
Веселов И.М. 526  
Веселовский А.В. 477  
Вещицкий А.А. 537  
Вигасина К.Д. 234  
Викулова А.П. 129  
Винарская А.Х. 130  
Виноградова Л.В. 446  
Вихрева О.В. 469  
Вишнякова П.А. 382  
Власенко С.В. 293  
Власенко Я.А. 131  
Водохлебов И.Н. 422  
Вокуева Т.Н. 385  
Волков Е.М. 350  
Волкова А.С. 132  
Волкова Е.С. 133  
Волобуева М.Н. 353  
Володькин А.А. 101, 329  
Волчо Г.К. 437  
Вольпина О.М. 52  
Воронина Н.А. 134  
Воронина Т.А. 134, 421  
Воронков Г.С. 135  
Воронцова Т.С. 136  
Ворошилов А.В. 205  
Врабие В.Г. 487  
Вуду Л.Т. 486  
Вуду С.Г. 486, 488  
Габибов И.М. 136, 148  
Габова А.В. 407  
Гаврилов В.В. 138  
Гаврилова С.И. 283  
Гавриш М.С. 139  
Гаджиева Э.Т. 139  
Гадирова Л.Б. 490  
Гаевая Ю.А. 225  
Гаевский В.Н. 262, 471  
Гайдин С.Г. 139  
Гайдуков А.Е. 85  
Гайнуллина Р.Ф. 521  
Гайнутдинов Х.Л. 67, 140, 184  
Галандарли И.З. 141  
Галкин М.В. 286  
Галкина Н.В. 142  
Гальченко А.С. 385  
Гараева С.А. 81  
Гарбузняк А.А. 489  
Гасанова М.А. 80  
Гатилов С.Б. 99  
Гафиятуллина Г.Ш. 500  
Гвоздева А.П. 65  
Гедзун В.Р. 143, 272  
Генрихс Е.Е. 437  
Георгиу З.Б. 486, 488  
Герасименко Н.Ю. 144  
Герасименко Ю.П. 103  
Гилева О.Б. 145  
Гилязова И.Р. 494  
Гимаздинова А.Р. 506  
Гиниатуллин А.Р. 146, 147  
Гладких В.Д. 148  
Гладырь Н.В. 148  
Глижин А.Г. 486, 487, 488, 515  
Глушак Д.Н. 210  
Глушко А.А. 508  
Глушкова О.В. 149  
Глушкова О.М. 349  
Годовалова О.С. 492  
Голоборщева В.В. 505  
Головатюк Л.Б. 488  
Головичева В.В. 150  
Голомидов И.М. 151  
Голосеева А.В. 488  
Голощапов А.Н. 101, 329  
Голубев В.Н. 520  
Гон Я. 152  
Гончарова Н.Д. 153  
Горбачева А.К. 154, 155  
Горбачевская Н.Л. 155, 167, 173, 177, 240, 314, 347, 367, 403, 452, 466  
Гордиенко А.И. 292  
Гордлеева С.Ю. 165, 400  
Горкин А.Г. 156, 331  
Городный В.А. 164  
Горский О.В. 536  
Горчакова Н.М. 157  
Горюнов К.В. 150  
Гостюхина А.А. 159, 247  
Грандильевская И.В. 159, 460  
Грачева Е.В. 161  
Гребенкина Е.П. 162  
Гребенникова И.В. 461  
Грецкая Н.М. 291  
Греченко Т.Н. 162  
Гречкина Л.И. 163  
Григорьев А.С. 164  
Григорьев Н.А. 165, 400  
Григорьев П.Е. 385, 498  
Григорьева С.В. 478, 522  
Григорьян Г.А. 168  
Григорьян Г.А. 207  
Гришин А.А. 103  
Грищенко А.А. 166  
Громакова С.В. 233  
Громова Л.В. 378  
Громова М.О. 167  
Грудень М.А. 429  
Груздева В.А. 168, 207, 208  
Груздков А.А. 378  
Грязнов А.Ю. 88  
Губский И.Л. 168  
Губский Л.В. 168  
Гузева В.М. 546  
Гузеев М.А. 169  
Гулина Е.М. 91  
Гуляева Н.В. 316, 353  
Гуляева С.И. 439  
Гунделах Ф.В. 341  
Гунин М.В. 346  
Гурова О.А. 170  
Гурская О.Е. 117, 315, 315  
Гурьева Т.С. 209  
Гусарева М.А. 380  
Гусейнова Г.Г. 80  
Гут Ю.Н. 171  
Гутнер У.А. 59  
Давлятшин Р.И. 506  
Давыдов А.А. 131, 172, 377  
Давыдова Е.Ю. 173  
Давыдова С.С. 174, 175  
Давыдова Ю.А. 175  
Дадашев Ф.Г. 176  
Дадашева К.Г. 176  
Дамянович Е.В. 176  
Даниленко Е.Н. 307  
Данилина К.К. 177, 314, 367, 403, 466  
Данилина Т.И. 150  
Данилова Г.А. 178  
Данько С.Г. 179, 289  
Деев А.И. 250  
Дёмин Д.Б. 180, 281, 384, 385  
Денисенко А.В. 421  
Денисова Е.А.  
Деркач К.В. 88, 181, 182, 183, 213, 539  
Дерябина И.Б. 184  
Джавадова К.Х. 141  
Джафарова А.М. 251, 491  
Джафарова Г.А. 544  
Джафарова О.А. 289, 307  
Джелдубаева Э.Р. 101  
Дидковский Н.А. 185  
Дидковский Н.А. 283, 313  
Дикопольская Н.Б. 521  
Дмитриева Ю.В. 378  
Доброжанская А.А. 186  
Долинская И.Ю. 432

- Дольникова М.С. 71  
Домрачева М.А. 187  
Донцов А.Е. 209  
Дорджиева Д.Б. 188  
Дорохов В.Б. 72  
Дорошева Е.А. 189, 190  
Дорошенко О.С. 211  
Дробница И.П. 191, 192  
Дружилловская О.В. 193, 193  
Друца А.П. 84  
Дубынин В.А. 143, 272  
Дудина П.В. 56  
Дудченко А.М. 212  
Дьякова Е.Ю. 242  
Дягилева Е.А. 119  
Дягилева Ю.О. 354  
Евдокимов Д.С. 546  
Евстафьева Е.В. 210  
Егоркина С.Б. 117  
Егорова М.А. 55, 194, 499  
Елизарова В.С. 195  
Елисеева Т.И. 450  
Елчиева Н.Я. 490  
Емануйлов А.И. 196, 317  
Емелина Ю.А. 270  
Емельянов А.К. 151  
Еремина Д.А. 419  
Ермаков И.Ю. 532  
Ерохин В.Н. 329  
Ершова Г.В. 142  
Есипенко Е.А. 94, 197  
Еськов В.В. 478  
Еськов В.М. 197  
Ефимова Ю.В. 464  
Ештокина Е.С. 138  
Жаднов В.А. 290  
Жамбеева З.З. 198  
Жаринов А.И. 200  
Жданов А.А. 527  
Жданов В.А. 320  
Жданова Д.Ю. 201  
Жегалло А.В. 202  
Жигачева И.В. 203  
Житарь Ю.Н. 486, 515  
Жмуйдина Д.Р. 203, 393, 406, 442  
Жукова А.В. 128  
Жукова Г.В. 380  
Жукова О.Б. 159  
Жульева Н.В. 204  
Заборский О.С. 205, 384, 385  
Заведеева Н.С. 206  
Зайцев А.В. 238  
Зайцев К.В. 159  
Зайченко М.И. 115, 168, 207, 208  
Зак П.П. 209  
Закиров Ф.Х. 168, 207, 208  
Закирьянова Г.Ф. 210  
Залата О.А. 210, 128  
Залевская А.Г. 312  
Замощина Т.А. 159, 211, 456  
Захаренко Е.А. 386  
Захарова А.Н. 242  
Захарова Е.И. 212  
Захарова И.О. 213  
Захарова Н.В. 244, 313  
Звягина Н.В. 448  
Земскова С.Н. 214  
Зенченко Т.А. 72  
Зернова Ю.Н. 333  
Зиновкин Р.А. 52  
Зинченко В.П. 150  
Зинченко Е.М. 215, 301, 302  
Зинченко Ю.П. 197  
Златник Е.Ю. 222, 263  
Зозуля С.А. 216  
Зорин Р.А. 290, 320  
Зорина И.И. 88, 213  
Зоров Д.Б. 150  
Зыкова М.В. 159  
Зюзин Д.А. 342  
Зюзина А.Б. 130  
Ибрагимов Ж.М. 217  
Ибрагимов З.К. 491  
Ибрагимов К.И. 218  
Ибрагимов С.А. 74, 219  
Иваницкая Л.Н. 493  
Иванов О.В. 413  
Иванов Р.С. 259  
Иванова Е.А. 120, 220, 322  
Иванова С.А. 220, 221  
Иванова Т.В. 119  
Игнатов С.Н. 222  
Игнатова Ю.П. 223  
Изгак А.Ф. 224  
Изгак Е.В. 224  
Изотов В.А. 135  
Ильин А.А. 225  
Ионкина Е.Г. 226  
Ипатова В.А. 236  
Исаев М.Р. 227  
Исаев Н.К. 437  
Исаева Е.Р. 228, 338  
Исайчев Е.С. 99  
Исайчев С.А. 99, 374  
Исакова А.А. 162  
Исакова Л.С. 136  
Искендеров Н.И. 176  
Искра Т.Д. 229, 405  
Исмаилова Х.Ю. 230  
Исрафилова А.С. 79  
Исурина Г.Л. 159, 460  
Ишинова В.А. 231, 232, 233  
Кабардов М.К. 233  
Каверина М.Ю. 234  
Кадымова С.О. 54, 74, 235  
Казакова Е.В. 236  
Казанцев В.Б. 297, 400  
Казымаев С.А. 237  
Казьмин А.С. 324  
Кайдан М.А. 313  
Калашников В.Е. 465  
Калинина Д.С. 536  
Калинина Н.И. 238  
Калинникова Ю.Г. 242  
Калихман Л. 255  
Камалитдинова А.А. 330  
Камнев А.Н. 239  
Кандаев Н.А. 112, 415  
Канторова Е.В. 240  
Каньшина А.В. 241  
Капилевич Л.В. 225, 242  
Капица И.Г. 120, 134  
Карамова Н.Я. 243  
Карандашева В.О. 163  
Карасева Н.В. 170  
Карганов М.Ю. 365  
Карелин С.А. 424  
Каримова Е.Д. 243  
Карпова А.Г. 76  
Карташов С.И. 124, 244, 313, 355  
Карчевская А.Е. 234  
Кастеллоте Х.М. 411  
Касумов Ч.Ю. 81, 243  
Касумова Г.З. 79  
Касумова З.А. 243  
Касьянова Е.О. 101  
Катаманова Д.Л. 245, 246  
Катермин Н.С. 243  
Качалова Л.М. 179, 289  
Квардакова А.В. 234  
Квичанский А.А. 316, 353  
Керечанин Я.А. 103, 246, 485  
Керея А.В. 247  
Кешишян Е.С. 432  
Ким Ю.А. 58  
Кирасирова Л.А. 112  
Киренская А.В. 340  
Кирица Е.А. 84  
Кириченко Е.Ю. 248, 480  
Кирова Ю.И. 523  
Кирой В.Н. 249  
Кироненко Т.А. 242  
Китов В.В. 396, 530  
Клименко Л.Л. 250  
Климова М.М. 229  
Климович М.А. 532  
Кличханов Н.К. 251  
Клочков С.Г. 344, 545  
Клюева Н.Ю. 252  
Ключников Н.С. 330  
Клюшник Т.П. 216  
Кобзова М.П. 347  
Кобляков А.А. 252  
Кобылянский Е.Д. 255, 516  
Ковалева А.В. 245  
Ковалева Г.А. 426  
Ковязина И.В. 257  
Кожевников С.П. 258  
Кожина Г.В. 293  
Кожухов С.А. 259  
Козлов А.В. 260  
Козлов М.В. 532  
Козловская И.Б. 396, 530



- Кокурина Т.Н. 261  
Колесникова И.А. 262, 306, 471  
Колемеев Н.С. 469  
Колос Е.А. 372  
Колпаков С.А. 263  
Колпакова Е.П. 263  
Колчин А.В. 226  
Комаровская Е.В. 125  
Комиссаров А.Е. 264, 322, 406, 425  
Комиссаров С.А. 77  
Комиссарова О.В. 77  
Комков И.Б. 366  
Кондакова Ю.М. 210  
Кондашевская М.В. 264, 348  
Кондратенко А.В. 371  
Кондрашкин П.В. 529  
Конорова И.Л. 265  
Константинов К.В. 266  
Константинова К.К. 266  
Конюх-Синица Е.С. 193  
Коняев Д.А. 112, 415  
Копылов А.Т. 120, 477  
Корзина М.Б. 382  
Корнеева С.А. 357  
Корнетов А.Н. 172  
Корнилов М.В. 61  
Коробец В.А. 385  
Коробова С.А. 369  
Королев Д.О. 52  
Королев Ю.Н. 482  
Коростелёва А.Н. 267  
Корсунская Л.Л. 292, 293  
Коряк Ю.А. 268  
Косицын Н.С. 366  
Костенко В.В. 270  
Косторев А.С. 271  
Котенев А.В. 424  
Котова М.М. 272  
Котягина С.Н. 273, 274  
Кохан В.С. 275, 514  
Кошелева Ю.П. 276  
Кравцова В.В. 277  
Краев И.В. 534  
Красильникова И.А. 134, 278, 279  
Крестинин Р.Р. 280  
Крестинина О.В. 280, 298  
Кривко Е.М. 249  
Кривой А.П. 84  
Кривой И.И. 100, 277  
Кривоногова Е.В. 180, 281, 384, 385  
Кривоногова О.В. 180, 205, 281, 384, 385  
Крикунова Н.И. 203  
Крутецкая З.И. 323, 327  
Крутецкая Н.И. 323, 327  
Крыжановская Е.Б. 282  
Крылова Н.П. 297  
Крынский С.А. 185, 283, 313  
Крысько Д.В. 464  
Крюков В.И. (Игумен Феофан) 284  
Кудреватых А.В. 161  
Кудрявцева Е.Л. 282  
Кузина Е.А. 156, 453  
Кузнецов А.П. 426  
Кузнецов В.Г. 284  
Кузнецова А.А. 119  
Кузнецова Ю.И. 369  
Кулева А.Ю. 286  
Куликов В.Ю. 70, 73  
Куликова С.П. 116, 187, 287, 404, 503  
Куличенко А.М. 245  
Кундупьян О.Л. 288  
Кундупьян Ю.Л. 288  
Куперман И.А. 179, 289  
Курбанов Р.С. 142  
Куренков Н.И. 99  
Курепина И.С. 290  
Курмазов Н.С. 169  
Курьянова Е.В. 440  
Кустов Д.Ю. 271  
Кутенков О.П. 247  
Кучеряну В.Г. 134, 505  
Кушнир А.Б. 144  
Лавров И.А. 328  
Лаврова А.В. 291  
Лазарова А.В. 386  
Лазутин С.А. 67  
Лалковичова М. 306, 471  
Лапкин М.М. 320, 386  
Лапшина А.А. 521  
Ларина Н.В. 292, 293, 390  
Лебедева И.С. 424  
Лебедева-Георгиевская К.Б. 550  
Левик Ю.С. 293  
Левина А.С. 294  
Левкович К.М. 467  
Лежнёв Н.Д. 497  
Леонова М.К. 266  
Лесова Е.М. 482, 520  
Лещенко Д.Б. 107, 295  
Лиманкин О.В. 228  
Липина Т.В. 437  
Лисина О.Ю. 134, 278  
Листопадова Л.А. 489  
Литвинова Н.А. 296  
Лобов С.А. 165, 200, 297  
Логвинов А.К. 248, 480  
Логвинова Л.А. 159  
Логинова Н.А. 299, 366  
Логинова Т.П. 504  
Ломовский А.И. 298  
Ломтатидзе О.В. 129  
Лопущая А.А. 159  
Лосева Е.В. 299  
Лужин А.О. 142  
Луйтелаар Ж. 319  
Лукина Е.М. 343  
Лукоянов М.В. 400  
Лунин С.М. 149, 349  
Лыкова Е.Ю. 301, 302  
Лысенко А.В. 303  
Лысенко Д.С. 303  
Лысенко Л.В. 248  
Любашина О.А. 132  
Люттйоханн А. 319, 445  
Люттйоханн А.К., 319, 445  
Ляксо Е.Е. 304, 485  
Лямин О.И. 305  
Ляхова К.Н. 262, 306, 471  
Ляховецкий В.А. 536, 537  
Магжанов Р.В. 494  
Мажирина К.Г. 307  
Мазалецкая Л.И. 533  
Мазикин И.М. 386  
Мазилина А.Н. 250  
Мазлов А.Б. 501  
Майленова Ф.Г. 308  
Майстренко Е.В. 309  
Макарова И.И. 223  
Макарова С.А. 239  
Макеева А.В. 461  
Макуренок А.М. 99  
Макушевич И.В. 310  
Маланчук И.Г. 311, 312  
Малахов Д.Г. 355  
Малашенкова И.К. 185, 283, 313  
Малисова Д.В. 371  
Малошицкая О.А. 59  
Мальцев А.В. 514  
Мамедова Г.Р. 80  
Мамохина У.А. 167, 177, 314, 367, 403, 466  
Мамченков Д.О. 315, 315  
Манджиева В.В. 188  
Манолова А.О. 316  
Маркевич В.А. 207  
Марков А.Г. 100  
Мартиросова Е.И. 402  
Маслова О.А. 415  
Маслюков П.М. 196, 317, 382  
Матиенко Л.И. 318  
Матиулко И.С. 503  
Медведев А.Е. 120, 477  
Медведев Д.С. 417  
Медведева Е.С. 270  
Медведева Н.Н. 413  
Медведева Т.М. 319  
Медведева Ю.И. 320  
Меджидова М.А. 81  
Мезенцева Е.О. 260  
Мейлихов Е.З. 320  
Меклер А.А. 321  
Мелентьев П.А. 220, 264, 322, 393, 406, 525  
Мельникова Е.Г. 522  
Мельницкая А.В. 323  
Меретукова А.А. 324, 324  
Меркулов Е.Д. 342  
Меркульева Н.С. 537  
Микадзе Ю.В. 374  
Микаелян Р.Н. 325  
Милахина Н.С. 327

- Миленина Л.С. 327  
Милицкова А.Д. 328  
Милованова К.Г. 242  
Миль Е.М. 101, 318, 329  
Милюхина И.В. 161  
Мирзоев Т.М. 465  
Миркина О.В. 282  
Митрофанов А.А. 392  
Митрофанова О.В. 550  
Митякова О.Н. 231  
Михайленко В.А. 122  
Михайлова А.А. 354  
Михайлова Е.В. 389  
Михайлова Е.С. 144  
Михайлова Н.Л. 330, 331  
Михалкин А.А. 132  
Михальчик И.О. 324, 324, 332  
Михрина А.Л. 389  
Мищенко Т.А. 464  
Мовсисян Р.К. 119  
Моисеев К.Ю. 317  
Моисеева Ю.В. 115, 353, 361  
Молодцов В.О. 513  
Молоканов А.Г. 306  
Молчанова Л.Н. 102  
Монаков М.Ю. 212  
Монахова Т.В. 333  
Мордвинов Н.С. 330  
Морозов С.Г. 505  
Москвитина О.А. 333, 334  
Мочалова Е.П. 92, 465  
Муравьева С.В. 335  
Муранова Л.Н. 184  
Мурина М.А. 336  
Муртазин М.И. 67  
Мусяенко П.Е. 536  
Мусина А.А. 337  
Мусихина Е.А. 426  
Мухамеджанов Э.К. 338  
Мухаметова Э.Р. 328  
Мухин В.Н. 358, 359  
Мухитова Ю.В. 228, 338  
Мухтаров М.М. 217  
Мышкин И.Ю. 407  
Мямлин В.В. 340  
Мясоедов Н.Ф. 56  
Наволокин Н.А. 405  
Нагаева Е.И. 101  
Наговицына Е.А. 341  
Нагорнова Ж.В. 341  
Назарова М.А. 404  
Назимова С.В. 451  
Наймушина А.Г. 342  
Наличаева С.А. 343  
Наматян А.Б. 324, 324  
Наматян Т.Б. 324, 324  
Наместникова Д.Д. 168  
Неганова М.Е. 344, 545  
Негоденко Е.С. 242  
Незвинский А.А. 345  
Некрасова Ю.Ю. 346  
Непомнящая Е.М. 263  
Нижник А.Н. 209  
Николаева Н.О. 173, 347  
Никольская К.А. 264, 348  
Никоненко Д.С. 77  
Никонова Е.А. 408  
Новикова С.В. 437  
Новикова Т.В. 161  
Новоселова Е.Г. 149, 349  
Новоселова Т.В. 149, 349  
Новотоцкий-Власов В.Ю. 340  
Носикова И.Н. 532  
Нофит В.А. 488  
Нуриева Я.В. 472  
Нуруллин Л.Ф. 350  
Обернихин С.С. 451  
Обидова М.Д. 350  
Обыденный С.И. 101  
Овчаренко В.В. 351  
Овчинников Р.К. 505  
Овчинникова Л.И. 352  
Оганян Т.Э. 153  
Огурцов Д.П. 185, 283, 313  
Одиноква И.В. 280, 298  
Одношвикина Ю.Г. 146  
Ожередов И.А. 99  
Олейчик И.В. 216  
Ольхов А.А. 333  
Омельченко В.П. 332  
Омельченко М.А. 424  
Онуфриев М.В. 115, 353, 361  
Орехова Л.С. 354  
Орлов В.А. 124, 355  
Орлов М.А. 356  
Орлов О.И. 530  
Орлова А.А. 242  
Осадчева И.И. 62  
Осницкий А.К. 357  
Осокина Т.В. 185  
Остроухова О.Н. 461  
Отлыга Д.А. 492  
Отман И.Н. 216  
Павленко В.Б. 354  
Павлов А.В. 325  
Павлов К.И. 358, 359, 360  
Павлова И.В. 115, 168, 361  
Павлова Н.В. 536, 537  
Павлова О.В. 362  
Павлова О.Г. 391  
Павловская М.А. 362  
Павлычева Л.А. 126  
Палихова Т.А. 363  
Пальмина Н.П. 402  
Пальцев А.Б. 91  
Панасевич Е.А. 459  
Панахова Х.Г. 364  
Панахова Э.Н. 141  
Панкова Н.Б. 365  
Панов Н.В. 366  
Парфенюк С.Б. 149, 349  
Пархоменко А.А. 185  
Пастухов Ю.Ф. 169  
Пензель Т.У.Ф. 229  
Переверзева Д.С. 177, 314, 367, 403, 466  
Переправина Ю.О. 368  
Перевезенцев А.А. 550  
Петкевич А.И. 369  
Петраш В.В. 370  
Петренко М.И. 358, 359, 360  
Петренко Т.И. 371  
Петров А.М. 210  
Петрова А.Ю. 494  
Петрова Е.С. 372  
Петрович Д.Л. 538  
Петронюк Ю.С. 209  
Петруня О.Э. 373, 374  
Пилечева А.В. 374  
Пинелис В.Г. 278, 279  
Платонова О.И. 375  
Плотников Е.Ю. 150  
Пляшкевич В.Л. 376  
Поворинский А.А. 231  
Подсадная М.О. 159  
Пойлова М.М. 377  
Полищук Е.В. 208  
Полозов А.С. 378  
Полтавцева Р.А. 201  
Полушин А.Ю. 443  
Полушин Ю.С. 443  
Полякова О.Р. 197  
Полякова-Семенова Н.Д. 439  
Помыткин И.А. 279  
Пономарев И.И. 379  
Пономарева Д.Н. 214  
Пономарева Е.В. 283  
Пономарёва И.В. 293  
Пономаренко В.И. 445  
Попов А.К. 293  
Попов В.А. 345  
Попов И.А. 380  
Попов И.Н. 402  
Попова И.А. 307  
Попова О.В. 549  
Порошенко А.Б. 381  
Порсева В.В. 382  
Порываева А.В. 383  
Поскотинова Л.В. 180, 205, 281, 384, 385  
Потемкин Д.С. 380  
Похачевский А.Л. 386  
Правдивцева Е.С. 104  
Присяжнюк В.Г. 486, 515  
Проколова А.В. 159  
Прокопьев Н.Я. 64  
Протасова Т.П. 380  
Прошина А.Т. 212  
Прошина Е.А. 327  
Прошина А.Е. 492  
Пушкарева Е.А. 386  
Пушкин А.А. 222  
Пшикова О.В. 524  
Пятин В.Ф. 197  
Радкевич А.М. 153  
Райский В.М. 515  
Рамендик Д.М. 387  
Рашидова А.М. 388  
Решетникова В.В. 103  
Рогачевский В.В. 534  
Рожков В.П. 433, 458  
Рожков С.В. 465  
Рой Викас 88  
Романова Г.А. 523

- Романова Е.О. 545  
Романова И.В. 389  
Ромашенко Е.И. 390  
Ростов В.В. 247  
Росторгуев Э.Е. 222, 380  
Рощин В.Ю. 391  
Рощупкин Д.И. 336  
Руденко А.В. 351  
Руденко М.А. 351  
Рудыч П.Д. 383  
Русалова М.Н. 392  
Рыбакова Г.И. 57  
Рябова Е.В. 203, 322, 393, 406, 442, 525  
Рябоконь И.С. 105  
Рябцева А.А. 209  
Рябчикова Н.А. 393  
Сабанаев М.А. 195  
Сабурова Е.А. 277  
Савадали С.М. 395  
Савеко А.А. 396  
Савельев А.В. 366, 397, 398, 399  
Савельев С.В. 492  
Савина Г.Ю. 461  
Савкин М.О. 438  
Савосенков А.О. 165, 400  
Савостина М.С. 250  
Савостьянов А.Н. 76, 327  
Савочкина Е.В. 378  
Савюк М.О. 464  
Сагакянц А.Б. 222  
Сагитдинова А.Н. 258  
Садов В.А. 538  
Садртдинова И.И. 401  
Сажина Н.В. 426  
Сажина Н.Н. 402  
Салимова К.Р. 173, 177, 314, 367, 403, 466  
Салтыкова А.Д. 404  
Сальникова Е.П. 133  
Саматова Н.П. 113  
Самотохина Н.А. 478  
Санина М.В. 385  
Сапрыгин А.Е. 76  
Саранцева Е.И. 229, 405  
Саранцева С.В. 105, 151, 203, 220, 264, 322, 393, 406, 425, 442, 525  
Саркисова К.Ю. 407, 476  
Сарычева Н.Ю. 272  
Сатаева Т.П. 245  
Сафиуллина А.Ф. 506  
Сафонов Н.Е. 407  
Сафразьян Ю.Р. 331  
Сафрошкина А.А. 512  
Светлик М.В. 124, 159, 456  
Святловская Е.А. 408  
Северюхин Ю.С. 262, 306, 471  
Севостьянова М.С. 409, 410  
Седов А.С. 345  
Селивёрстова Е.В. 389  
Селионов В.А. 391, 411, 432  
Семаков А.В. 344, 545  
Семашко Л.В. 412  
Семенова М.Г. 402  
Семенова Ю.Н. 345  
Семичев Е.В. 413  
Семякина-Глушковская О.В. 229, 405, 497  
Сепп А.Л. 378  
Сергеев В.Г. 127  
Сергеев Т.В. 107, 161, 295  
Сергеева К.В. 414  
Сергеева М.С. 112, 415  
Сергеева С.С. 434, 435  
Сережникова Н.Б. 209  
Сечин Д.И. 416  
Сиваченко И.Б. 417  
Сивцева А.С. 292  
Сидоренко А.В. 418  
Сидоров Р.В. 419  
Сидоровская Ю.М. 419  
Силачев Д.Н. 150  
Силкин М.Ю. 420  
Силкин Ю.А. 420  
Силкина Е.Н. 420  
Симакина Е.А. 421  
Симаков А.Б. 422  
Симакова И.Н. 450  
Симонова В.В. 169  
Симонян Р.А. 52  
Синицын И.В. 233  
Скальный А.В. 250  
Скачилова С.Я. 421, 423  
Скворцов А.А. 374  
Славуцкая М.В. 424  
Слободина А.Д. 425  
Смелышева Л.Н. 51, 426  
Сметанин Б.Н. 293  
Смоленцева И.Г. 237  
Собакаръ Е.Г. 413  
Соболев Е.С. 185  
Соболева И.В. 427  
Соколов С.А. 59  
Соколова Л.В. 236, 507  
Солдаткина Н.В. 222  
Солнушкин С.Д. 513  
Соловьев Н.А. 428  
Соловьева О.А. 429  
Солодухо Н.А. 418  
Соломатин В.Ф. 430, 431  
Солопова И.А. 411, 432  
Сонькин К.М. 341  
Сорокин О.А. 290  
Сорокина Н.С. 97, 432  
Сороко С.И. 433, 458  
Сотников О.С. 434, 434  
Сотникова Л.Д. 280, 298  
Спиричев А.А. 317, 382  
Стадников Е.Н. 436  
Станкевич Л.А. 341  
Станкова Е.П. 321  
Староверова О.Н. 333  
Старостин А.Н. 288  
Старостина М.В. 97, 432, 437  
Стасов В.В. 380  
Стельмашук Е.В. 437  
Степаничев М.Ю. 316  
Степанян И.В. 438  
Сторожева З.И. 212  
Страхов К.А. 223  
Стрельников Н.А. 439  
Ступин В.О. 440  
Суворов Н.Б. 107, 161, 295  
Сулейманов Ш.Р. 278  
Султанлы М.Э. 441  
Сурин А.М. 134, 278, 279, 442  
Сурина Н.В. 203, 393, 442  
Сухорукова Е.Г. 443  
Сушин М.А. 444  
Сырцев А.В. 359, 360  
Сысоев И.В. 166, 319, 445, 446, 61  
Сысоев И.В.  
Сысоев И.В.  
Сысоев И.В.  
Сысоев И.В.  
Сысоева М.В. 166, 319, 445, 446  
Сычев В.С. 174  
Талалаева Г.В. 447  
Талеева А.И. 448  
Тамбовцева Р.В. 414, 416, 449  
Таможников С.С. 76, 327  
Танделов Б.М. 241  
Таранов А.О. 483  
Тарарыкова В.О. 460  
Тарасова Е.О. 85  
Тарасова С.Ю. 450  
Тарновская Т.А. 450  
Теймурова Н.Н. 230  
Теплый Д.Л. 440  
Теплякова Е.М. 211  
Терентьев Б.И. 343  
Тетерина Е.В. 505  
Тимофеев А.А. 303  
Тимофеева О.П. 65  
Тимохина Е.П. 451  
Тимошенко Н.В. 153  
Тимошенко С.И. 220, 322  
Тимошкина Н.Н. 380  
Тихая А.А. 452  
Тихонова М.А. 63  
Ткаченко А.А. 343  
Ткаченко Н.С. 453  
Ткаченко О.Н. 72  
Токарева Н.Г. 454  
Толченникова В.В. 264, 455  
Томиловская Е.С. 379, 396, 530, 532  
Томова Т.А. 456  
Томский А.А. 345  
Торчинский А. 255  
Трегубенко И.А. 228, 338  
Третьякова Л.В. 353  
Трещенкова Ю.А. 457

- Трифонов М.И. 433, 458, 459  
Тромбчиньски П.К. 159, 460  
Трофимова Н.Н. 209  
Трутнева Е.А. 386  
Трясучев А.В. 440  
Тумановский Ю.М. 461  
Туровская М.В. 139, 462, 463  
Туровский Е.А. 139, 150, 462, 463  
Туровский Я.А. 119  
Туртикова О.В. 465  
Турубанова В.Д. 464  
Тучин В.В. 405  
Тыганов С.А. 465  
Тыганов С.А. 92  
Тюнина О.И. 77  
Тюшкевич С.А. 177, 314, 367, 403, 466  
Тятенкова Н.Н. 260  
Уварова Ю.Е. 206  
Угрюмов М.В. 59  
Украинцева Ю.В. 467  
Умарова Б.А. 468  
Умрюхин А.Е. 469  
Уранова Н.А. 469  
Устоев Б.Р. 470  
Устоев М.Б. 350, 470  
Устюгова Л.В. 342  
Утина Д.М. 262, 306, 471  
Ушаков В.Л. 124, 313  
Фазлыяхматов М.Г. 472  
Фалалеев А.П. 292, 293  
Фараджев А.Н. 473  
Фарзетдинова Р.М. 320  
Федина Р.Г. 474, 481  
Федорова А.А. 100  
Федорова А.М. 475  
Федоровский А.Е. 78  
Федосова Е.А. 407, 476  
Федотова И.Р. 485  
Федотова Т.К. 154, 155  
Федченко В.И. 477  
Феоктистова С.В. 478  
Филатов М.А. 478  
Филатова О.Е. 478  
Филатова Ю.О. 479  
Филиппова Е.Б. 482  
Филиппова С.Н. 474, 481  
Филиппова С.Ю. 248, 480  
Фокин И.В. 483  
Фомина-Агеева Е.В. 56  
Фролов А.А. 103, 246, 484, 485  
Фролова О.В. 304, 485  
Фрумкина Л.Е. 265  
Фурдуй В.Ф. 487, 515  
Фурдуй Ф.И. 486, 487, 488, 489  
Хазиев Э.Ф. 257  
Хаирова В.Р. 490  
Хайлов Н.А. 185, 283, 313  
Халилов Р.А. 491  
Ханько А.В. 228, 338  
Харанжевский Е.В. 506  
Харламов И.В. 320  
Харламова А.С. 492  
Харламова Т.А. 193  
Харькова Ю.В. 493  
Хаспеков Л.Г. 265  
Хатламаджиян В.Р. 493  
Хатькова С.Е. 391  
Хидиятова И.М. 494  
Химич Н.В. 292  
Хисматуллина З.Р. 401  
Хлудова Л.К. 495  
Хмелькова М.А. 496  
Холодный Ю.И. 355  
Хороводов А.П. 497  
Хорсева Н.И. 498  
Хорунжий Г.Д. 499  
Хоткина Н.А. 85  
Храмцова Е.А. 209  
Хренкова В.В. 500  
Хренов М.О. 149, 349  
Хрустова Н.В. 533  
Хузахметова В.Ф. 123, 257  
Хуснутдинова Э.К. 494  
Ценцевичский А.Н. 123, 257  
Цехмистренко Т.А. 501  
Цомартова Д.А. 451  
Цуркану П.П. 488  
Цыганков В.Д. 502  
Цэрнэ Т.А. 111  
Чадова И.Н. 503  
Чалышева А.А. 504  
Чапров К.Д. 505  
Чекулаева Е.И. 185, 283, 313  
Червякова Е.В. 369  
Черенков И.А. 506  
Черенкова Л.В. 507  
Черепов А.Б. 365  
Черкасова О.П. 99  
Чернобровкина Т.В. 508  
Черномурова П.А. 511  
Черноризов А.М. 99, 374  
Черных Н.А. 501  
Чернышов А.В. 297  
Чибалин А.В. 242  
Чигалейчик Л.А. 393  
Чигарова О.А. 153  
Чиженкова Р.А. 512  
Чижов А.В. 513  
Чихман В.Н. 513  
Чичёва М.М. 514  
Чокинэ В.К. 486, 487, 488, 515  
Чуднова В.В. 427  
Чумакова А.М. 516  
Чумасов Е.И. 518  
Чусов А.В. 518  
Чухно С.Д. 520  
Шагров Л.Л. 520  
Шайхелисламова М.В. 521  
Шакирова Л.С. 522  
Шакова Ф.М. 523  
Шаманова В.Г. 188  
Шамшин М.О. 165, 297  
Шаов М.Т. 524  
Шарапенков Э.Г. 322, 525  
Шарапов М.Г. 149  
Шарафеева Ч.Р. 521  
Шарафиева К.Р. 197  
Шарафутдинова Л.А. 475  
Шарифов С.К. 502  
Шаркова А.В. 208  
Шарова Е.В. 286  
Шафаревич И.А. 469  
Шацкова А.Б. 407, 476  
Шевцов П.Н., 526  
Шевцова Е.Ф. 386, 526  
Шевцова Ю.А. 150  
Шемякина Н.В. 341  
Шендяпина М.В. 237  
Шенкман Б.С. 92, 465, 527  
Шептицкий В.А. 489  
Шерстнев В.В. 429  
Шестаков Е.И. 527  
Шибкова Д.З. 529  
Шигапова Р.Р. 258  
Шигуева Т.А. 530  
Шилов М.О. 467  
Шилова Е.В. 423  
Шимараева Т.Н. 122  
Шипкова К.М. 531  
Широков А.А. 405  
Широков И.М. 484  
Ширяева Н.В. 294  
Шихлярова А.И. 380  
Шишкин Н.В. 379, 532  
Шишкина Л.Н. 532, 533  
Шишкова Е.А. 534  
Шишонок М.Ф. 148  
Шкорбатова П.Ю. 536, 537  
Шкуринов А.П. 99  
Шлапакова П.С. 143, 272  
Шмыров В.А. 321  
Шокотько С.Л. 538  
Шошина И.И. 228, 338  
Шпагонова Н.Г. 538  
Шлапов А.О. 88, 182, 183, 213, 539, 540  
Штарк М.Б. 289  
Штемберг А.С. 550  
Шукурова П.А. 79  
Шульгина Г.И. 541, 542  
Шульгина О.Г. 222, 263  
Шульц К.А. 427  
Шумейко Н.С. 126  
Шумихина С.И. 543  
Шупик М.А. 59  
Шушунова Н.А. 215  
Эмануэль О.Н. 533  
Эфендиев А.М. 544  
Юкало Е.В. 101  
Юкина Г.Ю. 443  
Юнилайнен О.А. 216  
Юнусова В.Р. 54  
Юрочкина А.М. 421  
Яглов В.В. 451  
Яглова Н.В. 451  
Яковенко Е.Н. 365  
Яковлев М.Ю. 216  
Якушев Р.С. 352, 472  
Яндулова Е.Ю. 344  
Яндулова Е.Ю. 545  
Ярец М.Ю. 286  
Ярмолюк Н.С. 101  
Ярмош И.В. 107, 241, 295, 546  
Ярцев В.Н. 547  
Яснецов В.В. 421  
Яфарова Г.Г. 328  
Ященко С.Г. 245



УДК 612+61+159.9  
ББК 28.707.3:56.1:88  
Н45

DOI:10.29003/m900.sudak.ns2020-16

**Н45** **Нейронаука для медицины и психологии: XVI Международный междисциплинарный конгресс. Судак, Крым, Россия; 6–16 октября 2020 г.: Труды Конгресса / Под ред. Е.В. Лосевой, А.В. Крючковой, Н.А. Логиновой. – Москва: МАКС Пресс, 2020. – 558 с.**

**ISBN 978-5-317-06406-8**

**e-ISBN 978-5-317-06407-5**

XVI Международный междисциплинарный Конгресс «Нейронаука для медицины и психологии» продолжает цикл научных мероприятий (Высокие Татры, Словакия, 2002 и 2003; Карадаг, Крым, Украина, 2002 и 2003; Хургада, Египет, 2004, Судак, Крым, Украина, 2004-2013, Судак, Крым, Россия, 2014-2019), которые посвящены многоплановому исследованию нервной системы и использованию этих знаний в медицинской и психологической практике. Главная цель форума – объединение усилий высококвалифицированных и молодых специалистов научного сообщества, изучающих нервную систему с разных точек зрения, для сохранения биологического и психического здоровья людей в современном мире.

В рамках конгресса проводится Школа «Достижения междисциплинарной нейронауки в XXI веке» с лекциями и докладами ведущих ученых. На заседаниях секций Конгресса будут обсуждаться следующие проблемы: стрессы и неврозы, память, обучение, мышление и сознание, нейрональные механизмы когнитивных процессов, нейротехнологии и когнитивные исследования; психические расстройства, интегративная деятельность нервной, иммунной и эндокринной систем, нейрофизиология сенсорных и двигательной систем, нейрорегуляция периферических органов; межклеточные взаимодействия и роль биологически активных веществ в нервной системе, экспериментальная и клиническая нейрофармакология; воздействие физических факторов различной природы на нервную систему; нейродегенеративные заболевания и опухоли мозга, нейробиология сна-бодрствования, санокреатология, методология психофизиологических исследований, клиническая нейродиагностика, нанотехнологии и наноматериалы в биомедицинских исследованиях, актуальные проблемы нейропсихологии, нейрокомпьютеры. В рамках конгресса будут проведены симпозиумы «Интерфейс мозг-компьютер», «Музыка и мозг», «Центральные механизмы кардиоваскулярной регуляции, клинические и прикладные аспекты анализа вариабельности сердечного ритма», «Актуальные вопросы нейрофилософии», «Цифровизация в образовании: нейро-когнитивные и дифференциально-психофизиологические проблемы».

В работе форума принимают участие в очной и заочной форме 1276 специалистов из России, других стран СНГ и дальнего зарубежья: ученые, врачи, психологи, фармацевты, педагоги и другие заинтересованные лица, чьи интересы связаны с комплексным изучением разнообразных функций организма, регулируемых нервной системой. Подобные форумы необходимы для развития и укрепления кооперативных связей между учеными, работающими в области фундаментальной науки о мозге, медиками и психологами с целью ускоренного внедрения новых научных разработок в практическую медицину.

Ключевые слова: нейронаука, нейромедицина, нейропсихология, стресс, когнитивные исследования, нейро-иммунно-эндокринные взаимодействия, сенсорные системы, двигательная система, санокреатология, психические расстройства, нейродегенеративные заболевания, нейрофармакология, клиническая нейродиагностика, наноматериалы, нейрокомпьютеры.

**Оргкомитет планирует организацию в будущем и других научных мероприятий, посвященных разностороннему исследованию функций нервной системы, а также внедрению научных разработок в медицину и психологию.**

**Вся новая информация будет размещена на сайте в Интернете: <http://brainres.ru>**

Научное издание

Подписано в печать 30.04.2020 г. Формат 60х90 1/8. Усл.печ.л. 70,0. Изд. № 082.

Издательство ООО «МАКС Пресс». Лицензия ИД N 00510 от 01.12.99 г.

119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы, МГУ им. М.В. Ломоносова,

2-й учебный корпус, 527 к. Тел. 8(495)939-3890/91. Тел./Факс 8(495)939-3891.

ISBN 978-5-317-06406-8

© Авторы, 2020