

PARTICULARITĂȚILE MODIFICĂRII CONȚINUTULUI AMINOACIZILOR LIBERI ÎN SÂNGE LA ȘOBOLANII MATURI ȘI SENILI HRĂNIȚI CU DIFERITE RAȚII ÎN ASOCIERE CU EFORTUL FIZIC

Poleacova Lilia, Ciochină Mariana

Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie

Rezumat

În articol sunt descrise particularitățile modificării conținutului aminoacizilor liberi în sânge la șobolanii maturi și senili alimentați cu conținut diferit al componentelor constituente ale rației în asociere cu efortul fizic forțat.

Impactul efortului fizic dinamic forțat asupra șobolanilor de vârstă matură și senilă se manifestă diferit asupra conținutului aminoacizilor liberi în ser și eritrocite: în eritrocite, structura rației alimentare, vârsta animalului și efortul fizic provoacă scăderea pool-ului și grupelor funcționale ale aminoacizilor; în ser, schimbările corespunzătoare ale acestora depind de vârstă, de structura rației și de efortul fizic dinamic forțat.

Cuvinte cheie: rație alimentară, șobolani maturi, șobolani senili, efort fizic, componente constituente, aminoacizi liberi, grupe funcționale.

Depus la redacție 4 decembrie 2018

Adresa pentru corespondență: Poleacova Lilia, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, str. Academiei, 1, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova; e-mail: bostan-lilia@mail.ru; tel. (+373 22) 73-71-42.

Introducere

Una din sarcinile sanocreatologiei [6] constă în formarea și menținerea potențialului vital al organismului ce, în mare măsură, depinde de metabolismul proteic, care, la rândul său este în funcție de conținutul aminoacizilor liberi din sânge. Până în prezent lipsește informația referitor la particularitățile modificării conținutului aminoacizilor liberi în sânge în dependență de efortul fizic forțat pe fondalul alimentației cu conținut diferit al componentelor constituente ale rației alimentare în diferite perioade ale dezvoltării individuale, ce ar permite de a organiza pe bază științifică realizarea unor obiective ale sanocreatologiei prin utilizarea efortului fizic în asociere cu rația alimentară.

Deși în literatura de specialitate sunt suficiente date despre schimbările ce au loc în metabolismul intermediar al aminoacizilor liberi [8, 9, 14, 15], însă în ceea ce privește

impactul efortului fizic pe fondalul alimentației cu conținut diferit al componentelor constituente ale rației asupra organismului în diferite perioade de vârstă, nu se cunoaște practic nimic. De aceea, scopul acestui studiu a fost studierea conținutului aminoacizilor liberi în sânge ca indicatori ai metabolismului proteic la animalele mature și senile sub influența alimentației cu conținut diferit al componentelor constituente ale rației.

Materiale și metode

Cercetările au fost efectuate pe 30 șobolani albi, masculi-maturi (5-7 luni) și 30 șobolani masculi-senili (24-30 luni) aflați în condiții de vivariu. Șobolanii au fost adaptați la condițiile de întreținere timp de 14 zile. Animalele de laborator au fost repartizate în câte 3 loturi experimentale: lotul I (de control) – rație alimentară standard (15% - proteine, 60% - glucide, 25% - lipide), lotul II – rație alimentară bogată în proteine (25% - proteine, 55% - glucide, 20% - lipide), lotul III – rație bogată în glucide (70% - glucide, 10% - proteine, 20% - lipide). Animalele au fost supuse efortului fizic dinamic maximal – înot zilnic pe parcursul a 31 de zile. Temperatura apei +27°C. Durata experimentului – 31 de zile. La finele experimentului a fost determinat conținutul aminoacizilor liberi în ser și eritrocite prin metoda cromatografiei lichide cu schimb de ioni [1, 3]. Analiza statistică a rezultatelor obținute s-a realizat cu utilizarea t-criteriului Student.

Rezultate și discuții

Rezultatele cercetărilor efectuate pe șobolanii de vârstă matură alimentați cu rație cu conținut diferit în asociere cu efort fizic forțat, cărora li s-a determinat conținutul aminoacizilor liberi din sânge sunt prezentate în tabelele 1 și 2.

În serul sangvin al șobolanilor alimentați cu rație standard, cu rație preponderent bogată în proteine sau preponderent bogată în glucide supuși efortului fizic dinamic forțat, conținutul sumar al aminoacizilor liberi (Σ AL) a crescut în toate cele trei loturi (tab. 1). În lotul cu rație standard concentrația totală a acestora a sporit cu 31,8%, în lotul cu rație preponderant bogată în proteine – cu 25,7% și în lotul cu rație preponderant bogată în glucide – cu 56,5%.

Dintre aminoacizii liberi (AL), în lotul cu rație standard a sporit veridic conținutul a 15 aminoacizi (Tau, Asp, Ser, Gln, Pro, Gly, Ala, Val, Ile, Leu, Tyr, Phe, Orn, Lys și Arg), iar 6 – a scăzut (Cis, Cit, AAAB, Cys, AGAB și His). În lotul cu rație preponderent bogată în proteine a sporit conținutul a 11 aminoacizi liberi (Tau, Ser, Pro, Gly, Ala, Val, Ile, Leu, Phe, Orn și Lys), iar 5 – a scăzut (Asn, Cit, Cys, AGAB și His). În lotul cu rație preponderent bogată în glucide a sporit conținutul a 13 aminoacizi (Tau, Ser, Glu, Gln, Pro, Gly, Ala, Val, Ile, Leu, Orn, Lys și Arg) și 3 – s-a micșorat (Cit, AGAB și His).

Astfel, în serul sangvin la animalele din lotul cu rație standard, efortul fizic dinamic până la epuizare timp de 31 de zile, a condus la sporirea semnificativă a unei cantități mai mari de aminoacizi, decât în celelalte loturi. Această ascendență, probabil, reflectă intensitatea catabolismului proteinelor la șobolanii din acest lot. În cazul efortului fizic intens are loc sporirea catabolismului total al proteinelor [4, 10], în principal din cauza degradării proteinelor intramusculare. Concentrația tuturor grupelor funcționale de aminoacizi în toate cele trei loturi de animale supuse efortului fizic dinamic în funcție de rația corespunzătoare, a sporit veridic (tab. 1). Există o restricție a sintezei proteinelor din cauza lipsei ATP. Astfel, creșterea concentrațiilor plasmatiche ale

conținutului aminoacizilor liberi poate fi înțeleasă, dacă luăm în considerare că acest lucru se datorează în mare măsură limitării vitezei de formare a ATP, care asigură sinteza proteică [2, 5].

Analiza comparativă a cromatogramelor aminoacizilor în eritrocitele șobolanilor maturi martori și șobolanilor supuși efortului fizic dinamic forțat alimentați cu rații cu diferit conținut al componentelor constituente, care sunt prezentate în tabelul 2, a identificat o scădere vădită a conținutului aminoacizilor liberi.

O astfel de scădere s-a manifestat, în special la șobolanii alimentați cu rație bogată în proteine, la care din cei 25 de aminoacizi studiați, la 22 a scăzut conținutul (Cis, Tau, Asp, Ser, Asn, Glu, Gln, Pro, Gly, Ala, Cit, AAAB, Cys, Met, Ile, Leu, Tyr, Orn, Lyz, His și Arg) și cel mai puțin la cei cu rație bogată în glucide – la care a scăzut conținutul a 12 aminoacizi (Cis, Asp, Ser, Gly, Ala, AAAB, Val, Ile, Leu, Lyz, His și Arg), ceea ce relevă că rezerva acestora, de facto, este epuizată. Astfel, conținutul sumar al AL în lotul standard a scăzut cu 55,4%, în lotul cu rație preponderent bogată în proteine – cu 56,6% și în lotul cu rație preponderent bogată în glucide – cu 29,8%.

Aceleași modificări le-a suportat și conținutul sumar al grupelor funcționale de aminoacizi, care a scăzut indiferent de rația alimentară. Analiza comparativă a modificării conținutului aminoacizilor la șobolanii maturi alimentați cu supliment de proteine sau glucide în rație provoacă modificări descendente ale majorității grupelor funcționale de aminoacizi liberi atât în ser, cât și în eritrocite, ceea ce demonstrează dezechilibrul dintre procesele anabolice și catabolice cu predominarea reacțiilor de sinteză a proteinelor, fapt ce determină utilizarea intensă a aminoacizilor liberi.

Rezultatele cercetărilor studierii conținutului aminoacizilor liberi în serul șobolanilor senili alimentați cu conținut diferit al componentelor constituente ale rației în asociere cu efortul fizic forțat sunt prezentate în Tabelul 3.

Dintre aminoacizii individuali, în lotul cu rație standard, a sporit veridic conținutul a 9 aminoacizi liberi (Thr, Glu, Pro, AAAB, Val, Cys, Ile, Leu și Lyz), iar la 7 – a scăzut (Asp, Asn, Gly, Ala, Tyr, AGAB și His). În lotul șobolanilor întreținuți cu rație preponderent bogată în proteine a sporit conținutul a 4 aminoacizi (Thr, Asn, Pro și AAAB), iar la 16 – a scăzut (Tau, Acsp, Ser, Gln, Gly, Cit, Val, Met, Ile, Leu, Tyr, Phe, AGAB, Orn, Lyz și His). În lotul șobolanilor hrăniți cu rație preponderent bogată în glucide a sporit conținutul a 3 aminoacizi (Asn, AAAB și Lyz), la 3 – s-a micșorat (Cit, AGAB și His), iar ceilalți n-au suportat modificări veridice.

Referitor la conținutul total al aminoacizilor liberi, vom menționa, că acesta a scăzut în serul sangvin al șobolanilor senili supuși efortului fizic alimentați cu rație preponderent bogată în proteine sau preponderent bogată în glucide, comparativ cu cei fără efort fizic alimentați cu același conținut al rației. În lotul celor alimentați cu rație standard, acești indici au sporit veridic.

În ceea ce privește aminoacizii grupelor funcționale, apoi în lotul cu rație standard, aminoacizii neesențiali și tioaminoacizii au rămas la nivelul lotului șobolanilor martor; cei esențiali, cetogeni și proteinogeni au sporit veridic; iar aminoacizii imunoactivi și glicogeni au scăzut. Alimentația șobolanilor senili cu rație preponderent bogată în proteine a dus la scăderea conținutului tuturor grupelor funcționale de aminoacizi,

Tabelul 1. Conținutul aminoacizilor liberi ($\mu\text{mol}/100\text{ ml}$) în serul șobolanilor maturi supuși efortului fizic forțat în dependență de conținutul diferit al componentelor constituente ale rației.

Aminoacizi	Rație standard		Rație preponderent bogată în proteine		Rație preponderent bogată în glucide	
	Fără efort (n=5)	Cu efort (n=5)	Fără efort (n=5)	Cu efort (n=5)	Fără efort (n=5)	Cu efort(n=5)
Acidul cisteinic (Ac. cis)	3,38±0,39	1,56±0,35*	1,53±0,21**	1,78±0,69	1,52±0,35**	1,58±0,37
Taurina (Tau)	16,77±1,04	27,61±1,46*	15,47±1,07	28,47±3,67*	14,20±0,61	28,67±3,74*
Acidul aspartic (Asp)	5,70±0,48	7,91±0,68*	4,65±0,75	5,81±0,87	7,92±1,65	6,44±0,67
Serina (Ser)	23,86±1,70	33,09±5,33*	19,48±1,77	25,95±1,65*	20,54±1,36	30,56±2,64*
Asparagina (Asn)	21,39±1,89	15,82±3,66	21,74±3,36	9,24±2,54*	26,10±2,87	25,01±1,33
Acidul glutamic (Glu)	7,50±0,72	8,11±1,97	3,89±0,30**	4,54±1,07	4,21±0,29**	10,47±1,62*
Glutamina (Gln)	21,16±2,31	29,78±2,24*	15,36±0,54**	16,58±4,50	15,62±0,48**	19,30±1,03*
Prolina (Pro)	0,07±0,01	16,07±1,78*	0,15±0,02**	16,55±1,55*	1,07±0,08**	13,29±2,01*
Glicina (Gly)	25,52±1,20	37,20±2,69*	20,98±1,46**	33,44±3,27*	13,69±1,36**	43,71±4,43*
Alanina (Ala)	23,17±3,10	53,78±8,46*	24,76±3,14	41,63±5,57*	20,55±2,91	47,55±3,84*
Citrulina (Cit)	33,24±2,92	1,70±0,37*	22,76±1,53**	1,44±0,39*	29,54±2,74	1,90±0,17*
Ac. α -aminobutiric (AAAB)	3,28±0,31	0,86±0,14*	1,38±0,17	0,98±0,33	0,85±0,10**	0,91±0,08
Valina (Val)	6,14±0,89	24,58±1,76*	1,73±0,18**	15,72±2,63*	1,62±0,20**	14,46±3,41*
Cistina (Cys)	22,41±2,42	7,93±2,36*	24,10±4,38	5,87±0,88*	12,27±2,88	8,62±1,30
Metionina (Met)	6,58±0,26	5,44±0,95	4,81±0,81	4,39±1,84	1,92±0,17**	2,61±0,53
Izoleucina (Ile)	2,28±0,20	11,81±1,49*	0,95±0,04**	7,52±1,11*	0,42±0,04**	6,86±1,17*
Leucina (Leu)	8,43±0,35	19,20±1,95*	6,78±0,89	12,45±1,38*	5,57±0,33**	13,30±1,31*
Tirozina (Tyr)	10,11±0,33	13,31±1,03*	11,14±2,12	9,85±0,96	8,02±1,20	9,02±0,32
Fenilalanina (Phe)	2,61±0,13	8,74±1,00*	3,28±0,55	5,76±0,58*	6,78±0,64**	5,96±0,59
Ac. γ -aminobutiric (AGAB)	3,21±0,41	0,35±0,06*	1,92±0,06**	0,60±0,08*	2,96±0,34	0,77±0,15*
Ornitina (Orn)	0,56±0,05	4,00±0,80*	0,56±0,04	3,31±0,38*	0,55±0,05	2,83±0,47*
Lizina (Liz)	3,59±0,38	54,14±8,77*	8,36±0,77**	50,90±12,13*	3,79±0,39	44,75±8,05*
Histidina (His)	31,13±2,42	4,54±0,76*	37,23±5,64	4,15±0,88*	16,82±1,79**	4,00±0,43*
Arginina (Arg)	4,08±0,59	8,83±1,21*	5,40±1,35	4,78±0,91	6,36±0,56**	10,50±1,19*
Σ AL	322,06±15,40	424,39±31,48*	274,72±13,41**	345,43±13,01*	246,96±15,29**	386,41±21,73*
Σ AL. esențiali	184,00±5,93	218,27±33,13	154,76±9,78**	169,46±27,97	120,00±8,11**	216,58±7,24*
Σ AL. imunoactivi	109,74±4,26	168,76±7,05*	115,75±4,90	137,57±5,86*	83,23±3,45**	132,11±7,58*
Σ AL. glicogeni	142,05±1,06	181,01±11,37*	128,59±5,65**	136,73±15,26	104,67±10,30**	176,16±15,63*
Σ AL. cetogeni	136,99±6,14	188,10±7,47*	127,03±6,62	149,95±5,03*	122,02±1,73**	172,39±14,78*
Σ AL. proteinoz.	56,07±2,72	107,20±2,20*	65,94±3,18**	88,68±5,06*	40,39±0,91**	79,89±11,07*
Σ AL. cu sulf	286,95±12,03	387,03±29,77*	262,53±10,41	307,03±13,44*	188,67±16,73**	348,69±17,78*
	33,04±2,53	42,80±2,64*	22,80±1,56**	43,46±7,43*	18,79±1,36**	41,47±4,19*

Noți. * - diferențe semnificative dintre loturile șobolanilor fără efort fizic și celor supuși efortului fizic dinamic forțat ($p < 0,05$); ** - diferențe semnificative dintre loturile șobolanilor fără efort fizic ($p < 0,05$).

Tabelul 2. Conținutul aminoacizilor liberi ($\mu\text{mol}/100 \text{ mg}$) în eritrocitele șobolanilor maturi supuși efortului fizic forțat în dependență de conținutul diferit al componentelor constituente ale rației.

Aminoacizi	Ratie standard		Ratie preponderent bogată în proteine		Ratie preponderent bogată în glucide	
	Fără efort (n=5)	Cu efort (n=5)	Fără efort (n=5)	Cu efort (n=5)	Fără efort (n=5)	Cu efort (n=5)
Acidul cistic (Cis)	6,60±1,85	1,73±0,44*	4,07±0,63	1,19±0,53*	5,35±0,65	2,17±0,31*
Taurina (Tau)	28,41±2,44	13,99±1,77*	25,74±2,90	15,52±2,92*	15,20±0,51**	24,07±2,63*
Acidul aspartic (Asp)	31,27±2,43	4,26±0,37*	39,40±1,52**	4,84±2,85**	18,31±2,38**	6,11±1,12*
Serina (Ser)	42,58±4,02	11,59±1,04*	30,90±1,59**	15,20±1,05**	19,69±1,05**	16,12±0,73*
Asparagina (Asn)	18,47±2,51	8,38±0,45*	17,79±2,27	10,38±0,71*	10,78±0,63**	9,67±0,91
Acidul glutamic (Glu)	64,38±8,62	6,88±0,94*	68,58±7,70	15,97±2,92*	15,98±3,97**	13,35±2,39
Glutamina (Gln)	41,88±5,74	13,38±0,66*	36,82±4,08	24,03±2,98*	11,40±1,75**	17,21±0,96*
Prolina (Pro)	56,10±8,56	26,97±1,75*	59,92±7,64	22,61±0,22*	35,88±1,68**	40,96±1,01*
Glicina (Gly)	61,15±2,04	10,43±1,52*	49,19±3,48**	24,34±4,97*	58,67±5,25	23,89±3,69*
Alanina (Ala)	56,07±4,11	26,78±2,35*	51,69±2,97	20,02±1,50*	42,89±1,95**	29,03±2,23*
Citrulina (Cit)	3,98±0,14	2,23±0,10*	3,92±0,38	1,54±0,48*	1,88±0,20**	3,01±0,31*
Ac. α -aminobutiric (A.A.B)	6,10±0,49	1,47±0,17*	4,39±0,46**	0,68±0,05*	2,64±0,15**	1,36±0,13*
Valina (Val)	20,28±1,37	8,37±0,82*	11,98±1,08**	10,41±3,07	14,92±1,28**	5,58±0,79*
Cisteina (Cys)	2,81±0,10	1,48±0,21*	2,91±0,38	1,45±0,34*	2,65±0,04	2,31±0,21
Metionina (Met)	11,33±1,20	14,71±3,32	6,75±0,71**	3,72±0,83*	5,55±0,22**	5,51±0,43
Izoleucina (Ile)	9,41±0,68	8,12±1,30	11,23±1,03	3,27±0,84*	1,51±1,36**	4,51±0,73*
Leucina (Leu)	22,25±2,70	18,58±4,48	13,39±0,46**	4,27±0,66*	13,29±1,27**	6,24±1,17*
Tirozina (Tyr)	8,79±0,55	4,19±0,14*	6,57±0,54**	3,67±0,15*	6,55±0,60**	5,34±0,87
Fenilalanina (Phe)	11,60±1,24	26,29±3,72*	6,24±0,64**	8,79±0,69*	6,86±0,38**	7,76±0,52
Ac. γ -aminobutiric (AGAB)	1,43±0,37	3,96±0,27*	1,36±0,06	1,54±0,02*	1,53±0,14	1,00±0,46
Oritina (Orn)	3,72±0,55	1,67±0,16*	4,11±0,12	2,58±0,31*	5,19±0,29**	4,02±0,64
Lizina (Liz)	91,77±5,91	12,26±1,42*	75,36±3,53**	28,08±6,01*	36,41±1,90**	28,87±2,32*
Histidina (His)	8,97±0,89	2,10±0,71*	5,73±0,26**	4,00±0,37*	7,09±0,55	4,05±0,40*
Arginina (Arg)	21,34±3,08	2,82±0,40*	24,20±1,97	4,01±0,17*	11,09±0,83**	4,26±0,18*
Σ AL	588,73±68,19	262,74±32,13*	533,31±26,41	231,40±90,12*	391,27±20,00**	274,55±32,96*
Σ AL necesitali	404,38±28,91	118,07±15,25*	321,58±19,28**	130,48±54,31*	244,88±25,32**	170,76±16,53*
Σ AL esențiali	231,91±17,70	102,62±14,63*	173,04±6,03**	77,86±10,27*	119,43±5,51**	93,60±5,86*
Σ AL imunoactivi	236,25±34,78	79,04±7,83*	228,78±13,83	88,04±8,29*	133,75±4,71**	89,68±2,86*
Σ AL glicogeni	205,32±29,67	67,41±7,82*	196,85±5,98	82,62±20,89*	182,04±12,56	98,56±10,74*
Σ AL cetojeni	141,80±11,90	70,55±9,24*	111,37±5,07**	48,08±2,85*	73,71±5,56**	55,05±5,20*
Σ AL proteinog.	538,54±68,98	217,23±11,91*	494,62±23,88	208,33±9,45*	326,52±18,28**	254,11±10,65*
Σ AL cu sulf	47,33±2,05	29,39±0,40*	33,76±3,81**	22,56±2,20*	28,60±0,51**	36,55±3,05*

Notă: * - diferențe semnificative dintre loturile șobolanilor fără efort fizic și celor supuși efortului fizic dinamic forțat ($p < 0,05$); ** - diferențe semnificative dintre loturile șobolanilor fără efort fizic ($p < 0,05$).

iar alimentația animalelor cu rație preponderent bogată în glucide – la scăderea conținutului grupelor funcționale de aminoacizi, cu excepția celei cetogene care a sporit veridic. Fondul scăzut al AL la animalele supuse efortului fizic dinamic pe fondalul alimentației cu conținut diferit al componentelor constituente ale rației, probabil, este condiționat de predominarea mecanismelor energetice determinate de efortul fizic [11, 13, 17, 18].

Așadar, alimentația șobolanilor senili cu conținut diferit al componentelor constituente ale rației supuși efortului fizic forțat, comparativ cu cei maturi, cauzează diminuarea concentrației în ser a aminoacizilor din grupele funcționale indiferent de conținutul de proteine sau glucide în rație, ceea ce denotă despre dezechilibrul proceselor anabolice și catabolice cu predominarea proceselor de sinteză a proteinelor.

Investigarea caracteristicilor dinamicii modificărilor concentrațiilor AL în eritrocite, care îndeplinesc funcția de depou și reglatori ai conținutului AL plasmatic [3, 7], la animalele senile supuse efortului fizic dinamic și hrănite cu conținut diferit al componentelor constituente ale rației este prezentată în tabelul 4.

Dintre aminoacizii liberi, în lotul cu rație standard, a sporit veridic conținutul unui aminoacid liber (Pro) și la 22 – a scăzut (Cis, Tau, Asp, Thr, Ser, Asn, Glu, Gln, Gly, Ala, Cit, AAAB, Val, Cys, Met, Ile, Leu, Tyr, Phe, Orn, Lys și His). În lotul cu rație preponderent bogată în proteine a sporit conținutul a 2 aminoacizi (Tau și Pro), iar la 18 – a scăzut (Cis, Asp, Thr, Ser, Asn, Glu, Gly, Ala, AAAB, Cys, Met, Ile, Leu, Tyr, Phe, Orn, Lys și His). În lotul cu rație preponderent bogată în glucide a sporit conținutul a 2 aminoacizi (Tau și Asp), iar la 20 – s-a micșorat (Cis, Thr, Ser, Asn, Glu, Gln, Pro, Gly, Ala, AAAB, Val, Cys, Met, Ile, Leu, Tyr, Phe, Orn, Lys și His).

Reducerea conținutului AL în eritrocitele șobolanilor senili supuși efortului fizic forțat pe fondalul alimentației cu conținut diferit al rației, denotă despre scăderea la aceștia a fondului de rezervă al aminoacizilor [15, 20], însă gradul de epuizare al fondului AL în diferite loturi variază: cel mai mult în lotul cu rație standard (cu 81,5%) și în lotul cu rație preponderent bogată în glucide (cu 81,4%), mai puțin în cel cu rație preponderent bogată în proteine (cu 44,0%). Efortul fizic intens la șobolanii senili, ca și la cei maturi, determină o scădere semnificativă a conținutului Σ AL din toate grupele funcționale în eritrocite. Așadar, pool-ul de aminoacizi liberi și concentrația acestora pe grupe funcționale la cei senili se diminuează indiferent de caracterul alimentării cu conținut bogat în proteine sau glucide. Această scădere, posibil, este determinată de dezechilibrul sintezei și degradării proteinelor cu predominarea anabolismului acestora.

Analiza comparativă a modificării conținutului aminoacizilor la șobolanii senili fără efort fizic (tab. 3 și 4) alimentați cu supliment de proteine sau glucide, spre deosebire de cei maturi (tab. 1 și 2), provoacă modificări ascendente atât ale valorii numerice a majorității aminoacizilor liberi în ser, în mare măsură la cei cu rație preponderent bogată în glucide, cât și a pool-ului acestora și a grupelor funcționale. În eritrocite nutriția animalelor senile cu supliment de proteine provoacă diminuarea conținutului unor aminoacizi liberi în parte și a unor grupe funcționale, însă nu atât de semnificativ ca la șobolanii maturi. Modificarea conținutului aminoacizilor, în cazul alimentației cu supliment de glucide, nu are caracter strict direcționat comparativ cu animalele mature.

Tabelul 3. Conținutul aminoacizilor liberi ($\mu\text{mol}/100\text{ ml}$) în serul șobolanilor senili supuși efortului fizic forțat în dependență de conținutul diferit al componentelor constitutive ale rației.

Aminoacizi	Rație standard		Rație preponderent bogată în proteine		Rație preponderent bogată în glucide	
	Fără efort (n=5)	Cu efort (n=5)	Fără efort (n=5)	Cu efort (n=5)	Fără efort (n=5)	Cu efort (n=5)
Acidul cisteinic (Cis)	1,38±0,09	1,20±0,43	0,69±0,19**	1,11±0,28	1,04±0,04**	0,59±0,09*
Taurina (Tau)	30,17±1,03	30,28±3,49	42,57±1,27**	26,04±3,33*	53,38±3,01**	33,27±3,40*
Acidul aspartic (Asp)	9,94±0,83	3,99±0,56*	7,14±0,17**	3,34±0,49*	14,12±0,22**	5,68±0,39*
Treonina (Thr)	12,86±0,92	28,11±1,80*	15,40±0,46**	21,50±1,74*	44,10±1,33**	26,06±4,49*
Serina (Ser)	23,69±0,87	20,25±2,63	28,76±1,83**	16,80±3,01*	87,63±5,41**	28,54±0,21*
Asparagina (Asn)	12,70±1,01	9,97±0,17*	10,56±0,72	15,63±1,50*	12,38±1,01	19,71±2,91*
Acidul glutamic (Glu)	15,59±0,82	18,04±0,13*	11,30±0,75**	12,15±1,39	17,63±0,28**	14,50±1,02*
Glutamina (Gln)	30,29±1,62	31,08±1,71	33,86±2,39	25,29±1,69*	67,90±0,33**	20,27±3,30*
Prolina (Pro)	20,02±0,93	30,41±2,12*	16,28±0,77**	29,04±3,65*	46,18±1,93**	24,92±1,06*
Glicina (Gly)	23,08±1,25	19,84±0,16*	24,86±2,38	18,48±1,24*	45,45±2,44**	24,63±1,17*
Alanina (Ala)	40,56±1,27	36,14±1,09*	32,23±2,32**	33,07±5,58	119,62±0,87**	41,80±1,91*
Citruлина (Cit)	3,52±0,39	3,85±0,55	5,23±0,41**	2,88±0,46*	7,24±0,71**	3,67±0,58*
Ac. α -aminobutiric (AAAB)	1,39±0,15	2,17±0,14*	1,77±0,01**	2,18±0,12*	3,57±0,46**	5,24±0,44*
Valina (Val)	12,83±1,64	21,97±0,00*	25,24±1,10**	14,44±2,26*	14,67±0,54	12,80±1,19
Cisteina (Cvs)	5,53±0,38	6,75±0,06*	4,67±0,48	5,79±0,85	5,05±0,06	5,56±0,46
Metionina (Met)	2,94±0,12	2,54±0,28	5,06±0,04**	2,79±0,49*	3,89±0,35**	3,51±0,53
Izoleucina (Ile)	6,70±0,02	10,39±0,43*	14,25±0,74**	7,39±1,15*	9,68±0,61**	6,15±1,07*
Leucina (Leu)	11,90±0,50	15,95±1,11*	20,22±1,33**	10,69±1,62*	12,52±1,03	7,60±1,56*
Tirozina (Tyr)	7,59±0,37	6,52±0,15*	14,47±1,44**	4,08±0,61*	10,85±0,68**	6,24±1,07*
Fenilalanina (Phe)	5,42±0,33	5,05±0,56	9,39±0,65**	3,61±0,15*	7,85±0,62**	5,68±0,52*
Ac. γ -aminobutiric (AGAB)	1,43±0,20	0,71±0,14*	1,14±0,06	0,52±0,05*	1,24±0,08	0,90±0,07*
Ornitina (Orn)	4,19±0,24	4,74±0,95	12,90±0,48**	3,23±0,76*	20,25±1,39**	4,14±0,47*
Lizina (Liz)	27,44±1,46	48,05±2,56*	63,68±3,86**	31,33±5,04*	27,89±1,59	38,20±2,94*
Histidina (His)	6,35±0,15	5,51±0,07*	13,56±0,78**	3,94±0,56*	7,12±0,21**	3,62±0,28*
Σ AL	342,68±3,93	381,59±13,45*	451,97±18,01**	298,65±28,87*	673,16±12,32**	307,96±28,59*
Σ AL necesitali	188,99±2,95	189,50±20,11	169,65±12,82	161,69±23,36	415,97±9,16**	175,68±23,70*
Σ AL esentiali	101,32±0,82	140,16±8,87*	188,05±6,59**	97,80±12,98*	144,30±5,00**	86,52±16,03*
Σ AL imunoactivi	165,08±0,50	152,59±3,10*	185,46±8,20**	112,66±11,74*	351,91±13,13**	134,00±18,95*
Σ AL glicogeni	151,26±2,14	134,74±5,37*	133,63±7,28**	99,22±9,45*	325,59±10,48**	117,76±21,29*
Σ AL cetogeni	64,08±3,06	88,23±8,04*	64,42±0,61	53,06±3,42*	46,39±3,55**	67,45±3,83*
Σ AL proteinog.	293,26±3,65	329,66±11,24*	377,24±17,93**	238,92±32,15*	575,01±15,19**	324,90±46,01*
Σ AL cu sulf	40,02±1,25	39,77±3,93	52,99±1,52**	35,44±4,47*	63,36±2,56**	37,29±5,58*

Notă: * - diferențe semnificative dintre șobolanilor fără efort fizic și celor supuși efortului fizic dinamic forțat ($p < 0,05$); ** - diferențe semnificative dintre loturile șobolanilor fără efort fizic ($p < 0,05$).

Tabelul 4. Conținutul aminoacizilor liberi ($\mu\text{mol}/100 \text{ mg}$) în eritrocitele șobolanilor senili supuși efortului fizic forțat în dependență de conținutul diferit al componentelor constituente ale rației.

Aminoacizi	Rație standard		Rație preponderent bogată în proteine		Rație preponderent bogată în glucide	
	Fără efort (n=5)	Cu efort (n=5)	Fără efort (n=5)	Cu efort (n=5)	Fără efort (n=5)	Cu efort (n=5)
Acidul cisteinic (Cis)	12,73±1,35	0,87±0,15*	8,56±1,16**	2,67±0,56*	10,97±1,16	0,47±0,08*
Taurina (Tau)	32,51±3,73	18,90±3,48*	7,98±2,79**	29,58±2,76*	4,25±0,54**	15,85±2,52*
Acidul aspartic (Asp)	21,64±1,47	7,50±1,22*	21,07±2,66	7,76±1,27*	10,00±1,21**	14,24±2,31*
Treonina (Thr)	44,54±3,99	9,63±1,18*	32,06±2,90**	16,83±1,15*	64,49±6,22**	6,43±0,69*
Serina (Ser)	21,90±3,64	10,05±2,54*	22,58±1,64	18,44±0,38*	46,85±6,21**	9,47±1,73*
Asparagina (Asn)	30,29±5,68	4,85±0,81*	49,68±5,69**	8,00±0,15*	28,35±2,87	3,18±1,09*
Acidul glutamic (Glu)	25,24±2,91	6,30±1,61*	34,66±2,06**	16,46±2,16*	61,67±11,11**	10,70±0,99*
Glutamina (Gln)	51,28±11,49	5,70±1,19*	22,09±2,43**	18,25±1,85	48,28±8,02	10,24±1,21*
Prolina (Pro)	26,00±2,83	35,38±2,55*	22,63±4,42	44,57±2,43*	53,35±10,73**	25,65±3,03*
Glicina (Gly)	21,37±2,13	12,25±1,28*	45,94±6,16**	19,16±2,59*	90,94±19,00**	12,71±1,18*
Alanina (Ala)	29,14±2,50	21,50±1,17*	60,47±6,20**	29,80±2,08*	111,92±23,53**	17,80±1,08*
Citrulina (Cit)	4,39±0,56	1,21±0,34*	2,21±0,08**	2,49±0,34	1,06±0,20**	0,90±0,03
Ac- α -aminobutiric (AAAB)	17,28±2,49	1,05±0,20*	6,51±0,96**	2,22±0,34*	8,70±1,63**	0,68±0,10*
Valina (Val)	25,94±5,27	7,63±2,05*	13,24±1,55**	14,07±1,26	11,44±1,51**	2,70±0,21*
Cisteina (Cys)	5,24±0,67	0,79±0,16*	3,45±0,30**	2,15±0,35*	1,25±0,19**	0,54±0,06*
Metionina (Met)	8,58±1,03	2,38±0,31*	21,09±1,91**	4,62±0,54*	42,01±7,71**	1,80±0,24*
Izoleucina (Ile)	33,50±3,39	3,82±0,43*	13,96±2,29**	6,16±0,75*	14,80±3,14**	2,26±0,18*
Leucina (Leu)	50,91±5,36	16,11±0,64*	35,25±3,80**	12,60±1,19*	44,76±2,45	9,41±1,95*
Tirozina (Tyr)	89,76±12,57	2,99±1,22*	24,56±5,11**	4,39±0,64*	26,9±5,15**	2,33±0,21*
Fenilalanina (Phe)	41,19±3,08	8,72±0,53*	30,78±2,43**	7,31±0,84*	107,58±7,30**	6,52±0,70*
Ornitina (Orn)	8,51±0,79	1,73±0,63*	6,58±0,23**	3,88±0,48*	11,69±1,06**	1,64±0,26*
Lizina (Liz)	254,53±46,32	23,34±1,22*	62,12±7,72**	29,62±1,85*	32,04±6,19**	10,04±1,09*
Histidina (His)	181,44±7,04	1,66±0,17*	34,09±9,42**	4,00±0,63*	11,55±1,32**	2,14±0,55*
Σ AL	1116,48±67,72	205,29±40,72*	582,29±66,44**	326,12±26,32*	902,63±64,25	168,07±9,21*
Σ AL necesit.	313,48±28,01	108,31±26,86*	295,45±20,04	181,05±11,45*	450,79±53,85**	106,87±11,05*
Σ AL esențiali	669,02±45,76	73,30±5,33*	267,90±53,03**	95,31±7,51*	366,58±31,40**	41,30±5,13*
Σ AL imunoact.	213,08±16,98	69,61±15,13*	220,42±15,36	114,84±8,12*	342,47±40,03**	65,23±5,17*
Σ AL glicogeni	174,01±17,71	68,56±12,52*	193,50±8,70	106,93±9,41*	363,79±57,55**	63,35±4,02*
Σ AL cetojeni	447,27±28,70	54,98±1,89*	180,97±11,11**	60,07±1,02*	268,17±56,95**	30,57±4,03*
Σ AL proteinoog.	986,53±53,64	181,61±32,19*	574,32±82,88**	282,61±22,12*	877,26±92,64	147,42±8,10*
Σ AL cu sulf	59,51±4,65	22,94±1,20*	44,24±4,08**	38,38±3,55	60,54±7,42	18,66±1,32*

Notă: * - diferențe semnificative dintre loturile șobolanilor fără efort fizic și celor supuși efortului fizic dinamic forțat ($p < 0,05$); ** - diferențe semnificative dintre loturile șobolanilor fără efort fizic.

Concluzii

1. Vectorul modificării conținutului aminoacizilor liberi în ser și eritrocite în parte și pe grupe funcționale, ca indicatori ai metabolismului proteic, în condiții de alimentare cu rație preponderent bogată în proteine sau glucide în dependență de perioada de vârstă are caracter: a) descendent al majorității grupelor funcționale de aminoacizi liberi atât în serul, cât și în eritrocitele șobolanilor maturi alimentați cu supliment în rație al proteinelor sau glucidelor și b) ascendent a cantității numerice a aminoacizilor în parte, cât și pe grupe funcționale la șobolanii senili în ser, în special în cazul rației preponderent bogată în glucide.

2. Impactul efortului fizic dinamic forțat asupra șobolanilor de vârstă matură și senilă, se manifestă diferit asupra conținutului și spectrului aminoacizilor în ser și eritrocite: dacă în eritrocite, indiferent de conținutul alimentației și vârsta animalului, are loc diminuarea conținutului majorității aminoacizilor în parte și a conținutului tuturor grupelor funcționale, atunci în ser schimbările corespunzătoare depind preponderent de vârsta și de conținutul rației alimentare.

3. Cele mai pronunțate modificări ale conținutului aminoacizilor liberi în ser și eritrocite au loc în condițiile efortului fizic dinamic forțat efectuat pe fondalul dezechilibrului componentelor constituente ale rației.

Bibliografie

1. *Астанов А.В. и др.* Выделение аминокислот методом ионообменной хроматографии: состав и термодинамические параметры комплексов. //Аналитика РБ-2015. Сборник тезисов Республиканской научной конференции по аналитической химии с международным участием, 2015, с. 66.

2. *Астратенкова И.В., Rogozkin В.А.* Участие АМФ-зависимой протеинкиназы в регуляции метаболизма скелетных мышц. В: Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова, 2013, том 99, с. 657-673.

3. *Гараева С.Н., Редкозубова Г.В., Постолати Г.В.* Аминокислоты в живом организме. Кишинев: АȘМ, 2009. 552 с.

4. *Гольберг Н.Д., Rogozkin В.А.* Гипертрофия скелетных мышц и питание спортсменов. В: Вестник спортивной науки, 2014, № 6, с. 31-35.

5. *Землина Е.Ми др.* Биохимические изменения в организме студентов при физических нагрузках. В: Таврический научный обозреватель, 2016, № 11(16), с. 30-32.

6. *Фурдуй Ф.И. и др.* Трактат о научных и практических основах санокреатологии. Том 1. Проблема здоровья. Санокреатология. Потребность общества в ее развитии. Кишинэу: АȘМ, 2016. 228 с.

7. *Чокинэ В.К. и др.* Серосодержащие аминокислоты в диагностике, целенаправленном поддержании и формировании здоровья. В: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții, 2011, nr. 3 (315), с. 15-35.

8. *Brook M. et al.* Skeletal muscle homeostasis and plasticity in youth and ageing: impact of nutrition and exercise. In: Acta physiologica (Oxford), 2016, vol. 216 (1), p. 15-41.

9. *Czajkowska A. et al.* The relationship between physical activity and plasma homocysteine level in young men. In: *Pediatr End Diab Metab.* 2008, vol. 14 (3), p. 177-180.

10. *Deminice R. et al.* Resistance exercise prevents impaired homocysteine metabolism and hepatic redox capacity in Walker-256 tumor-bearing male Wistar rats. In: *Nutrition*, 2016, vol. 32 (10), p. 1153-1158.

11. *Felder T. et al.* Specific circulating phospholipids, acylcarnitines, amino acids and biogenic amines are aerobic exercise markers. In: *Journal of science and medicine in sport*, 2017, vol. 20 (7), p. 700-705.

12. Guyton Arthur C., Hall John E. Textbook of medical physiology. Philadelphia: Elsevier, 2016. 1147 p.
13. Kim H. et al. Peeling back the evolutionary layers of molecular mechanisms responsive to exercise-stress in the skeletal muscle of the racing horse. In: DNA research, 2013, vol. 20 (3), p. 287-98.
14. Mikulski T. et al. Effects of supplementation with branched chain amino acids and ornithine aspartate on plasma ammonia and central fatigue during exercise in healthy men. In: Folia neuropathologica, 2015, vol. 53 (4), p. 377-386.
15. Petry É. et al. L-glutamine supplementations enhance liver glutamine-glutathione axis and heat shock factor-1 expression in endurance-exercise trained rats. In: International journal of sport nutrition and exercise metabolism, 2015, vol. 25 (2), p. 188-197.
16. Poortmans J. et al. Protein turnover, amino acid requirements and recommendations for athletes and active populations. In: Braz J Med Biol Res, 2012, vol. 45, nr. 10, p. 875-890.
17. Powers S. et al. Reactive oxygen species: impact on skeletal muscle. In: Comprehensive Physiology, 2011, vol. 1 (2), p. 941-969.
18. Strasser B. et al. Effects of exhaustive aerobic exercise on tryptophan-kynurenine metabolism in trained athletes. In: PLoS one, 2016, vol. 11 (4), p. 1-10.