

БИОХИМИЧЕСКИЕ СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ, ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ И АМИНОКИСЛОТНОГО ОБМЕНА У ДЕТЕЙ С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ 12–15 ЛЕТ

А.С. Аминов
ЮУрГУ, г. Челябинск

Представлены сезонные колебания ферментативной активности подростков. Получены новые данные колебаний метаболического состояния в период экстремальных воздействий окружающей среды.

Экзогенные и эндогенные факторы, обуславливающие способность человека воспринимать время, впервые научно обосновал И.М. Сеченов. В частности, к эндогенным факторам исследователь отнес мышечные ощущения. Ритмичность географических изменений привела к возникновению биологических ритмов. В.П. Казначеев [2] отмечал, что производительность физического и умственного труда «во многом зависит от организации его ритма, от учета циклов жизнедеятельности, адаптационных возможностей человека».

Подростковый возраст (с 11–12 до 15–16 лет) характеризуется значительными нейрогуморальными перестройками и интенсивным развитием всех физиологических систем организма, ускорением роста, метаболическими изменениями. Критический период развития усугубляется различными экстремальными воздействиями. На фоне развития суставов, связок и всего скелета в 12–14 лет позвоночник теряет свою эластичность. Пубертатный период важен для развития мышечной, кардиореспираторной системы (КРС). У подростков возникают вегетативные расстройства, ослабляет роль коры, наблюдается высокая эмоциональ-

ность, снижение уровня физической и умственной работоспособности.

Обследовано в 2003–2005 гг. 32 подростка женской популяции. При этом 64,28 % обследуемых относились ко 2-й медицинской группе, а 35,72 % имели патологические сдвиги разной этиологии. После биохимической оценки состояния у подростков использовались оздоровительные технологии, включающие рефлексотерапию, функциональное питание и адекватную двигательную активность (ДА), и социальное благополучие.

Исследование проведено в октябре (I), январе (II), апреле (III) и июле (IV). Материалы подвергались математико-статистической обработке с помощью пакета программ SPSS-T2. Кроме ключевых параметров представлены эксцесс (ЭС) и асимметричность (АС), характеризующие нормативность-ненормативность распределения показателей. Уровень надежности 95 %.

Результаты исследования изменений ключевых значений метаболического состояния у девушек представлены в табл. 1.

Как следует из табл. 1, калорийность варьировала по сезонам года. Однако существенных раз-

Таблица 1

Сезонные изменения метаболизма девочек 12–15 лет

Статистики, № обследования	Килокалорий	Белок, мг %	Жиры, кДжг ⁻¹	Глюкоза, ммоль/л	Фруктоза, моль/л	Сахароза, ммоль/л	Сумма углеводов, у.е.	Глутамин, кмоль/л	Глицин, кмоль/л	Аланин, кмоль/л	Общее количество аминокислот, у.е.
I	2315,408	93,541	42,909	1,71	0,997	4,40	389,244	12237,70	1630,35	1473,61	61381,27
M±m	±26,726	±13,687	±4,195	±0,217	±6,08	±0,802	±28,725	±1064,22	±502,24	±280,298	±264,957
ЭС	0,06	1,621	1,485	-0,338	-1,783	2,982	-1,201	-0,703	-0,580	-0,202	-0,606
АС	0,768	1,241	1,563	0,625	0,271	1,933	0,221	0,602	0,960	0,829	0,987
II	2631,75	109,462	65,870	1,93	0,950	3,809	318,370	26531,273	2437,627	2614,62	80523,89
M±m	±192,623	±15,442	±6,025	±0,223	±0,007	±0,766	±21,060	±1141,99	±406,122	±317,063	±1267,420
ЭС	0,09	1,724	1,623	-0,952	-1,479	6,649	-0,996	-0,821	-0,601	-0,378	-0,602
АС	0,782	1,292	1,598	0,636	0,246	2,330	0,201	0,637	1,017	1,175	0,879
P1-2	> 0,05	> 0,05	< 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,01	> 0,05	< 0,05	< 0,01
III	2432,106	120,250	47,910	1,84	0,660	2,44	284,63	2067,12	3899,98	4495,78	94676,270
M±m	±109,72	±13,625	±5,821	±0,220	±0,07	±0,42	±19,23	±1949,22	±702,22	±602,32	±2074,290
ЭС		1,826	1,449	-0,947	-1,262	1,996	-0,906	-0,922	-0,730	-0,960	-0,607
АС		1,282	1,572	0,632	0,249	0,998	0,192	0,737	0,988	1,298	0,870
P2-3	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	< 0,05	> 0,05	> 0,05	< 0,05		< 0,01	> 0,05
IV	2593,712	170,252	26,543	2,62	1,18	4,85	473,910	2729,22	1254,23	1375,27	40773,85
M±m	±123,442	±14,662	±3,921	±0,247	±0,09	±0,801	±24,32	±862,33	±490,32	±272,63	±1324,65
ЭС	0,162	1,920	3,121	-0,962	-1,479	2,346	-1,209	-0,622	-0,490	-0,296	-0,502
АС	0,794	1,398	1,281	0,643	0,276	1,732	0,292	0,592	0,890	0,923	0,637
P3-4	> 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,001	< 0,05

личий не наблюдалось. Содержание белка постепенно возрастало по сезонам года и летом достоверно увеличивалось. Жировой компонент был достоверно самый высокий зимой, а самый низкий летом по сравнению с зимой ($P < 0,01$) и весной ($P < 0,05$). Содержание углеводов в летних условиях достоверно возрастало по сравнению с весенними ($P < 0,05-0,01$).

Белки, представляющие собой последовательную цепь одной или более аминокислот является основным структурным компонентом организма. Они функционируют в качестве ферментов и гормонов, а также составляют сократительный аппарат мышц. Несмотря на стабильность структуры, в организме постоянно протекают процессы синтеза и распада белков. Белки выполняют важные функции, являясь переносчиками глюкозы и холестерина.

Необходимо отметить, что в течение учебного года возрастало стресс-напряжение, и защита организма подростков от негативных воздействий связана со стресс-лимитирующими системами в механизмах развития общего адаптационного синдрома. Регуляция стрессорной реакции происходит посредством средств коррекции, буферных систем, антиоксидантов. Гиперметаболизм этих сдерживающих факторов предупреждает негативные последствия воздействия на клетки свободных радикалов, обладающих высокой реактоспособностью. Имеются неопределенности связанные в основном с разнообразием и сложностью реакций, в которых принимают участие аминокислоты, а также с участием многих факторов, влияющих на азотистый баланс целостного организма. Общее количество аминокислот последовательно увеличивалось до апреля и достоверно снижалось в июле ($P < 0,05$). Исходя из известного положения о соотношении между анаболическими реакциями, осуществляющими белковый синтез, и катаболическими процессами, контролирующими распад белков может быть нарушено воздействиями ряда факторов, одним из которых является двигательная активность [4]. К тому же повышение активности глюкагона должно стимулировать распад белков. Мышечная активность оказывает значительное влияние на скорость распада белков.

Итак, процессинг белков связан с перестройкой и модификацией молекул белка и нуклеиновой кислоты. Аминокислоты глутамин, аланин играют ключевую роль в регуляции концентрации аммиака в тканях, который потенциально токсичен, а также обеспечивает перенос азота между тканями, его транспорт в печень, где поступает в состав мочевины для экскреции почками. Увеличенная ДА летом вызывало повышение потребности организма в пищевых белках. Полупериод существования отдельных белков варьирует до нескольких недель. Это определяет скорость адаптации к условиям окружающей среды, в том числе к ДА. Белки функционируют в качестве ферментов,

гормонов, а также составляют сократительный аппарат мышц.

Липиды и углеводы являются основными питательными веществами, обеспечивающими энергетику сезонных и мышечных сокращений. Липидные запасы представлены преимущественно триацилглицеролом. Вначале они должны быть подвержены расщеплению до жирнокислотного и глицерольного компонентов. Это каскадный процесс липолиза. Глицерол плазмы крови может захватываться печенью и затем формироваться до глицерол-3 фосфата, который затем способен использоваться для образования триацилглицеролов. Основной запас липидов в организме сосредоточен в адипозной ткани, некоторое количество триацилглицерола также запасено в скелетных мышцах.

Регуляция метаболизма липидов под влиянием сезонных факторов, умственной и двигательной активности представлена в табл. 2. Как видно из табл. 2, суммарное количество липидов изменилось существенно повышаясь зимой по сравнению с осенними данными ($P < 0,01$). Затем последовательно снижалось весной и особенно в летних рекреациях ($P < 0,01$). Содержание триглицерола достоверно увеличивалось зимой ($P < 0,01$), а затем последовательно снижалось весной и летом ($P < 0,01-0,05$). Значения фосфолипидов последовательно возрастали от осени к зиме-весне ($P < 0,05$).

Аналогично возрастало количество холестерина до весны и затем снижалось в летних рекреациях. Значения насыщенных кислот последовательно возрастало от осени к зиме и весне на уровне тенденции, а затем существенно снижалось ($P < 0,05$). Значения мононенасыщенных кислот последовательно возрастало от осени к зиме, весной достоверно ($P < 0,05$). В летних рекреациях наблюдалось снижение значений ($P < 0,01$). Значения полиненасыщенных кислот последовательно достоверно увеличились от осени к зиме-весне ($P < 0,05$) и затем снижалось существенно ($P < 0,01$). Содержание молочной кислоты было в диапазоне нормы. Значения оксипрола существенно не изменялись, но имели тенденцию к снижению с октября по апрель. В летних рекреациях показатель увеличился статистически значимо ($P < 0,01$).

В современных исследованиях показано, что аэробная выносливость имеет в основе формирования работоспособности и наиболее емко влияет на формирование и укрепление здоровья [5]. Адаптация к физическим нагрузкам, направленным на развитие выносливости, сопровождается повышением способности мышц к окислению липидов.

Известно, что основной формой запаса липидов в организме является триацилглицеролы, значительная часть которых локализована в адипозной ткани, печени, мышцах и крови (в составе липопротеидов). Триацилглицеролы образуются в

результате последовательного присоединения 3-х молекул жирной кислоты к глицеролу. Мышцы не могут напрямую окислять триацилглицеролы. Вначале молекула триацилглицерола должна быть расщеплена на жирнокислотный и глицерольный компоненты в ходе процесса, называемого липолизом. Последний катализируется гормончувствительной липазой, обнаруживаемой в адипоцитах и мышечных волокнах. Липопротеинлипаза, присутствующая в эндотелии капилляров, расщепляет триацилглицеролы плазмы.

Незаменимые жирные кислоты имеют важное значение как предшественники лейкотриенов, простагландинов и тромбоксанов, функционирующих как «локальные гормоны» [1]. Выделяют незаме-

нимые, частично заменимые и условно заменимые аминокислоты. Аминокислоты представлены в табл. 3, 4: аланин, аргинин, оспаргин, гистидин, пролин, серин, тирозин, валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин.

Как видно из табл. 3, значения незаменимых кислот достоверно увеличивались зимой ($P < 0,05-0,01$). В весенних исследованиях значения 4-х аминокислот снижались, в 4-х остались без изменений по сравнению с зимними данными. В летних рекреациях по сравнению с весенними данными значения аминокислот снижались достоверно в 7 из 8 представленных ($P < 0,05-0,01$).

Из частично замененных аминокислот представлены аргинин, гистидин, а условно-заменяемые –

Таблица 2
Метаболическое состояние подростков с задержкой психического развития 12–15 лет

Этапы исследования, статистики	Сумма липидов, у.е.	Триглицерол, моль/л	Фосфолипиды, ммоль/л	Холестерол, ммоль/л	Насыщенные кислоты, ммоль/л	Мононенасыщенные кислоты, ммоль/л	Полиненасыщенные кислоты, ммоль/л	Молочная кислота, ммоль/л	Оксипрол, ммоль/л
I	41,913	27,0162	1,092	0,119	14,218	9,913±2,062	4,275	0,215	22,500
M±m	±4,248	±4,0367	±0,294	±0,05	±3,855		±0,5795	±0,07	±3,857
ЭС	1,697	2,216	-1,480	1,874	0,491	0,485	-1,157	0,239	-0,376
AS	1,622	1,706	0,506	1,784	1,381	1,285	0,618	0,057	0,271
II	65,340	59,572	2,07	0,327	20,340	12,126	5,97	0,890	19,83
M±m	±5,982	±7,036	±0,313	±0,08	±5,620	±2,142	±0,602	±0,09	±2,49
ЭС	1,702	2,320	-1,692	2,160	0,528	0,496	-1,163	0,432	-0,324
AS	1,638	1,804	0,616	1,832	1,396	1,302	0,228	0,092	0,242
P1-2	<0,01	<0,01		<0,05	>0,05	>0,05	<0,05	<0,01	>0,05
III	47,14	35,423	2,87	0,442	27,228	21,930	7,860	0,270	18,862
M±m	±4,523	±5,824	±1,082	±0,09	±5,962	±3,212	±0,616	±0,06	±2,43
ЭС	1,601	2,330	-1,712	2,216	0,582	0,602	-1,172	0,261	-0,307
AS	1,498	1,812	0,692	1,842	1,408	1,414	0,236	0,062	0,212
P2-3	<0,01	<0,01		>0,05	>0,05	<0,05	<0,05	<0,01	>0,05
IV	29,24	24,430	1,032	0,120	12,682	8,02	3,18	0,25	30,527
M±m	±3,48	±3,823	±0,226	±0,06	±3,208	±1,96	±0,324	±0,06	±24,62
ЭС	1,221	2,204	-1,080	1,779	0,390	0,422	-1,112	0,279	-0,406
AS	1,129	1,712	0,460	1,698	1,326	1,223	0,498	0,057	0,298
P3-4	<0,01	<0,05		<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	>0,05	<0,01

Таблица 3
Содержание аминокислот у подростков с задержкой психического развития 12–15 лет

Статистики, период исследования	Изолейцин, мкмоль/л	Лейцин, мкмоль/л	Лизин, мкмоль/л	Метионин, мкмоль/л	Треонин, мкмоль/л	Триптофан, мкмоль/л	Валин, мкмоль/л	Фенилаланин, мкмоль/л
I	3051,885	4916,84	254,325	1226,895	2209,782	673,696	3076,874	3139,191
M±m	±264,271	±24,968	±293,914	±221,293	±357,576	±80,345	±954,192	±309,196
ЭС	-0,510	-0,564	-0,527	-0,288	-0,463	-0,463	-0,606	-0,737
AS	1,020	1,033	1,181	1,213	1,123	1,123	1,001	0,852
II	4062,73	7727,32	4980,242	2173,05	3659,223	938,06	4703,252	4560,97
M±m	±286,224	±302,632	±362,012	±298,462	±362,942	±86,92	±266,224	±312,42
ЭС	-0,623	-0,602	-0,498	-0,302	-0,492	-0,402	-0,702	-0,787
AS	0,964	0,968	0,669	0,998	1,223	0,966	1,232	0,682
P1-2	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01
III	2877,66	6580,31	3933,910	1804,052	2997,552	853,242	4016,452	3446,442
M±m	±234,224	±296,423	±262,423	±228,423	±296,421	±78,623	±202,382	±0,297
ЭС	-0,442	-0,492	-0,480	-0,389	-0,376	-0,312	-0,660	-0,692
AS	0,860	0,663	0,542	0,776	0,842	0,723	1,119	0,580
P2-3	<0,01	<0,05	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	<0,01
IV	2843,93	3345,752	1907,962	1016,752	1794,130	512,482±	2610,032	2888,772
M±m	±226,342	±224,32	±198,962	±218,623	±212,622		±202,323	±0,226
ЭС	-0,334	-0,402	-0,320	-0,420	-0,272	-0,296	-0,380	-0,512
AS	0,460	0,349	0,332	0,669	0,342	0,329	0,668	0,420
P3-4	>0,05	<0,01	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Частично и условно заменимые аминокислоты

Статистики, период исследования	Аргинин, нмоль/л	Гистидин, нмоль/л	Цистеин, нмоль/л	Тироксин, нмоль/л
	Частично заменимые аминокислоты		Условно заменимые аминокислоты	
I	3209,593	1318,946	1242,263	1854,577
M±m	±399,192	±186,172	±146,537	±275,187
ЭS	-0,513	-0,624	-0,969	-0,527
AS	1,062	0,999	0,672	1,040
II	4386,328	1759,420	1391,640	2435,250
M±m	±392,422	±196,72	±176,423	±296,423
ЭS	-0,486	-0,532	-0,972	-0,498
AS	0,992	0,679	0,690	0,996
P1-2	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05
III	3237,242	1333,14	1409,95	2025,692
M±m	±302,42	±180,22	±162,452	±204,62
ЭS	-0,412	-0,523	-0,988	-0,397
AS	0,664	0,762	0,690	0,632
P2-3	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05
IV	2503,732	1121,510	1842,192	1105,95
M±m	±219,48	±168,92	±172,43	±260,32
ЭS	-0,396	-0,303	-0,992	-0,303
AS	0,542	0,398	0,702	0,540
P3-4	<0,05	>0,05	>0,05	<0,01

цистеин, тироксин (табл. 4). Как видно из табл. 4, сезонные биоритмы частично и условно заменимых аминокислот существенно изменялись в значениях аргинина по сезонам года и тироксина в весенне-летних исследованиях. В летних рекреациях снижалось количество жиров, стресс-напряжения и содержание частично и условно заменимых аминокислот,

влияющих на метаболизм жиров. Повышенная двигательная активность также приводила к уменьшению содержания аминокислот.

В заключение необходимо отметить, что исследования в области метаболизма аминокислот свидетельствуют о незначительных сдвигах данных в комплексных аспектах метаболизма. Стрессовые воздействия интегративного характера оказывают значительное воздействие на пул белков и их обращаемость. Следует сказать, что метаболизм аминокислот очень динамичен и может играть ключевую роль в гепатическом глюконеогенезе, а также в развитии периферического или центрального утомления [3].

Показано, что под влиянием стресс-напряжения аммиак поступает при дезаминировании АМФ в цикле пуриновых нуклеотидов. NH₃ может образовываться и в результате дезаминирования аминокислот, при окислении аминокислот с разветвленной цепью – изолейцина и валина, хотя последний источник сезонно не всегда изменяется существенно. Установлено увеличение концентрации большинства незаменимых аминокислот по сезонам года вследствие пролонгированного инте-

гративного стресс напряжения. Известно [8, 9], что аминокислоты с разветвленной цепью – лейцин, изолейцин и валин с трудом освобождаются из внутренних органов, а под воздействием ДА выход из мышц значительно возрастал. Это сопровождалось увеличением их внутримышечного пула. Возможно, что мышечные воздействия аэробного характера на выносливость оздоровительного спектра повышают общий пул аминокислот в организме. Можно полагать, что выход фенилаланина более выражен при мышечной активности, чем в покое [6, 7].

Вполне очевидно, что интегративные факторы такие как экологические, учебные, социально-психологические на фоне повышенной ДА активизируют аминокислотный обмен. Следует сказать об участии аминокислот в метаболизме жиров и углеводов. Стимулируемой ДА распад белков в печени детерминирует выход значительного количества аминокислот. В летних рекреациях такой физиологической необходимости в связи с резким снижением стресс-напряжения активации метаболизма аминокислот не возникло.

Литература

1. Биохимия человека: учебник в 2-х т. / Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес и др.; пер. с англ. – М.: Мир, 1993. – Т. 1. – 384 с.
2. Казначеев, В.П. Проблемы человековедения / В.П. Казначеев; под науч. ред. и послесловие А.И. Суббото. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1997. – 352 с.

3. *Метаболизм в процессе физической деятельности / под ред. М. Харгривса. – Киев: Олимпийская литература, 1998. – 286 с.*

4. Мохан, Р. *Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки / Р. Мохан, М. Глессон, Л. Гринхафф. – Киев: Олимпийская литература, 2001. – 294 с.*

5. Пирогова, Е.А. *Совершенствование физического состояния: монография / Е.А. Пирогова. – Киев: Здоровье, 1989. – 167 с.*

6. Dohm, G.L. *Effect of exercise on synthesis and degradation of muscle protein / G.L. Dohm, G.J.*

Kasperek, E.B. Tapscott et. al. // BiochemJ. – 1980. – № 188. – P. 255–262.

7. Felig, P. *Amino acid metabolism in exercising man / P. Felig, J. Wahren // J. Clin. Invest. – 1971. – № 50. – P. 2703–2714.*

8. Graham, T.E. *Influence of fatty acids on ammonia and amino acid flux from active human muscle / T.E. Graham, B. Kiens, M. Hargreaves et. al. // Am. J. Physiol. – 1991. – № 261. – P. 168–176.*

9. Maclean, D.A. *Plasma and muscle amino acid and ammonia responses during prolonged exercise in humans / D.A. Maclean, L.L. Spriet, E. Hultman et.al. // J. Appl. Physiol. – 1991. – № 70. – P. 2095–2103.*