

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2018

УДК 612.461.063:613.287

*Мазанова Н.Н.¹, Горелова Ю.Ж.³, Баканов М.И.², Васильева Е.М.², Летучая Т.А.³***ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АМИНОКИСЛОТНОГО СПЕКТРА МОЧИ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА «ФОРМУЛА РОСТА СТАНДАРТ»**¹Лаборатория молекулярной генетики и клеточной биологии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, 119991, г. Москва;²Лаборатория нейробиологии и фундаментальных основ развития мозга ФГАУ «НМИЦ здоровья детей»

Минздрава России, 119991, г. Москва;

³НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, 106064, г. Москва

♦ **Определение аминокислотного спектра в суточной моче важно для проведения ранней диагностики многих заболеваний и наследственных дефектов обмена, обусловленных аминокислотным состоянием организма пациента. Исследования суточной мочи позволяют избежать сложностей с транспортировкой и хранением биоматериала. Оценка результатов исследования позволила выявить недостаток питания у школьников, способствовала проведению коррекции питания ослабленных детей и в итоге улучшению физической и умственной деятельности школьников. Обследованные ослабленные дети не страдали той или иной формой патологии обмена веществ. Представленные изменения концентрации аминокислот в моче у школьников до приёма молочного продукта «Формула Роста Стандарт» и после приёма продемонстрировали современные возможности персонального подбора диетотерапии и улучшения качества жизни подростка.**

Ключевые слова: аминокислоты; дети с задержкой роста; моча; специализированный продукт «Формула Роста Стандарт».

Для цитирования: Мазанова Н.Н., Горелова Ю.Ж., Баканов М.И., Васильева Е.М., Летучая Т.А. Оценка состояния аминокислотного спектра мочи у детей и подростков под влиянием молочного продукта «Формула Роста Стандарт». *Российский медицинский журнал*. 2018; 24(5): 242-248. DOI <http://dx.doi.org/10.18821/0869-2106-2018-24-5-242-248>

Для корреспонденции: Мазанова Наталья Николаевна, научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики и клеточной биологии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» МЗ РФ. 119991, г. Москва, E-mail: mazanova@nczd.ru

*Mazanova N.N.¹, Gorelova Yu.Zh.³, Bakanov M.I.¹, Vasilyeva E.M.¹, Letuchay T.A.³***CHANGING THE AMINO ACID IN THE URINE OF CHILDREN OF CHILDREN AND ADOLESCENTS UNDER THE INFLUENCE OF MILK «FORMULA ROSTA STANDART»**¹⁻²Scientific Center of Children's Health, 119991, Moscow, Russian Federation³Research Institute of Hygiene and Health Protection of Children and Adolescents, 105064, Moscow, Russian Federation

♦ **Using the method of determining the amino acid spectrum in daily urine is important for conducting early diagnosis of many diseases and hereditary metabolic defects, reflecting the complete picture of the amino acid state in the patient's body. The study of 24-hour urine makes it possible to avoid difficulties with the transportation and storage of biomaterial. Evaluation of the results of the study made it possible to identify the lack of nutrition among schoolchildren, helped to adjust nutrition to weakened children and improve the physical and mental performance of schoolchildren. The examined weakened children did not suffer from this or that form of pathology of metabolism. The presented changes in the concentration of amino acids in the urine of schoolchildren before the reception of the dairy product "Formula Growth Standard" and after taking dairy products demonstrated the modern possibilities of personal selection of diet therapy and improving the quality of life of a teenager.**

Keywords: amino acids, children with growth retardation, urine, milk «Formula Growth Standart».

For citation: Mazanova N.N., Gorelova Yu.Zh., Bakanov M.I., Vasilyeva E.M., Letuchay T. A. Changing the amino acid in the urine of children of children and adolescents under the influence of milk «Formula Rosta Standart». *Rossiiskii meditsinskii zhurnal* (Medical Journal of the Russian Federation, Russian journal). 2018; 24(5): 242-248. (in Russ.) DOI <http://dx.doi.org/10.18821/0869-2106-2018-24-5-242-248>

For correspondence: Natalya N. Mazanova, researcher at the laboratory of molecular genetics and cell biology Scientific Center Children Health, 119991, Moscow, Russian Federation, E-mail: mazanova@nczd.ru

Information about authors:Mazanova N.N., <http://orcid.org/0000-0002-3473-2897>Gorelova Zh.Yu., <http://orcid.org/0000-0002-9787-4411>Bakanov M.I., <http://orcid.org/0000-0002-0053-8965>Vasilyeva E.M., <http://orcid.org/0000-0002-4712-8664>Letuchay T.A., <https://orcid.org/0000-0001-7831-6230>

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Received 15.09.18

Accepted 25.09.18

Введение

Любое молоко, особенно обогащённое питательными веществами, в частности «Формула Роста Стандарт», наряду с двадцатью основными аминокислотами (АК), содержит также витамины и микроэлементы. Молоко обеспечивает организм всеми питательными веществами, необходимыми для организма, и выполняет антиоксидантную защиту ребёнка. Витамины,

как известно, обладают иммуномодулирующими свойствами, а дефицит витаминов сказывается, особенно в пубертатном возрасте, на ослаблении иммунитета, относится к независимым факторам риска при многих заболеваниях [1,2].

Вместе с тем исследование аминокислотного состава биологических жидкостей, в частности мочи, может использоваться для оценки как физиологических, так и па-

тологических состояний у детей. Аминокислотный анализ в клиничко-лабораторной диагностике применяется для обнаружения нарушений обмена веществ в организме, поскольку даёт представление о количественном содержании свободных АК в суточной моче.

Незаменимые АК поступают в организм только с продуктами питания. Они не синтезируются организмом, но крайне необходимы для нормальной жизнедеятельности ребёнка. Особенно важно контролировать питание у школьников в пубертатном периоде, когда идёт формирование систем организма. При недостатке белка в пище у ребёнка появляется слабость, он становится вялым, плохо прибавляет в весе и росте, уменьшается его сопротивляемость инфекциям, снижается трудоспособность, что отражается на успеваемости в школе [3].

Недостаток в организме АК, особенно незаменимых, снижает умственную работоспособность, замедляет рост, развитие и гормональное созревание организма. Правильно организованное питание у детей школьного возраста поддерживает постоянные концентрации АК в период между приёмами пищи и играет важную роль в обмене веществ в организме.

Цель работы — исследовать содержание в суточной моче свободных АК; оценить содержание АК в моче после приёма молочного продукта «Формула Роста Стандарт» учащимися специализированной школы для

коррекции массы тела и профилактики алиментарной недостаточности.

Материал и методы

В исследовании принимали участие 44 школьника 12—13 лет, находившихся на обучении в школе № 1998 «Лукоморье» г. Москвы. В числе обследуемых были дети со сниженной массой тела. Обследуемых разделили на три группы: 1-ю составили 20 школьников с нормальной массой тела, получавших молочный продукт «Формула Роста Стандарт»; 2-ю — 10 детей с нормальной массой тела, не получавших молочный продукт «Формула Роста Стандарт»; 3-ю — 14 детей с дефицитом массы тела, которые были обследованы в динамике: до и спустя 1 мес после начала приёма молочного продукта «Формула Роста Стандарт»;

В 100 мл специализированного молочного продукта «Формула Роста Стандарт» содержится 4 г белка, 3,6 г жира, 12,9 г углеводов. Обогащён витаминами (А, группы В, С, РР, Е, Н, фолиевая кислота), витаминоподобными веществами (холин, карнитин и др.), макро- и микроэлементами (натрий, калий, кальций, фосфор, магний, железо, цинк, медь, марганец, молибден, селен, хром, йод, хлориды). Энергетическая ценность 100 ккал в 100 мл. Состав специализированного молочного продукта «Формула Роста Стандарт» и его особенности отражены в табл. 1.

Таблица 1

Состав витаминов, витаминоподобных веществ, макро-и микро- минералов молочного продукта «Формула Роста Стандарт»

Состав	На 100 мл продукта	Взаимосвязь компонентов молочного продукта с функциями организма
Витамин А, ретинол	56 мкг-экв	Принимает участие в обмене серосодержащих АК, в синтезе белка, липидов, поддерживает нормальное состояние кожи и эпителия слизистых. Входит в состав многих ферментов. С недостатком этого витамина связано нарушение обмена веществ, замедление роста, развитие ксерофтальмии
Витамин D, кальциферол	0,3 мкг	Участвует во всасывании ионов кальция и фосфатов в тонкой кишке; вместе с паратиреоидным гормоном (ПТГ) инициирует выход ионов кальция из костной ткани; способствует дифференцировке моноцитов и стимулирует иммунитет в плане выработки макрофагов; повышает минерализацию костного матрикса; косвенно тормозит секрецию ПТГ через повышение концентрации кальция в крови; усиливает реабсорбцию кальция в дистальных канальцах почек. Недостаток витамина ДД приводит к развитию остеопороза
Витамин Е, токоферол	0,8 мг	Оказывает выраженное антиоксидантное действие, особенно в мышцах; участвует в обмене белков, жиров, углеводов, минеральных солей. При недостатке в организме витамина Е миоциты мышц заменяются на коллаген, нарушается обмен минеральных веществ, особенно обмен кальция и фосфора
Витамин С, аскорбиновая кислота	4,4 мг	Принимает участие в регенерации тканей и регуляции свертываемости крови, в образовании коллагена, серотонина из триптофана, катехоламинов и в синтезе кортикостероидов, в иммуномодулировании (синтез интерферона), в метаболизме фенилаланина и тирозина; обладает антиоксидантными и антиагрегантными свойствами
Витамин В ₁ , тиамин	80 мкг	Недостаток тиамин приводит к нарушениям функций ЦНС и периферической нервной системы, к снижению условнорефлекторной деятельности; участвует в синтезе метионина
Витамин В ₂ , рибофлавин	90 мкг	Недостаток рибофлавина ведёт к нарушению обмена веществ в тканях и органах, образования ряда ферментов (оксидоредуктаз); способствует процессу превращения триптофана в ниацин (витамин РР)
Витамин РР, ниацин	1,0 мг	Необходим для обмена АК; нормализует уровень холестерина в крови, способствует снижению содержания триглицеридов. Недостаток ниацина восполняется реакциями обмена триптофана
Витамин В ₅ , пантотеновая кислота	490 мкг	Принимает участие в метаболизме углеводов, белков и жиров, пантотеновая кислота важна для репаративных процессов в тканях, она вовлечена в реакции, обеспечивающие энергией клетку; в структуре пантотеновой кислоты присутствует β-аланин
Витамин В ₆ , пиридоксин	120 мкг	Дефицит лейцина и валина в организме связан с недостатком витамина В ₆ ; производное витамина В ₆ — пиридоксальфосфат — кофактор трансаминаз и ряда других ключевых ферментов метаболизма, необходим в синтезе нейротрансмиттеров
Витамин В ₁₂ , цианкобаламин	0,2 мкг	Тесно связан с обменом фолиевой кислоты. Недостаток приводит к развитию различных форм анемий
Фолиевая кислота	19 мкг	В превращении серина и глицина главную роль играют ферменты, кофакторами которых служат производные фолиевой кислоты. Недостаток фолата приводит к развитию мегалобластной анемии

Окончание табл. 1

Состав	На 100 мл продукта	Взаимосвязь компонентов молочного продукта с функциями организма
Витамин Н, биотин	4,5 мкг	Это кофермент для энзимов, участвующих в синтезе жирных кислот, изолейцина и валина, а также в глюконеогенезе. Дефицит биотина приводит к алопеции, конъюнктивиту, чешуйчатому дерматиту, развитию неврологических симптомов – депрессии, апатии, галлюцинациям, онемению и покалыванию в конечностях
Холин	22 мг	Один из источников метильных групп (в частности, при биосинтезе метионина). При образовании глицина из серина холин используется как донатор метильных групп наряду с другими источниками этих соединений
Таурин	12,5 мг	Является аминокислотой; снимает раздражительность, тревожность, агрессивность, способствует развитию ЦНС у детей, уменьшает судорожную готовность, ретинопротектор, компенсирует сердечную недостаточность и аритмию
Карнитин	20 мг	Источник энергии для мышечной ткани, увеличивает использование жиров для выработки энергии и предотвращает отложение жира в организме, усиливает антиоксидантное действие, в частности витаминов С и Е. Недостаток карнитина ведёт к дистрофии, нарушению сознания, появлению боли в сердце, мышечной слабости. Оказывает анаболическое, антигипоксическое действие. Для синтеза карнитина необходимы метионин и глутаминовая кислота
Инозитол	23 мг	Участвует в синтезе белка, аминокислоты метионина (является для него поставщиком метильных групп), необходим для роста мышц и костной ткани, особенно в детском и подростковом возрасте. Дефицит инозитола приводит к ухудшению зрения, может стать причиной бесплодия
Натрий	78 мг	Калий и натрий с аминокислотами образуют в организме хелатные комплексы, которые хорошо растворимы. Ионы калия и натрия обеспечивают электрическую возбудимость нервных и мышечных клеток и являются движущей силой для активного транспорта аминокислот и сахаров
Калий	123 мг	Кальций с аминокислотами образует в организме хелатные комплексы, которые хорошо усваиваются из-за низкой молекулярной массы и не всегда при этом требуется витамин D для усвоения кальция организмом
Кальций	74 мг	
Фосфор	53 мг	Фосфор является основным структурным компонентом клеточных мембран, входит в состав всех белков и витаминов и участвует в развитии костной ткани; входит в состав ДНК и РНК, отвечающих за хранение генетической информации; участвует в образовании фосфосерина, который затем дефосфорилируется, образуя серин
Магний	22 мг	Участвует в накоплении энергии и в мембранном транспорте; является кофактором более 300 ферментов, в том числе дыхательных
Железо	0,8 мг	Железо и гистидин включены в структуру молекулы гемоглобина. Аминокислоты цистеин, гистидин, лизин способствуют усвоению железа.
Цинк	0,8 мг	Дефицит цинка приводит к нарушению синтеза белка, карликовости, анемии, задержке полового созревания. Экскреция цинка с мочой и желчью находится в зависимости от уровня цистеина и гистидина
Медь	100 мкг	Недостаток меди вызывает усиление перекисных процессов, нарушение транспорта АТФ. Медь необходима для мобилизации железа из тканевых депо. При дефиците меди повышается содержание холестерина, триглицеридов. Аминокислоты — глицин, гистидин, лизин — участвуют в регуляции поступления меди в клетки. Марганец имеет важное значение для нейрохимических процессов в ЦНС и в остеогенезе; необходим для нормальной секреции инсулина; взаимодействует с холином, а также с селеном — мощным антиоксидантом. Хлориды активно участвуют в поддержании и регуляции осмотического давления внутри клетки. Нарушение баланса хлора, натрия и калия провоцирует развитие заболеваний сердца, отклонения от нормы артериального давления. Хлор является одним из важных компонентов, поддерживающих кислотно-щелочной баланс организма на постоянном уровне; участвует в процессах пищеварения; активизирует пищеварительный фермент амилазу, расщепляющую сложные углеводы пищи; повышает аппетит, участвует в выработке желудочного сока. Соляная кислота желудка активирует фермент пепсин. С его участием происходит основное переваривание белковой пищи в желудке. Ионы хлора участвуют в регуляции передвижения жидкости в клетку и из неё, транспортировке некоторых ионов через клеточную мембрану, оптимизируют мембранный потенциал. Благодаря этим свойствам хлор активно участвует в переносе многих веществ внутрь клетки; выводит из организма токсины и шлаки; активизирует детоксикационную функцию печени
Марганец	100 мкг	
Хлориды	112,0 мг	
Йод	8,0 мг	
Хром	2,2 мкг	Хром играет определённую роль в липидном обмене, ускоряет процессы обмена углеводов, участвует в обмене нуклеиновых кислот
Молибден	3,8 мкг	Участвует в образовании ферментов, комплексов с белками и оксокомплексов; катализирует реакции, связанные с обменом сложных белков
Селен	3,8 мкг	Участвует в метаболизме белка и нуклеиновых кислот; входит в структуру активного центра — глутатионпероксидазы (селеноцистеин). Селенометионин — основной природный источник селена для организма человека. Витамин С и витамин Е способствуют лучшему усвоению селена. Недостаток селена приводит к нарушению клеточной целостности, нарушению метаболизма тиреоидных гормонов, усилению токсического действия тяжёлых металлов

У наблюдавшихся детей исследовали суточную мочу для оценки содержания свободных аминокислот. Собирали мочу по общепринятым правилам. Порцию мочи подкисляли сульфосалициловой кислотой (SSA) и оставляли в холодильнике на 1 ч для стабилизации аминокислот в образце. После этого её центрифугировали 10 мин при 3000 g в центрифуге с охлаждением фирмы Beckman Coulter (США). Супернатант разводили специальным буферным раствором (Германия) в соотношении 1:1. Готовую пробу — 1 мл — помещали в аминокислотный анализатор фирмы KNAUER (Германия). В автоматическом аминокислотном анализаторе после элюции пробы с буферными растворами происходит ионообменная реакция, далее АК взаимодействуют с нингидрином, при этом интенсивность окраски прямо пропорциональна количеству АК в данном образце, что регистрируется с помощью спектрометрического детектора фирмы KNAUER (Германия). Значения показателей АК в моче выражаются в ммоль/моль креатинина. Принцип метода основан на высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Результаты и обсуждение

При сравнении результатов исследования, полученных в 1-й и 2-й группах (табл. 2), установлено, что у подростков, получавших молочный продукт (1-я группа), экскреция с мочой ряда АК (аспарагиновая, глутаминовая, глутамин, аланин, валин, изолейцин, фенилаланин, гомоцистеин, аргинин), была относительно ниже таковой у детей, не получавших этот продукт. Можно полагать, что под влиянием микроэлементов и витаминов, входящих в состав молочного продукта, существенно улучшаются процессы усвоения указанных АК организмом. Данные ряда авторов подтверждают биодоступность витаминов из пищевых продуктов. В частности, есть сведения об использовании различных витаминных добавок, содержащих кальциферол. При этом указывается на роль транспортных соединений метаболитов с молочным белком казеином в повышении усвоения витаминов организмом [4–6].

Повышенная экскреция указанных АК у подростков, не получавших молочный продукт, может свидетельствовать о недостаточной их усвояемости организмом. У обследованных подростков была выявлена задержка роста, возможно, связанная также с дефицитом микроэлементов и витаминов. Известно, что валин является источником энергии для клеток мышц, он влияет на уровень серотонина в организме. Недостаток валина в организме ведёт к расстройству координации движений, гиперестезии [7, 8]. При малом содержании в организме изолейцина появляется сонливость, может снижаться уровень сахара в крови (гипогликемия). При дефиците изолейцина теряется мышечная масса, нарушаются функции почек и щитовидной железы. Глицин, наряду с участием во многих метаболических процессах, играет заметную роль при образовании соединительной ткани, и его дефицит может быть причиной нарушения структуры соединительной ткани. Известно, что он положительно влияет на деятельность нервной системы, при недостатке глицина появляется раздражительность, необоснованная тревога, повышенная возбудимость. Фенилаланин ускоряет выработку белка, способствует выводу продуктов метаболизма печенью и почками, контролирует скорость обмена веществ в организме и многие другие процессы. Эта АК является предшественником

в образовании заменимой АК — тирозина и принимает, таким образом, участие в синтезе гормонов щитовидной железы, что также важно в подростковый период. Как известно, тирозин является предшественником дофамина с дальнейшим превращением его в норадреналин, адреналин.

Роль глутаминовой кислоты в организме детей — образование ферментов для восстановления работоспособности утомлённых мышц и обмен веществ в мозге. Глутаминовая кислота обладает способностью связывать и обезвреживать аммиак, который является сильным ядом для нервной ткани. Значительное повышение экскреции у подростков 1-й группы, получавших молочный продукт, таких АК, как лейцин ($p < 0,01$) и гистидин ($p < 0,01$), скорее всего связано с насыщением организма АК под влиянием дополнительного приёма молочного продукта «Формула Роста Стандарт».

Во 2-й группе у школьников, не получавших молочный продукт, была снижена экскреция с мочой лейцина. Основное назначение лейцина — это строительство и рост мышечной ткани, образование белка в мышцах и печени, он препятствует разрушению белковых молекул и участвует в процессах получения энергии для организма. Недостаток лейцина может быть результатом плохого питания или нехватки витамина B₆ в организме. Снижение экскреции незаменимых АК лейцина и лизина у не получавших молочный продукт школьников может свидетельствовать о дефиците указанных АК. Известно, что для нормальной работы печени и кишечника в организме ребёнка должно быть более высокое содержание аланина, глутамин и метионина по сравнению с другими АК. В деятельности почек серин, аланин, глутамин, пролин и глицин играют большую роль, чем другие АК. Для функционирования мозга наиболее важными явля-

Таблица 2

Влияние приёма «Формула Роста Стандарт» на экскрецию с суточной мочой АК (M ± m)

Аминокислоты, ммоль/моль креатинина	1-я группа (n = 20)	2-я группа (n = 10)	p
Аспарагиновая кислота	0,5 ± 0,2	1,02 ± 0,1	< 0,05
Треонин	10,8 ± 0,8	9,1 ± 0,9	-
Серин	24,5 ± 4,0	23,0 ± 1,5	-
Глутаминовая кислота	5,5 ± 0,8	6,7 ± 0,3	-
Глутамин	144,0 ± 13,8	158,2 ± 10,2	-
Аланин	16,7 ± 1,9	19,8 ± 1,9	-
Валин	3,4 ± 0,4	4,1 ± 0,3	-
Цистеин	4,4 ± 0,7	4,6 ± 0,4	-
Метионин	2,5 ± 0,3	1,9 ± 0,2	-
Изолейцин	2,8 ± 0,5	4,6 ± 0,4	< 0,05
Лейцин	6,6 ± 0,9	2,8 ± 0,1	< 0,01
Тирозин	9,9 ± 0,9	11,1 ± 1,4	-
Фенилаланин	5,5 ± 0,4	6,8 ± 0,3	< 0,05
Гомоцистеин	1,0 ± 0,4	3,5 ± 1,6	-
Триптофан	4,8 ± 0,4	5,8 ± 0,5	-
Орнитин	2,5 ± 0,4	2,8 ± 0,4	-
Лизин	15,8 ± 3,3	7,6 ± 1,3	< 0,01
Гистидин	103,7 ± 24,8	48,9 ± 6,9	< 0,05
Аргинин	119,3 ± 31,0	161,5 ± 29,0	< 0,05
Глицин	77,4 ± 11,2	68,0 ± 14,0	-

Таблица 3
Динамика ренальной экскреции незаменимых АК на фоне приёма молочного продукта «Формула Роста Стандарт»

Аминокислоты незаменимые, ммоль/моль креатинина	До приёма ($M \pm m$)	После приёма ($M \pm m$)	<i>p</i>
Метионин	$3,6 \pm 0,5$	$2,0 \pm 0,2$	$< 0,01$
Лейцин	$7,9 \pm 0,8$	$3,7 \pm 0,4$	$< 0,05$
Лизин	$13,4 \pm 3,4$	$8,1 \pm 0,9$	$< 0,05$
Гистидин	$99,9 \pm 20,4$	$54,4 \pm 6,8$	$< 0,05$
Изолейцин	$1,9 \pm 0,3$	$5,5 \pm 0,8$	$< 0,05$
Треонин	$18,6 \pm 2,9$	$12,5 \pm 0,96$	$< 0,05$
Фенилаланин	$6,6 \pm 0,8$	$6,5 \pm 0,5$	—
Валин	$3,6 \pm 0,34$	$3,8 \pm 0,3$	—
Аргинин	$114,7 \pm 21$	$129,5 \pm 23,8$	—
Триптофан	$5,7 \pm 0,5$	$6,7 \pm 0,8$	—

ются незаменимые АК — триптофан, валин, фенилаланин и заменимые АК — тирозин, глицин. Достаточное количество поступающего в организм белка имеет существенное значение для преодоления детьми физических и психологических нагрузок, а также для обеспечения их стрессоустойчивости. В Российской Федерации, согласно методическим рекомендациям «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», для детей с рождения до 18 лет суточная профилактическая доза белка составляет от 2,9 г на 1 кг массы тела — 87 г/сут [9, 10].

Можно полагать, что под влиянием микроэлементов и витаминов, входящих в состав молочного продукта, существенно улучшаются процессы усвоения АК организмом. Кроме того, повышенное выделение АК с мочой может быть следствием нарушения синтеза белков в результате отсутствия (или недостатка) каких-либо АК, в то время как для оптимального синтеза белка необходимы все АК.

В 3-ю группу включены 14 подростков с дефицитом массы тела. В этой группе проводили исследования экскреции АК с мочой до и спустя 1 мес после начала приёма молочного продукта «Формула Роста Стандарт». Установлено, что включение в рацион детей молочного продукта «Формула Роста Стандарт» приводило к определённым изменениям экскреции АК, особенно это касалось незаменимых АК (табл. 3).

Через месяц после приёма продукта отмечено достоверное повышение усвояемости (снижение экскреции) незаменимых АК: метионина, лейцина, треонина, лизина и гистидина. Метионин, как известно, помогает интенсивно растущему организму извлекать энергию из жиров и вместе с треонином обеспечивает нормальную липотропную функцию печени. Треонин принимает также участие в синтезе АК серина и глицина, играет роль в образовании коллагена и эластина, поддерживает работу печени, сердца, нервной и иммунной систем. Лейцин, кроме того, препятствует снижению уровня серотонина, в результате чего организм меньше подвержен усталости. Метионин и лейцин необходимы для формирования костной ткани и интенсификации роста у детей и подростков. Таким образом, относительное снижение экскреции лейцина и метионина с мочой следует отнести к весьма благоприятным сдвигам этого показа-

теля, что особенно важно у детей с дефицитом массы тела. Как было указано, выявлено снижение экскреции с мочой незаменимой АК гистидина. Это может свидетельствовать о лучшем усвоении организмом данной АК. Гистидин является исходным веществом при синтезе в организме таких важных веществ, как гистамин и пептиды мышц, в частности карнозин. Гистидин нормализует липидный состав крови, стимулирует секрецию желудочного сока. Особенно важна роль гистидина в синтезе гемоглобина, красных и белых кровяных телец, он является одним из важных регуляторов свертывания крови. Отмечено незначительное повышение экскреции с мочой аргинина после приёма продукта, аргинин должен постоянно поступать в организм ребёнка с пищей, он участвует в организации генетического материала в ядрах клеток и ускоряет синтез гормона роста и других гормонов. Он также даёт выраженный психотропный эффект. Аргинин способствует улучшению настроения и повышению двигательной активности детей. Он участвует в цикле азотистого и белкового обмена, синтезе мочевины и, следовательно, выведении из организма сильного яда — аммиака. При недостатке аргинина в питании детей у них замедляется половое созревание, ухудшается память, снижается иммунитет. Дефицит аргинина может даже способствовать развитию сахарного диабета 2-го типа.

По нашим данным, повысилась также экскреция незаменимой АК изолейцина, что можно рассматривать как положительный признак. Это может свидетельствовать о достаточном поступлении изолейцина в организм. Изолейцин препятствует сонливости и общей вялости. Организм детей и подростков в период гормонального созревания и сложной перестройки всех функций и систем особенно нуждается в обеспечении АК. С этим можно связать оптимальный уровень изолейцина, стабилизирующего уровень сахара в крови, что способствует, наряду с другими факторами, работоспособности мозга и, таким образом, имеет значение для оптимизации учебного процесса школьников [11, 12]. У детей отмечалась тенденция к повышению умственной деятельности, улучшению настроения, активному посещению школы и участию в дополнительных образовательных занятиях, проводимых в школе. В данной группе обследованных не отмечено изменений в экскреции с мочой таких незаменимых АК, как триптофан, фенилаланин, валин.

У детей этой группы обнаружены изменения в экскреции и заменимых АК, через 1 мес после начала приёма молочного продукта «Формула Роста Стандарт» снизилась экскреция с мочой таких АК, как серин, глутаминовая кислота, аланин, цистеин, тирозин, глицин, что может свидетельствовать об их лучшей усвояемости. Одновременно незначительно повысилась экскреция с мочой заменимой АК — аспарагиновой и незаменимой АК — валина. Это может указывать на достаточное поступление данных АК в организм школьников (табл. 4).

Как видно из табл. 4, в результате приёма в течение месяца молочного продукта «Формула Роста Стандарт» снизилась экскреция с мочой заменимых АК — глицина и карнозина. Отмечено повышение экскреции с мочой аспарагиновой кислоты (до приёма молочного продукта определялись лишь следы этой АК в моче). Этот факт косвенно свидетельствует о ликвидации дефицита данной АК в организме. Известно, что аспарагиновая кислота является нейромедиатором, она необходима для

нормальной работы головного мозга, особенно у детей в период обучения и усвоения учебного материала. Другой особенностью аспарагиновой кислоты является её способность повышать проницаемость клеточных мембран для ионов калия и магния. Аспарагиновая кислота как бы «протаскивает» калий и магний внутрь клетки. В результате повышается физическая выносливость и работоспособность организма. Особенно благоприятно аспарагиновая кислота воздействует на сердечную мышцу, что повышает выносливость организма в целом. Роль глутаминовой кислоты в организме связана с обменными процессами, а также с восстановлением работоспособности утомлённых мышц [13]. Глутамат – нейромедиаторная кислота, относящаяся к классу «возбуждающих аминокислот», она участвует в образовании ГАМК. В данной группе детей изменений в остальных исследованных АК не выявлено.

Одновременно исследовали психофизиологическое состояние школьников с помощью теста САН. Тест САН включает в себя три показателя: самочувствие, активность и настроение. Тест проводился перед началом исследования, через неделю, на 14-й и 28-й дни приёма продукта. Результаты теста свидетельствуют о положительной динамике всех показателей САН после приёма молочного продукта. Большинство детей трёх исследованных групп имели положительную динамику — 73%. Небольшое снижение функционального состояния отмечено у 27 % школьников. Все дети в группах охотно принимали изучаемый продукт. У 85% детей отмечено хорошее отношение к продукту, они пили его с удовольствием, и только у 15% детей отношение удовлетворительное [14,15]. Побочных и аллергических реакций на молочный продукт «Формула Роста Стандарт» не выявлено.

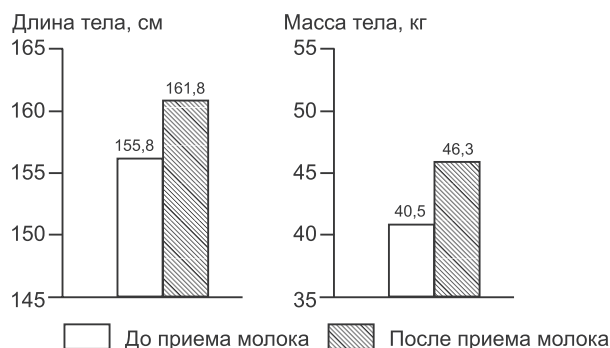


Рис. 1. Изменение длины и массы тела у школьников в 3-й группе с дефицитом массы тела в динамике на фоне приёма молочного продукта «Формула Роста Стандарт».

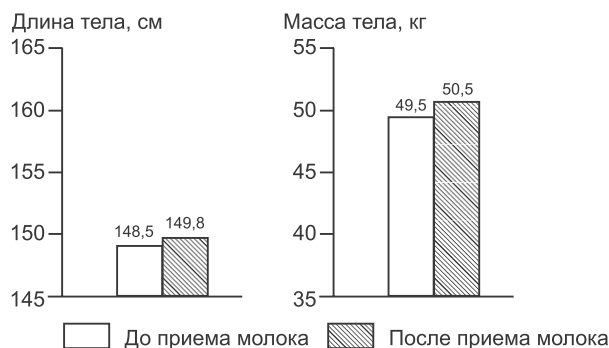


Рис. 2. Изменение длины и массы тела у школьников с нормальной массой тела в динамике.

Таблица 4

Влияние приёма молочного продукта «Формула Роста Стандарт» на экскрецию с мочой заменимых АК

Аминокислоты заменимые, ммоль/моль креатинина	До приёма (M ± m)	После приёма (M ± m)	p
Глицин	107,8 ± 16,6	68,3 ± 7,2	< 0,05
Карнозин	12,9 ± 1,2	9,4 ± 0,8	< 0,05
Аспарагиновая кислота	0,1 ± 0,0	1,6 ± 0,3	< 0,01
Глутамин	233,4 ± 27,3	184,6 ± 17,6	< 0,05
Серин	33,5 ± 4,8	32,9 ± 1,9	
Глутаминовая кислота	7,07 ± 1,33	8,8 ± 1,3	–
Аланин	24,0 ± 3,2	18,5 ± 1,8	–
Цистеин	5,3 ± 0,7	4,6 ± 0,4	–
Тирозин	16,4 ± 1,8	14 ± 1,4	–
Орнитин	1,9 ± 0,2	2,6 ± 0,3	–

Как показали наши исследования, поступление в организм в составе специализированного молочного продукта «Формула Роста Стандарт» аминокислот в сочетании с минералами, витаминами и витаминоподобными веществами привело к увеличению роста ($p \leq 0,01$) и массы тела ($p \leq 0,01$) у обследованных детей (рис. 1). Дети с нормальной массой тела, которые не принимали молочный продукт, выросли и поправились, но достоверность различий не выявлена (рис. 2).

Закключение

Результаты исследований свидетельствуют о том, что приём школьниками молочного продукта «Формула Роста Стандарт», содержащего сбалансированный состав белков, жиров и углеводов, а также минералы, витамины и витаминоподобные вещества, способствует лучшему усвоению АК, особенно незаменимых, которые положительно влияют на развитие детей: их рост и масса тела увеличились. Применение специализированного молочного продукта в качестве дополнительного питания к основному рациону школьников является эффективным способом коррекции массы тела и роста. При этом устраняется недостаток белка в организме, а следовательно, обеспечивается нормальная его жизнедеятельность, работоспособность, сопротивляемость к инфекциям в период активного роста. Безусловно, все это позитивно отражается на успеваемости и активности школьников в учебном процессе.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ходжиева М.В., Скворцова В.А., Боровик Т.Э., Намазова-Баранова Л.С., Маргиева Т.В., Бушуева Т.В. и др. Оценка физического развития детей младшего школьного возраста (7-10 лет). Результаты Когортного исследования. *Педиатрическая фармакология*. 2016; 13(4): 362-6.
2. Баранов А.А., Л.А.Щеплягина. *Проблемы подросткового возраста* (избранные главы), Российская академия медицинских наук, Союз педиатров, Центр информации и обучения. 2003.
3. Горелова Ж.Ю., Баканов М.И., Летучая Т.А., Мазанова Н.Н., Плац-Колдобенко А.Н. *Фармакотерапия и диетология в педиатрии*. Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Белгород, 26-27 сентября 2014 г.). Белгород: БелГУ, 2014; 48-50.

4. Holick M.F., Cachman Quaraichi 2017. The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment and prevention. *Rev Endocr Metab Disord.* 2017; 18(2) : 153-165.
5. Van der Berg H. Bioavailability of vitamin D. *Eur J Clin Nutr.* 1997; 51(Suppl) 1: 76-9.
6. Wagner D., Sidhom G., Whiting S.J., Rousseau D., Vieth R. The bioavailability of vitamin D from fortified cheeses and supplements is equivalent in adults. *J Nutr.* 2008; 138: 1365-71.
7. Ершов Ю.А., Попков В.А., Берлянд А.С., Книжник А.З., Михайличенко М.И. *Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов.* Учебник для мед. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1993.
8. Зайчик А.Ш., Чурилов Л.П. *Основы патохимии.* гл. 5. Патофизиология белкового обмена. 53-103; СПб.: ЭЛБИ; 2000.
9. Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Скоблина Н.А. и др. Современные тенденции практической конференции «Циркумполярная медицина: влияние факторов окружающей среды на формирование здоровья человека». Архангельск: 2011.
10. *Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации.* Методические рекомендации. МР 2.3.1.24.32-08.
11. Боровик Т.Э., Бушуева Т.В., Вознесенская Т.С., Захарова И.Н., Звонкова Н.Г., Кутафина Е.К., и др. *Клиническая диетология детского возраста.* Руководство для врачей. М.: 2015. (2-е издание, переработанное и дополненное).
12. Боровик Т.Э., Ладодо К.С., Скворцова В.А., Семенова Н.Н., Кутафина Е.К., Степанова Т.Н. и др. *Специализированные продукты питания для детей с различной патологией.* М.: 2015. (издание пятое, переработанное и дополненное).
13. Баранов А.А., Тутельян В.А., Белоусова Т.В., Булатова Е.М., Бушуева Т.В., Грибакин С.Г. и др. Национальная программа оптимизации питания детей в возрасте от 1 года до 3 лет в Российской Федерации (Извлечения). *Заместитель Главного Врача.* 2016; 4(119): 102-32.
14. Баканов М.И. Основные биохимические показатели крови и мочи у здоровых детей. В кн.: *Физиология роста и развития детей и подростков* (теоретические и клинические вопросы). ред. А.А.Баранов, Л.А. Щеплягина. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2006; 2.
15. Мазанова Н.Н., Горелова Ж.Ю., Баканов М.И., Летучая Т.А., Плац-Колдобенко А.Н. Исследования по использованию специализированного продукта у школьников. *Спектрометрические методы анализа в науке и технике.* 2014; 97-100.
3. Gorelova Zh.Yu., Bakanov M.I., Letuchay T.A., Mazanova N.N., Platz Koldobenko-A.N. *Pharmacotherapy and Dietetics in Pediatrics.* Proceedings of the scientific-practical conference with international participation (Belgorod, September 26-27): 2014; 48-50; Belgorod: BSU, 2014. (in Russian)
4. Holick M.F., Cachman Quaraichi 2017. The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment and prevention. *Rev Endocr Metab Disord.* 2017; 18(2) : 153-165.
5. Van der Berg H. Bioavailability of vitamin D. *Eur J Clin Nutr.* 1997; 51(Suppl) 1: 76-9.
6. Wagner D., Sidhom G., Whiting S.J., Rousseau D., Vieth R. The bioavailability of vitamin D from fortified cheeses and supplements is equivalent in adults. *J Nutr.* 2008; 138: 1365-71.
7. Ershov Y.A., Popkov V.A., Berlyand A.S., Bookman A.Z., Mickle M.I. *General chemistry. Biophysical Chemistry. Chemistry of nutrients.* Proc. for honey. specialist. universities. Moscow: Vysshaya shkola, 1993. (in Russian).
8. Zaichik A.S., Churilov L.P. *Fundamentals patohimii.* Chapter 5. Pathophysiology of protein metabolism. St. Petersburg: ELBI, 2000; 53-103. (in Russian)
9. Kuchma V.R., Sukharev L.M., Skoblina N.A., and others. Modern trends of physical development of the Moscow school. Proceedings of the International scientific and practical conference "Circumpolar medicine: the impact of environmental factors on the formation of human health." Arkhangelsk: 2011. (in Russian)
10. *Norms of physiological needs in energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation.* Methodical recommendations of the MP. (in Russian) 2.3.1.24.32-08.
11. Borovik T.E., Busuyeva T.V., Voznesenskaya T.S., Zakharova I.N., Zvonkova N.G., Kutafina E.K. et al. *Clinical Dietology of Childhood.* Manual for doctors M.: 2015. (2nd edition, revised and enlarged). (in Russian)
12. Borovik T.E., Ladod K.S., Skvortsova V.A., Semenova N.N., Kutafina E.K., Stepanova T.N. *Specialized foods for children with various pathologies.* M, 2015. (fifth edition, revised and enlarged). (in Russian)
13. Baranov A.A., Tutelyan V.A., Belousova T.V., Bulatova E.M., Bushueva T.V., Gribakin S.G. The National Program for Optimizing the Nutrition of Children aged 1 to 3 years in the Russian Federation (Extracts). *Zamestitel' glavnogo vracha.* 2016; 4 (119): 102-32.(in Russian)
14. Bakanov M.I. Basic biochemical parameters of blood and urine of healthy children. In the book : *Physiology of growth and development of children and adolescents*(theoretical and clinical issues). Ed. A.A.Baranov, L.A.Scheplyagina. M.: GEOTAR-Media; 2006; 2. (in Russian) ISBN 5-9704-0179-X.
15. Mazanova N.N., Gorelova Zh.Yu., Bakanov M.I., Letuchay T.A., Platz- Koldobenko A.N. Research on the use of a specialized product in schoolchildren. *Spectrometric methods of analysis in science and technology.* 2014; 97-100. (in Russian)

REFERENCES

Поступила 15.09.18
Принята к печати 25.09.18