

Особенности обмена аминокислот у юных спортсменов

А.А. Биктимирова¹, Н.В. Рылова¹, В.С. Сухоруков²

¹ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет им. С.В. Курашова» Минздрава РФ;

²ОСП «Научно-исследовательский клинический институт педиатрии им. академика Ю.Е. Вельтищева» ГФБОУ ВО РНИМУ им. Н. И Пирогова Минздрава России, Москва, Россия

Specific features of amino acid metabolism in young athletes

A.A. Biktimirova¹, N.V. Rylova¹, V.S. Sukhorukov²

¹S.V. Kurashov Kazan State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation;

²Academician Yu.E. Veltishchev Research Clinical Institute of Pediatrics, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

Изучение содержания аминокислот и карнитина в крови позволит прогнозировать состояние работоспособности у юных спортсменов. Цель исследования: определение содержания аминокислот в крови юных спортсменов и установление наличия корреляции с уровнем карнитина. В исследуемую группу вошли 94 спортсмена с разным видом физической активности, а также дети из контрольной группы. Исследование проводилось методом жидкостной tandemной хромато-масс-спектрометрии после забора образца капиллярной крови. В результате анализа полученных образцов было получено содержание 12 аминокислот, определены различия в зависимости от вида физической нагрузки и пола. Определен вклад двух аминокислот в дисперсию содержания связанного карнитина. Вклад уровня метионина составил 51,1%, фенилаланина — 47,8%. Таким образом, изучение содержания аминокислот, уровня карнитина и их взаимосвязи позволяет прогнозировать работоспособность юных спортсменов, что особенно важно для профилактики ухудшения состояния их здоровья и снижения работоспособности.

Ключевые слова: дети, юные спортсмены, обмен карнитина, аминокислоты, метионин, фенилаланин.

Для цитирования: Биктимирова А.А., Рылова Н.В., Сухоруков В.С. Особенности обмена аминокислот у юных спортсменов. Рос вестн перинатол и педиатр 2016; 61: 5: 183–186. DOI: 10.21508/1027-4065-2016-61-5-183-186

The study of the blood levels of amino acids and carnitine will be able to predict the performance efficiency of young athletes. Objective: to determine blood amino acid concentrations in young athletes and to establish whether they are correlated with the level of carnitine. The study group included 94 athletes with different types of physical activity, as well as children from the control group. The study was conducted by liquid chromatography-tandem mass spectrometry after capillary blood sampling. An analysis of the obtained samples determined the levels of 12 amino acids and identified differences in relation to the type of exercise and gender. The contribution of two amino acids to the variance of the level of bound carnitine was estimated. The contribution of the levels of methionine and phenylalanine was 51.1 and 47.8%, respectively. Thus, the study of the content of amino acids, the level of carnitine, and their relationship can predict the performance efficiency of young athletes, which is especially important to prevent their worse health and lower performance.

Keywords: children, young athletes, carnitine metabolism, amino acids, methionine, phenylalanine

For citation: Biktimirova A.A., Rylova N.V., Sukhorukov V.S. Specific features of amino acid metabolism in young athletes. Ros Vestn Perinatol i Pediatr 2016; 61: 5: 183–186 (in Russ). DOI: 10.21508/1027-4065-2016-61-5-183-186

Современный спорт высоких достижений основывается на правильном построении тренировочного и соревновательного процессов, изучении резервов организма, возможности использования фармакологических средств для восстановления его ресурсов и совершенствования процессов адаптации к физической нагрузке. Подробное изучение содержания веществ, влияющих на спортивные

показатели, является актуальной задачей при организации медико-биологического обеспечения детско-юношеского спорта [1]. Спортивная медицина в качестве клинической дисциплины уделяет особое внимание оценке функционального состояния спортсмена — тренированности [2, 3]. Решение этой задачи помогает врачу, тренеру и самому атлету наметить наиболее рациональные пути совершенствования спортивного мастерства, достижения наилучших результатов и сохранения здоровья.

Медицинское сопровождение детско-юношеского спорта составляет особый раздел спортивной медицины. Изучение содержания веществ, участвующих в энергетическом обеспечении мышечной деятельности, является актуальной задачей [2]. Карнитин — вещество, которое необходимо для поддержания метаболических процессов в клетке и сохранности тканей. Большинство клеток организма обладает способностью синтезировать эндогенный карнитин в течение всей жизни [5]. Карнитин

© Волгина С.Я., 2016

Адрес для корреспонденции: Биктимирова Алина Азатовна — к.м.н., ассистент кафедры профилактической медицины и экологии человека ФПК и Казанского государственного медицинского университета МЗ РФ им. С.В. Курашова

Рылова Наталья Викторовна — д.м.н., профессор кафедры госпитальной педиатрии с курсами ПП и Казанского государственного медицинского университета МЗ РФ им. С.В. Курашова

420012 Казань, ул. Бутлерова, д. 49

Сухоруков Владимир Сергеевич — д.м.н. профессор, зав лабораторией молекулярной и биохимической диагностики Научно-исследовательского клинического института педиатрии им. академика Ю.Е. Вельтищева

125412 Москва, ул. Талдомская д. 2

поступает с пищей или синтезируется из незаменимых аминокислот лизина и метионина [4, 6]. Поэтому наличие корреляции между содержанием карнитина и определенных аминокислот может играть важную роль при изучении работоспособности и восстановительных процессов у юных спортсменов.

Аминокислоты также принимают участие в метаболических процессах. Большую часть аминокислот организм синтезирует из других аминокислот. Но существуют 9 незаменимых аминокислот, которые должны поступать извне.

Аминокислоты как заменимые, так и незаменимые участвуют в энергетическом обмене клетки, в процессе глюконеогенеза. Из аланина, цистеина, глицина образуется пируват. Фенилаланин окисляется в тирозин, вступающий в многочисленные реакции в различных тканях. В результате этих превращений он не только распадается до конечных продуктов, но и дает промежуточные метаболиты, из которых образуется ряд важных соединений; некоторые из них являются биологически активными веществами, в частности фумарат, участвующий в цикле Кребса. Глутаминовая кислота служит регулятором окислительно-восстановительных реакций в организме, помимо этого она является субстратом для биосинтеза аминокислоты орнитина путем ее переаминирования. Орнитин способствует секреции гормона роста, что стимулирует процесс сжигания жировой ткани. Проведены исследования, в ходе которых выяснено, что систематический прием 1 г орнитина и 1 г аргинина в сутки в течение 5 нед в сочетании с интенсивной физической нагрузкой приводит к приросту мышечной массы и снижению содержания жировой массы тела.

Аргинин — условно заменимая аминокислота, которая принимает участие в синтезе креатина. Аргинин образуется в ходе синтеза мочевины в печени из карбоамидфосфата при участии аспарагиновой кислоты и орнитина, таким образом, состоит в прямой корреляционной зависимости с этими двумя аминокислотами. В составе белков аргинин, как полярная положительно заряженная аминокислота, участвует в образовании ионных связей и в формировании гидратной оболочки белков. Аргинин является одним из ключевых метаболитов в процессах азотистого обмена. Имеются данные, что во время интенсивных физических нагрузок, стрессов, травм аргинин перестает синтезироваться и возникает необходимость поступления его извне. В то же время отмечается, что у детей и подростков уровень синтеза аргинина часто недостаточен. Считается, что L-изомер цитруллина способствует выработке организмом аргинина. В спортивном питании L-цитруллин используется для выведения молочной кислоты и аммиака, а также для восстановления запасов АТФ и креатинфосфата после тренировок.

Аминокислота глицин также участвует в синтезе

креатина, который в свою очередь подвергается фосфорилированию с участием АТФ до образования креатинфосфата. Незаменимые аминокислоты с разветвленной углеродной цепью — лейцин, изолейцин, валин, в отличие от других, метаболизируются не в печени, а в мышцах, поэтому считаются основным энергетическим субстратом для мышц. Кроме того, они препятствуют снижению уровня серотонина и являются одним из главных источников для синтеза тканей тела [3, 6]. Таким образом, изучение содержания аминокислот и карнитина в крови позволит прогнозировать состояние работоспособности у юных спортсменов.

Цель исследования: определение содержания аминокислот в крови юных спортсменов и установление корреляции с уровнем карнитина.

Характеристика детей и методы исследования

В исследование вошли 94 юных спортсмена в возрасте 12–18 лет. Дети были разделены на две группы в зависимости от вида физической нагрузки — 46 представителей циклического (плавание) и 48 представителей игрового вида спорта (хоккей на траве). Для формирования контрольной группы были обследованы ученики общеобразовательных школ, не занимающиеся интенсивными физическими упражнениями. Для исследования уровня аминокислот и особенностей карнитинового обмена был использован метод жидкостной tandemной хромато-масс-спектрометрии. Преимуществом данной методики является малоинвазивность и возможность анализа большого количества образцов. Материалом для исследования послужил образец капиллярной крови, который наносится на специальную фильтровальную бумагу.

Результаты и обсуждение

Результаты определения содержания аминокислот в крови юных спортсменов приведены в табл. 1. Достоверность различий представленных данных отмечена во всех группах, за исключением уровня цитруллина, метионина и тирозина.

Среди всех незаменимых аминокислот при изучении работоспособности особое значение имеет метионин в связи со своим положительным влиянием на липидный обмен (оказывает липотропное действие), а также в связи с тем, что это вещество является субстратом для эндогенного синтеза карнитина. Проведена оценка содержания данной аминокислоты в зависимости от вида физической активности и пола юных спортсменов (табл. 2). Возрастные нормы данного вещества находятся в пределах 6–37 мкмоль/л. В группе девочек-хоккеисток уровень метионина варьировал от 4,51 до 10,91 мкмоль/л, среднее значение $6,7 \pm 0,4$ мкмоль/л, в том числе у 6 (31,6%) девочек уровень метионина оказался ниже нормальных значений. У данной группы спортсменок уровень

Таблица 1. Содержание аминокислот (в мкмоль/л) в исследуемых группах

Аминокислота	Хоккей на траве	Плавание	Контрольная группа
Аланин	385,4±11,4	343,4±13,8	325,3±11,6
Аргинин	20,8±1,4	23,3±1,8	13,7±2,9
Аспарагиновая кислота	130,1±3,3	103,4±3,9	126,0±5,5
Цитруллин	31,1±1,3	30,3±0,9	29,4±1,4
Глутаминовая кислота	285,5±8,7	307,8±7,1	329,2±8,3
Глицин	270,4±10,5	205,4±6,3	262,3±18,6
Метионин	13,7±1,1	14,4±1,0	11,7±0,6
Орнитин	102,2±5,2	64,3±3,8	83,4±5,5
Фенилаланин	56,0±2,6	47,9±2,0	43,2±1,4
Тирозин	65,3±2,8	67,3±2,8	60,8±2,7
Валин	136,6±4,5	155,6±5,1	136,6±5,1
Лейцин/изолейцин	130,9±4,9	147,1±6,5	108,5±3,7

Таблица 2. Сравнение уровня метионина (в мкмоль/л) в зависимости от вида физической активности и пола обследуемых, min-max ($M \pm m$)

Вид спорта	Пол		p
	мужской	женский	
Хоккей на траве	11,3-50,3 (18,2±1,3)	4,5-10,9 (6,7±0,4)	<0,01
Плавание	4,0-29,5 (15,9±1,3)	4,0-19,0 (11,3±1,2)	<0,05
Контрольная группа	6,0-11,7 (8,1±0,9)	9,5-17,7 (12,9±0,5)	<0,01

карнитина также оказался низким. У мальчиков, занимающихся хоккеем на траве, максимальное значение метионина достигало 50,3 мкмоль/л, что существенно превышает норму. Средний показатель метионина в этой группе составил 18,2±1,3 мкмоль/л. Таким образом, уровень метионина в группе занимающихся хоккеем на траве мальчиков по сравнению с девочками был статистически значимо выше ($p < 0,01$).

У девочек, занимающихся плаванием, уровень метионина составил от 4,0 до 18,8 мкмоль/л, в среднем 11,3±1,2 мкмоль/л. В этой группе у 2 (13,3%) девочек отмечен сниженный показатель данной аминокислоты. У мальчиков-пловцов уровень метионина варьировал между 4,0 и 27,6 мкмоль/л. У одного (3,2%) пловца содержание метионина было ниже нормы. Среднее значение показателя в данной подгруппе составило 15,9±1,3 мкмоль/л. Различия в содержании данной аминокислоты между мальчиками и девочками, занимающимися плаванием, достоверны при $p < 0,05$.

В контрольной группе у девочек средний уровень метионина составил 12,9±0,5 мкмоль/л, у мальчиков — 8,1±0,9 мкмоль/л. Величина показателя у обследуемых была в пределах референсных значений. Статистическая значимость различий в содержании метионина отмечена при $p < 0,01$.

На следующем этапе нами была исследована зависимость содержания связанного карнитина от содержания аминокислот. Статистически значимыми оказались корреляционные связи с двумя аминокислотами — метионином и фенилаланином. Для первой из них была получена следующая регрессионная модель:

$$Y_{\text{ак}} = 9,37 + 0,47 \cdot X_{\text{мет}},$$

где $Y_{\text{ак}}$ — содержание связанного карнитина (мкмоль/л); $X_{\text{мет}}$ — содержание метионина (мкмоль/л).

Полученная регрессионная модель характеризуется положительным значением коэффициента корреляции $r=0,71$, что по шкале Чеддока соответствует высокой тесноте связи между показателями. Вклад уровня метионина в дисперсию содержания связанного карнитина составляет 51,1%. Наблюдаемая зависимость статистически значима при $p < 0,001$.

Зависимость содержания связанного карнитина от содержания фенилаланина в крови может быть описана формулой:

$$Y_{\text{ак}} = 9,37 + 0,47 \cdot X_{\text{фен}},$$

где $Y_{\text{ак}}$ — содержание связанного карнитина (мкмоль/л); $X_{\text{фен}}$ — содержание фенилаланина (мкмоль/л).

Коэффициент корреляции, характеризующий данную связь, составил 0,69, что по шкале Чеддока соответствует заметной тесноте связи между

показателями. Вклад уровня фенилаланина в дисперсию содержания связанного карнитина составляет 47,8%. Статистическая значимость корреляционной связи соответствует $p < 0,001$.

Таким образом, изучение содержания аминокислот позволяет прогнозировать работоспособность, которая тесно связана с содержанием карнитина

в крови. Наибольший вклад в синтез эндогенного карнитина вносят две аминокислоты — метионин и фенилаланин. Это доказано составлением математических моделей и корреляцией между указанными аминокислотами и карнитином. Следует отметить, что в исследуемых группах спортсменов уровень метионина был статистически значимо выше.

(Конфликт интересов не представлен)

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Никитюк Д.Б., Коростелева М.М., Волкова Л.Ю. Анатомо-физиологические и метаболические особенности организма юных спортсменов. Вопросы питания 2013; 82: 6: 31–40 (Nikitjuk D.B., Korosteleva M.M., Volkova L.Yu. Anatomical, physiological and metabolic characteristics of the organism of young athletes. Voprosy pitaniya 2013; 82: 6: 31–40. (in Russ))
2. Биктимирова А.А., Рылова Н.В., Золкина И.В. и др. Особенности карнитинового обмена у юных спортсменов. Рос вестн перинатол и педиатр 2015; 2: 105–107. (Biktimirova A.A., Rilova N.V., Zolkina I.V. et al. Features of carnitine metabolism in young athletes. Ros Vestn Perinatol I Pediatr 2015; 2: 105–107. (in Russ))
3. Спортивная медицина. Национальное руководство. Под ред. С.П. Миронова, Б.А. Поляева, Г.А. Макаровой. М: ГЭОТАР-Медиа, 2013; 1184. (Sports Medicine. National leadership. S.P. Mironov, B.A. Polyayeva, G.A. Makarova (eds). Moscow: GEOTAR-Media, 2013; 1184. (in Russ))
4. Сухоруков В.С., Золкина И.В., Мамедов И.С. и др. Оценка показателей карнитинового и аминокислотного обмена у детей с врожденными пороками сердца. Лабораторная диагностика 2015; 1: 16–19 (Sukhorukov V.S., Zolkina I.V., Mamedov I.S. et al. Assessment of indicators of carnitine and amino acid metabolism in children with congenital heart disease. Laboratornaya diagnostika 2015; 1: 16–19. (in Russ))
5. Bagetta V., Barone I., Ghiglier V. Acetyl-L-Carnitine selectively prevents post-ischemic LTP via a possible action on mitochondrial energy metabolism. Neuropharmacology 2008; 55: 2: 223–229.
6. Orer G.E., Guzel N.A. The effects of acute L-carnitine supplementation on endurance performance of athletes. J Strength Cond Res 2014; 28: 2: 514–519.

Поступила 22.07.2016

Received on 2016.07.22