

# Использование метаболических комплексов в процессе подготовки спортсменов высокой квалификации

Ирина Земцова, Заур Мусаханов

## АННОТАЦИЯ

**Цель исследования.** Изучить влияние метаболических комплексов на биохимические показатели крови спортсменов для обоснования программы повышения специальной работоспособности.

**Методы.** В исследовании приняли участие 18 спортсменов высокой квалификации, которые были разделены на три группы: контрольная, первая экспериментальная (использование аминокислоты — предшественника глутатиона), вторая экспериментальная (использование аминокислоты — предшественника креатина). **Результаты.** Исследование влияния комплексов аминокислот — предшественников креатина и глутатиона — на показатели метаболизма в крови спортсменов высокого класса свидетельствует о специфичности их воздействия.

Метаболический комплекс, содержащий предшественники глутатиона, оказал положительное воздействие на кислородтранспортную функцию крови, проявил выраженное мембранопротекторное действие и повысил экономичность выполнения спортсменами комплекса тестирующих нагрузок. Комплекс предшественников креатина оказал более выраженное влияние на показатель максимальной гликолитической мощности, чем в группе спортсменов, использовавших предшественники глутатиона.

**Заключение.** В зависимости от решаемых педагогических задач целесообразно использовать в тренировочном процессе аминокислоты — предшественники глутатиона для повышения выносливости спортсменов высокого класса, а предшественники креатина — для повышения скоростно-силовых качеств.

**Ключевые слова:** аминокислоты, биохимические показатели крови, метаболические комплексы.

## ABSTRACT

**Objective.** To study the influence of metabolic complexes on the biochemical blood indices in athletes to justify programmes improving the special performance.

**Methods.** The study involved 18 highly qualified athletes, who were divided into three groups: control, first experimental (glutathione precursor amino acids was administered), second experimental (creatine precursor amino acids was administered).

**Results.** The study of the influence of the complexes of amino acids, creatine and glutathione precursors, on metabolic indices of blood in high-class athletes indicates the specificity of their impact.

Metabolic complex containing glutathione precursor positively affected on blood oxygen transport function, had marked membrane protective action and increased the efficiency of a set of exercise tests. Complex of creatine precursors had more substantial effect on maximal glycolytic power than in the group of athletes who used glutathione precursor.

**Conclusion.** Depending on the pedagogical tasks to perform it is appropriate to administer during the training process amino acids, glutathione precursors, to improve endurance, and creatine precursors to increase speed-strength qualities.

**Keywords:** amino acids, biochemical blood indices, metabolic complexes.

П

**Постановка проблемы.** В процессе спортивной подготовки спортсменов стало сложно обходиться только традиционными педагогическими методами тренировки. Именно поэтому актуальным является поиск дополнительных средств повышения физической работоспособности, изучение влияния комплексов аминокислот на совершенствование отдельных сторон специальной выносливости спортсменов высокого класса. Практическое применение таких методов способно составить конкуренцию допинговым препаратам и позволяет добиться высоких спортивных результатов.

Фармакологические средства и диетические добавки (ДД) занимают центральное место среди внутренировочных средств повышения физической работоспособности и ускорения процессов восстановления. Они предназначены для воздействия на отдельные звенья метаболизма, а также на функциональные системы организма в целом. Технологии исследования таких средств тренировки могут быть использованы для повышения спортивной работоспособности за относительно короткий срок и должны обеспечивать повышение эффективности тренировочного процесса, уменьшение риска перенапряжений, получения травм и возникновения заболеваний.

Повышение работоспособности и скорости восстановительных процессов после больших физических напряжений может быть достигнуто путем расширения возможностей метаболических циклов с помощью некоторых низкомолекулярных метаболитов и стимуляторов различных звеньев обмена веществ, среди которых определенного внимания заслуживают низкомолекулярные серосодержащие метаболиты и их аналоги, способные реактивировать сульфгидрильные (тиоловые) группы ферментов и белковых структур, активность которых значительно может снижаться при напряженной мышечной деятельности [4, 11].

По механизму действия тиоловые соединения следует отнести к средствам, близким к естественным метаболитам, способствующим поддержанию гомеостаза организма

и расширению его потенциальных возможностей в приспособительных реакциях, и в частности, при напряженной мышечной деятельности [13].

В свете современных данных становится все более очевидной ведущая роль тиоловых соединений в функционировании антиоксидантной системы. Благоприятное влияние тиоловых соединений на мышечную работоспособность в значительной степени можно объяснить и способностью препятствовать разобщению процессов окисления и фосфорилирования в митохондриях миокарда, вызываемого длительными физическими нагрузками, и тем самым повышать возможности окислительного ресинтеза аденозинтрифосфата (АТФ) [4, 10].

Согласно ранее полученным данным [11, 14], применение низкомолекулярных тиоловых соединений перед значительными физическими нагрузками может предупредить окисление эндогенных сульфгидрильных групп ферментов и белков, замедлить снижение работоспособности спортсменов.

В ряде экспериментальных исследований [3, 5—7, 12] было отмечено положительное влияние тиолсодержащих соединений на адаптивные реакции организма в ответ на физическую нагрузку в отдельных видах спорта. Однако на сегодня в литературных источниках результаты исследований по применению тиолсодержащих комплексов при занятиях единоборствами не представлены.

Исследуемые нами комплексы аминокислот предположительно должны были повлиять на показатели состояния обмена веществ у спортсменов, занимающихся разными видами единоборств. Учитывая то, что энергообеспечение спортивной деятельности дзюдоистов носит смешанный характер (анаэробно-аэробный), проанализированы показатели крови, характеризующие аэробные и анаэробные возможности организма, а также показатели, которые прямо или косвенно характеризуют состояние антиоксидантной системы организма.

**Цель исследования** — изучить влияние комплексов аминокислот — пред-

шественников глутатиона и креатина — на биохимические показатели крови спортсменов для обоснования программы повышения специальной работоспособности.

**Методы и организация исследования.** Исследования проводили с участием дзюдоистов высокой квалификации, полученные результаты могут быть использованы в процессе подготовки спортсменов, специализирующихся в других видах единоборств.

В исследовании приняли участие 24 спортсмена высокой квалификации, специализирующихся в дзюдо (спортивная квалификация КМС—МСМК, возраст 18—24 года), находящихся на этапе непосредственной подготовки к соревнованиям. Спортсмены были разделены на три группы: *контрольная* ( $n = 8$ ), которая в качестве плацебо использовала глюконат кальция, *первая экспериментальная* ( $n = 8$ ), которая применяла комплекс, состоящий из ацетилцистеина (АСС), глицина и глутаминовой кислоты (комплекс 1) и *вторая экспериментальная* ( $n = 8$ ), которая использовала метионин, аргинин и глицин (комплекс 2). На фоне регулярных тренировочных занятий спортсмены экспериментальных групп в течение трех недель использовали комплексы аминокислот с учетом рекомендуемых доз потребления каждого компонента.

Перед основным исследованием и после приема комплексов аминокислот в состоянии покоя и после выполнения специальных тестирующих нагрузок в крови спортсменов определяли содержание гемоглобина (Hb), лактата (La), эритроцитов (RBC), малонового диальдегида (МДА), активность каталазы

(Кат), креатинфосфокиназы (СК), перекисный гемолиз эритроцитов (ПГЭ). Для определения содержания гемоглобина, эритроцитов, активности креатинфосфокиназы использовали готовые наборы реактивов и фотометр LP-420 фирмы «Dr.Lange» (Германия). Содержание в плазме крови МДА определяли по модифицированному методу Клебанова [2], ПГЭ — колориметрическим методом [1] на спектрофотометре HL-303 (Япония).

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием стандартных компьютерных программ.

**Результаты исследования и их обсуждение.** После трехнедельного применения комплексов аминокислот получены следующие результаты (табл. 1): в первой экспериментальной группе в состоянии покоя под влиянием приема комплекса 1 отмечали повышение содержания гемоглобина крови и количества в ней эритроцитов и соответственно кислородной емкости. Полученные данные могут быть обусловлены повышением резистентности (устойчивости) эритроцитов, вызванной компонентами используемого нами комплекса, в частности, АСС. Одним из опосредованных эффектов этого соединения является способность повышать содержание восстановленной формы глутатиона, локализованной, в основном, в эритроцитах, которая обладает выраженным мембранопротекторным действием на эритроцитарные мембраны. Следствием повышения их резистентности может быть увеличение содержания эритроцитов и гемоглобина.

В крови спортсменов второй экспериментальной группы наблюдали иные изменения, обусловленные, по-видимому,

качественным различием используемых комплексов аминокислот. В частности, комплекс 2, включающий предшественники креатина, не оказал существенного влияния на содержание гемоглобина в крови и на количество в ней эритроцитов.

Под влиянием приема комплекса аминокислот отмечено еще одно положительное явление: снижение у спортсменов первой экспериментальной группы активности СК, являющейся тканевым маркерным ферментом, повышение активности которого свидетельствует о разрушении мышечной ткани и выходе фермента в кровь, что указывает на незавершенность процессов восстановления после тренировочных занятий. Обнаруженное нами снижение активности этого фермента указывает на меньшую степень разрушения мембран мышечной ткани под влиянием приема метаболического комплекса 1, включающего предшественники глутатиона, чем под влиянием комплекса 2, состоящего из предшественников креатина. В крови спортсменов второй экспериментальной группы активность СК существенно не изменялась, что указывает на отсутствие у метаболического комплекса 2 мембранопротекторного действия.

Исследование влияния комплексов аминокислот на основной механизм энергообеспечения — анаэробный гликолиз — показало, что в состоянии покоя содержание лактата в крови спортсменов как группы, использовавшей плацебо, так и у спортсменов экспериментальных групп существенно не различалось. Тем не менее, метаболическая реакция на серию тестирующих нагрузок, используемых дзюдоистами высокого класса, являющаяся показателем максимальной гликолитической мощности, отличалась довольно существенно: была обнаружена меньшая метаболическая реакция на тестирующие нагрузки в группе спортсменов, применявших первый метаболический комплекс и значительно более выраженная у использовавших второй метаболический комплекс. Полученные данные могут быть обусловлены экономизацией энерготрат у спортсменов первой экспериментальной группы, по-видимому, обусловленной большим включением аэробных механизмов энергообеспечения, отвечающих за выносливость. Значительное повышение содержания лактата — показателя максимальной гликолитической мощности — в ответ на серию тестирующих нагрузок во второй экс-

ТАБЛИЦА 1 — Показатели метаболизма в крови спортсменов, использовавших комплексы аминокислот

| Группа                              | Показатель                    |                                  |                                                  |                               |            |
|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------|------------|
|                                     | Гемоглобин, г·л <sup>-1</sup> | Эритроциты, млн·мл <sup>-1</sup> | Активность креатинфосфокиназы, U·л <sup>-1</sup> | Лактат, ммоль·л <sup>-1</sup> |            |
|                                     |                               |                                  |                                                  | покой                         | нагрузка   |
| Контрольная, до приема после приема | 149,8 ± 3,9                   | 4,4 ± 0,18                       | 87,4 ± 2,5                                       | 1,7 ± 0,1                     | 6,1 ± 0,5  |
|                                     | 150,7 ± 4,5                   | 4,5 ± 0,17                       | 89,6 ± 4,5                                       | 1,8 ± 0,2                     | 6,8 ± 0,8  |
| Первая, до приема после приема      | 152,1 ± 2,3                   | 4,53 ± 0,07                      | 85,5 ± 2,3                                       | 2,0 ± 0,2                     | 6,0 ± 0,3  |
|                                     | 158,6 ± 1,7*                  | 5,04 ± 0,06 *                    | 78,6 ± 2,0 *                                     | 2,1 ± 0,1                     | 8,1 ± 0,2* |
| Вторая, до приема после приема      | 155,0 ± 6,6                   | 4,75 ± 0,18                      | 88,1 ± 3,1                                       | 1,5 ± 0,3                     | 5,9 ± 0,4  |
|                                     | 150,0 ± 4,9                   | 4,70 ± 0,13                      | 85,1 ± 2,9                                       | 1,7 ± 0,2                     | 9,8 ± 0,1* |

Примечание. \*Различия достоверны ( $p < 0,05$ ) относительно исходных данных

ТАБЛИЦА 2 – Показатели крови, характеризующие состояние антиоксидантной системы организма под влиянием приема комплексов аминокислот

| Группа                              | Показатель                                  |                                                    |                |                                   |               |
|-------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------|---------------|
|                                     | Малоновый диальдегид, нмоль·л <sup>-1</sup> | Антиоксидантная способность крови, % ингибирования |                | Перекисный гемолиз эритроцитов, % |               |
|                                     | покой                                       | покой                                              | нагрузка       | покой                             | нагрузка      |
| Контрольная, до приема после приема | 4,90 ± 1,24                                 | 8,60 ± 2,12                                        | 8,11 ± 2,25    | 3,5 ± 0,95                        | 5,0 ± 0,82    |
|                                     | 5,12 ± 1,32                                 | 7,11 ± 1,98                                        | 7,85 ± 1,95    | 3,12 ± 0,80                       | 4,1 ± 0,90    |
| Первая, до приема после приема      | 5,90 ± 1,73                                 | 8,62 ± 1,25                                        | 8,25 ± 1,50    | 2,87 ± 0,32                       | 5,65 ± 0,45   |
|                                     | 5,45 ± 1,52                                 | 7,90 ± 1,12                                        | 25,30 ± 3,46 * | 2,72 ± 0,25                       | 2,65 ± 0,15 * |
| Вторая, до приема после приема      | 4,95 ± 1,61                                 | 7,52 ± 1,61                                        | 9,02 ± 1,62    | 3,60 ± 0,65                       | 5,12 ± 0,32   |
|                                     | 4,82 ± 1,51                                 | 6,95 ± 2,0                                         | 8,51 ± 1,95    | 4,24 ± 0,72                       | 5,15 ± 0,55   |

Примечание. \*Различия достоверны (p<0,05) относительно исходных данных

периментальной группе, использовавшей предшественники креатина, обеспечивает большую интенсивность мышечной деятельности и, следовательно, стимулирует проявление скоростно-силовых качеств. Из полученных нами данных следует, что влияние на обмен веществ используемых метаболических комплексов специфично и стимулирует развитие разных двигательных качеств в процессе тренировочной деятельности квалифицированных дзюдоистов. Предположительно подобное влияние могут оказывать данные комплексы на метаболизм спортсменов, специализирующихся в других видах единоборств.

Поскольку одной из предполагаемых основных «мишеней» воздействия используемых нами комплексов аминокислот является антиоксидантная (АО) система организма, исследовано содержание в крови МДА — одного из интегральных показателей прооксидантно-антиоксидантного равновесия (табл. 2). Обнаружено отсутствие каких-либо достоверных изменений содержания этого показателя под влиянием используемого нами метаболического комплекса 1, что указывает на оптимальный баланс про- и антиоксидантного равновесия. Тем не менее, отмечено существенное повышение АО способности крови после выполнения комплекса специальных тестирующих нагрузок в первой экспериментальной группе спортсменов, применявших метаболический комплекс предшественников глутатиона, выявленное по способности крови ингибировать накопление МДА в системе желточных липопротеидов (ЖЛП). В контрольной группе спортсменов, использовавших плацебо, и у спортсменов второй экспериментальной группы, использовавших

комплекс 2, изменение ингибирования накопления МДА не отмечено.

Одной из основных причин обнаруженного нами повышения АО способности крови после воздействия комплекса тестирующих нагрузок у спортсменов первой экспериментальной группы, использовавших комплекс, состоящий из АСС, глицина и глутаминовой кислоты, может быть перераспределение антиоксидантов между органами и тканями при воздействии физических нагрузок, о котором сообщали в своих исследованиях некоторые ученые [8, 9].

Оценка состояния перекисного гемолиза эритроцитов (ПГЭ) в крови спортсменов показала отсутствие изменений в контрольной группе, существенное снижение его под влиянием серии тестирующих нагрузок в первой группе, а также отсутствие изменений во второй экспериментальной группе спортсменов. Обнаруженный факт снижения гемолиза эритроцитов может свидетельствовать о повышении их резистентности, обусловленной стабилизацией эритроцитарных мембран, следствием чего является повышение содержания гемоглобина в крови под влиянием комплекса 1, содержащего предшественники глутатиона.

#### Выводы.

1. В процессе подготовки спортсменов высокой квалификации наряду со специфическими могут быть использованы дополнительные средства и, в частности, комплексы аминокислот, целенаправленно регулирующие обмен веществ.

2. Комплекс аминокислот, включающий предшественники глутатиона (ацетилцистеин, глицин и глутаминовую кислоту), оказал положительное воздействие на кислород-

транспортную функцию крови, проявил выраженное мембранопротекторное действие и повысил экономичность выполнения комплекса специальных тестирующих нагрузок, выполняемых спортсменами высокой квалификации.

3. Комплекс аминокислот — предшественников креатина, содержащий метионин, аргинин и глицин, оказал более выраженное влияние на показатель максимальной гликолитической мощности, чем в группе спортсменов, использовавших комплекс предшественников глутатиона. Следствием обнаруженного явления может быть стимуляция скоростно-силовых качеств спортсменов.

4. Комплекс аминокислот — предшественников глутатиона — способствовал повышению антиоксидантной способности крови и повышению перекисной резистентности эритроцитов. Предшественники креатина существенного влияния на показатели антиоксидантной системы не оказали.

5. Учитывая специфичность воздействия на процессы метаболизма комплексов, содержащих аминокислоты, в зависимости от решаемых педагогических задач, целесообразно использовать в тренировочном процессе комплекс аминокислот — предшественников глутатиона — для повышения выносливости спортсменов высокого класса, а комплекс аминокислот — предшественников креатина — для повышения скоростно-силовых качеств.

6. Исследуемые комплексы аминокислот могут быть также использованы для коррекции метаболизма в процессе тренировочной деятельности у спортсменов других специализаций (скоростно-силовые виды спорта).

## Литература

1. Земцова І. І. Практикум з біохімії спорту: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів спорт. профілю / І. І. Земцова, С. А. Олійник. — К.: Олімп. л-ра, 2010. — 184 с.
2. Клебанов Г. И. Оценка антиокислительной активности плазмы крови с применением желточных липопротеидов / Г. И. Клебанов, И. В. Бабенкова, Ю. О. Теселкин // Лаборатор. дело. — 1998. — № 5. — С. 68—75.
3. Лысенко Е. Н. Влияние альфа-липоевой кислоты на функциональное состояние кардиореспираторной системы и уровень физической работоспособности спортсменов высокого класса / Е. Н. Лысенко, А. Г. Яценко // Физ. воспитание студентов. — 2003. — № 6. — С. 95—104.
4. Мусаханов З. А. Використання тиолових сполук для корекції спеціальної працездатності спортсменів / З. А. Мусаханов // Спорт. вісник Придніпров'я. — № 3. — 2011. — С. 33—36.
5. Смутьский В. Л. Динамика содержания тиоловых групп в крови животных и человека при мышечной деятельности / В. Л. Смутьский // Всесоюз. науч. конф. «Функциональные резервы и адаптация». — К., 1990. — С. 204—205.
6. Станкевич Л. Г. Повышение эффективности тренировочной деятельности спортсменов с помощью использования комплекса антиоксидантов: дис. ... канд. наук по физ. воспитанию и спорту: 24.00.01 / Л. Г. Станкевич. — К., 2007. — 199 с.
7. Atalay M. Glutathione-dependent modulation of exhausting exercise-induced changes in neutrophils function of rats / M. Atalay, P. Marnila // J. Appl. Physiol. — 1996. — № 74. — P. 35—40.
8. Dufaux B. Blood glutathione status following distance running / B. Dufaux, O. Heine // Int. J. Sports Med. — 1997. — № 18. — P. 89—93.
9. Ji L. L. Glutathione and antioxidant enzymes in skeletal muscle effects of fiber type and exercise intensity / L. L. Ji, R. Fu, E. W. Mitchell // J. Appl. Physiol. — 1992. — N 73. — P. 121—127.
10. Ji L. L. Glutathione depletion in rested and exercised mice: biochemical consequence and adaptation / L. L. Ji, C. Leeuwenburgh // Arch. Biochem. Biophys. — 1995. — P. 941—949.
11. Jocelyn P. C. Biochemistry of the SH group / P. C. Jocelyn. — L. — N. Y., 1972. — P. 55—60.
12. Karlsson Y. Antioxidants and Exercise / Y. Karlsson // Human Kinetics. — 1997. — P. 209—214.
13. Lands L. C. Effect of supplementation with a cysteine donor on muscular performance / L. C. Lands, V. I. Grey, A. A. Smountas // J. Appl. Physiol. 1999. — N 87. — P. 131—135.
14. Stromme S. B. The effects of exercise on serum total antioxidant activity and the influence of training in humans / S. B. Stromme, K. E. Flaim // Abstr. Sci. Meet. Physiol. Soc. J. Physiol. Proceed. — 2008. — P. 144—150.

Національний університет фізического виховання і спорту України, Київ  
 irina\_zem@ukr.net  
 infiz@i.ua

## References

1. Zemtsova I. I. Workshop on Biochemistry sports / I. I. Zemtsova, S. A. Oliinik // Guidebook for students of high schools specializing in sport. — Kyiv: Olympic Literature, 2010. — 184 p.
2. Klebanov G. I. Evaluation of antioxidant activity of blood plasma using yolk lipoproteins / G. I. Klebanov, I. V. Babenkova, J. O. Teselkin // Laboratornoe delo. — 1998. — N 5. — P. 68—75.
3. Lysenko E. N. Effect of alpha-lipoic acid on the functional state of the cardiorespiratory system and the level of physical performance of athletes of high class / E. N. Lysenko, A. G. Yashchenko // Physical education of students. — 2003. — N 6. — P. 95—104.
4. Musahanov Z. A. Application of thiols to correct special performance in athletes / Z. A. Musahanov // Sportyvnyi visnyk Pridniprov'ia. — N 3. — 2011. — P. 33—36.
5. Smulsky V. L. Dynamics of thiol groups in the blood of animals and humans during muscular activity / V. L. Smulsky / All-Union. scientific conference. «Functional Reserves and Adaptation» — Kiev, 1990. — P. 204—205.
6. Stankiewicz L. G. Improved training of athletes by using a complex of antioxidants / L. G. Stankiewicz // Dis. Ph. D. In Phys. Education and Sport: 24.00.01 / National Univ. Of Physical Education and Sport of Ukraine. — K., 2007. — 199 p.
7. Atalay M. Glutathione-dependent modulation of exhausting exercise-induced changes in neutrophils function of rats / M. Atalay, P. Marnila // J. Appl. Physiol. — 1996. — N 74, P. 35—40.
8. Dufaux B. Blood glutathione status following distance running / B. Dufaux, O. Heine // Int. J. Sports Med. — 1997. — № 18. — P. 89—93.
9. Ji L. L. Glutathione and antioxidant enzymes in skeletal muscle effects of fiber type and exercise intensity / L. L. Ji, R. Fu, E. W. Mitchell // J. Appl. Physiol. — 1992. — N 73. — P. 121—127.
10. Ji L. L. Glutathione depletion in rested and exercised mice: biochemical consequence and adaptation / L. L. Ji, C. Leeuwenburgh // Arch. Biochem. Biophys. — 1995. — P. 941—949.
11. Jocelyn P. C. Biochemistry of the SH group / P. C. Jocelyn. — L. — N. Y., 1972. — P. 55—60.
12. Karlsson Y. Antioxidants and Exercise / Y. Karlsson // Human Kinetics. — 1997. — P. 209—214.
13. Lands L. C. Effect of supplementation with a cysteine donor on muscular performance / L. C. Lands, V. I. Grey, A. A. Smountas // J. Appl. Physiol. 1999. — N 87. — P. 131—135.
14. Stromme S. B. The effects of exercise on serum total antioxidant activity and the influence of training in humans / S. B. Stromme, K. E. Flaim // Abstr. Sci. Meet. Physiol. Soc. J. Physiol. Proceed. — 2008. — P. 144—150.

Поступила 1.10.2012