

# ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ

## FEATURES OF RECOVERY OF THE ORGANISM OF ATHLETES DEPENDING ON THE SPECIALIZATION

*Н. В. Шведова<sup>1</sup>, Н. Н. Иванчикова<sup>2</sup>*

*N. Shvedava<sup>1</sup>, N. Ivanchikava<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>Республиканский научно-практический центр спорта, г. Минск, Республика Беларусь  
natalie18shv@gmail.com*

*<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

*<sup>2</sup>Republican Scientific and practical Center of sports, Minsk, Republic of Belarus*

В статье представлены результаты исследования изменения гематологических и биохимических показателей у спортсменок, специализирующихся в беге на различные дистанции, после выполнения тренировочных заданий, максимально приближенных к соревновательной деятельности, в течение обще-подготовительного этапа годичного цикла подготовки. Полученные результаты могут быть использованы с целью определения эффективности тренировочных нагрузок и коррекции тренировочного процесса, а также для оценки степени восстановления организма спортсменок.

The article presents the results of research of changes in hematological and biochemical parameters in female athletes specializing in various distances after completing training tasks as close as possible to competitive activity during the general preparatory stage of the annual training cycle. The results can be used to determine the effectiveness of training loads and the correction of the training process as well as to assess the degree of recovery of the organism of athletes.

*Ключевые слова:* лактат, гемоглобин, гематокрит, мочевины, креатинкиназа, аспаратаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза.

*Keywords:* lactate, hemoglobin, hematocrit, urea, creatine kinase, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase.

Успешность соревновательной деятельности спортсменов во многом зависит от адаптации их организма к тренировочным нагрузкам, критерием которой может служить изменение лабораторных показателей. В последние годы изучению этого аспекта уделяется особое внимание, так как будучи достаточно точными и надежными, биохимические и гематологические показатели значительно дополняют оценку функционального состояния спортсменов, позволяют объективно судить о направленности течения метаболических процессов, степени напряженности тренировочного процесса и на их основании вносить коррективы в его построение. Результаты многих исследований показали, что использование методов биохимического контроля в спорте высших достижений дает возможность определить перспективность действующих спортсменов на этапах спортивного совершенствования, а также предупредить развитие состояний перетренированности и, как следствие, снизить риск травматизма и профессиональных заболеваний [1; 2].

В зависимости от того, насколько своевременно могут быть выявлены факторы, лимитирующие общую и специальную работоспособность, по-разному будут реализованы потенциальные возможности спортсмена, различной будет эффективность выполненных им тренировочных заданий, а это, в свою очередь, в дальнейшем сказывается на результатах соревновательной деятельности.

Контроль за развитием адаптационных возможностей на отдельных этапах подготовки спортсменов и способностью к реализации их в сложных условиях соревнований является одним из важных инструментов рационального построения тренировочного процесса [2–4].

*Цель исследований* – определение особенностей адаптационных изменений лабораторных показателей у легкоатлеток, специализирующихся в беге на различные дистанции, после выполнения нагрузок, максимально приближенных к соревновательной деятельности.

*Задачи исследований:*

1. Определить направление динамики гематологических и биохимических показателей в крови спортсменок-легкоатлеток после выполнения тренировочных нагрузок, максимально приближенных к соревновательной деятельности.

2. Определить наиболее информативные лабораторные показатели для оценки адаптации легкоатлеток к тренировочным нагрузкам, максимально приближенным к соревновательной деятельности.

Под наблюдением находились 30 легкоатлетов в течение обще-подготовительного этапа годового цикла подготовки. Все спортсменки были разделены на 3 группы согласно их специализации: 1-я группа – спортсменки, специализирующиеся в беге на короткие дистанции (n = 6), 2-я группа – спортсменки, специализирующиеся в беге на средние дистанции (n = 16), 3-я группа – спортсменки, специализирующиеся в беге на длинные дистанции (n = 8). Все участницы исследования имели высокую квалификацию – КМС, МС, МСМК.

В ходе исследовательской работы проводился сравнительный анализ гематологических и биохимических показателей крови после выполнения тренировочных нагрузок, максимально приближенных к соревновательной деятельности, спортсменками различных специализаций. Содержание лактата после выполнения тренировочных заданий находилось в диапазоне 12–16 ммоль/л, ЧСС – 175–180 уд/мин у представительниц всех дистанций. Концентрацию лактата определяли с помощью анализатора глюкозы и лактата BIOSEN C-Line (Германия). Оценка переносимости нагрузок, максимально приближенных к соревновательной деятельности, выполняемых за счет гликолитического расщепления углеводов, имеет важное значение, так как адаптация к выполняемой работе в анаэробных условиях происходит за счет нейтрализации молочной кислоты или за счет увеличения скорости ее образования, а также за счет повышения психологической способности продолжить бег в дискомфортных условиях. Работа в этой зоне мощности имеет важное значение для спортсменок всех специализаций, так как именно по пути анаэробного механизма энергообеспечения происходит выполнение большинства соревновательных нагрузок [3; 7].

Забор крови для определения исследуемых показателей проводился натощак в день тренировки (1-ый этап исследования) и на следующее утро после тренировки (2-ой этап исследования). Концентрацию гемоглобина и гематокрит определяли в цельной крови с использованием портативного гематологического анализатора «HEMO\_CONTROL» (Германия). Определение биохимических показателей осуществлялось энзиматическим методом с использованием стандартных наборов реактивов ЗАО «Диакон ДС» (Россия) и полуавтоматического биохимического анализатора «SOLAR» (Беларусь). В сыворотке капиллярной крови определяли концентрацию мочевины и активность ферментов креатинфосфокиназы (КФК), аспартат- и аланинаминотрансфераз (АСТ и АЛТ).

Результаты исследований представлены в таблице.

При рассмотрении полученных данных обращают на себя внимание, во-первых, невысокие значения в группах спортсменок показателей гемоглобина и гематокрита, а также величины большинства биохимических показателей, не превышающих границ нормы. Во-вторых, рассмотрение направленности их динамики показывает, что выполнение тренировочных нагрузок сопровождалось как повышением, так и снижением всех показателей, что свидетельствовало о неоднозначном воздействии тренировочных нагрузок высокой интенсивности на организм спортсменок.

Таблица – Гематологические и биохимические показатели крови легкоатлетов до и после выполнения тренировочных нагрузок, максимально приближенных к соревновательной деятельности

Показатели	Специализация спортсменок					
	Короткие дистанции (1-я группа)		Средние дистанции (2-я группа)		Длинные дистанции (3-я группа)	
	1-ый этап	2-ой этап	1-ый этап	2-ой этап	1-ый этап	2-ой этап
Гемоглобин, г/л	139,16±1,16	134,40±2,50* <sup>3</sup>	140,32±1,16* <sup>3</sup>	138,42±1,65* <sup>3</sup>	143,11±1,22	145,89±2,10* <sup>1,2</sup>
Гематокрит, %	40,22±1,39	39,80±0,73	42,88±0,21	42,70±0,48	44,03±0,31	43,33±0,96
Мочевина, ммоль/л	4,11±0,12	4,38±0,22* <sup>2,3</sup>	4,17±0,55	5,39±0,19* <sup>1</sup>	4,08±0,73	5,34±0,25* <sup>1</sup>
КФК, Е/л	317,88±211,10	754,17±190,54* <sup>2,3</sup>	224,67±9,18	310,12±20,03* <sup>1,3</sup>	231,19±23,48	471,45±37,87* <sup>1,2</sup>
АСТ, Е/л	24,17±2,14	28,43±3,41* <sup>3</sup>	26,17±2,02	31,34±1,22* <sup>3</sup>	30,88±2,22	38,32±2,75* <sup>1,2</sup>
АЛТ, Е/л	21,68±2,12	22,41±2,53	18,13±1,45	22,66±1,46	26,14±1,33	28,21±2,24

**Примечания:** \* – достоверное изменение показателей ( $P < 0,05$ ) между группами; 1-ый этап – значения показателей до выполнения нагрузки; 2-ой этап – значения показателей на следующий день после выполнения нагрузки.

По итогам проведенного анализа крови на следующий день после выполнения тренировочных нагрузок отмечено снижение концентрации гемоглобина и гематокрита у спортсменок 1-ой и 2-ой групп, а у представительниц 3-ей группы наблюдалась тенденция к росту этих показателей.

Сравнительный анализ динамики показателей концентрации гемоглобина и уровня гематокрита между группами спортсменок после выполнения тренировочных заданий выявил тенденцию к более высоким значениям по мере увеличения длины дистанции в соответствии со специализацией.

Было выявлено, что после работы, максимально приближенной к соревновательной, достоверно большие показатели концентрации гемоглобина наблюдались у спортсменок 3-ей группы (145,89±2,10 г/л) по сравнению со спортсменками 1-ой (134,40±2,50 г/л) и 2-ой (138,42±1,65 г/л) групп на 7,87 % и 5,12 % соответственно ( $P < 0,05$ ). Аналогичная тенденция наблюдалась и при анализе показателей гематокрита: более высокая величина данного показателя наблюдалась у спортсменок 3-ей группы – 43,33±0,96 %, у представительниц 1-ой и 2-ой групп – 39,80±0,73 % и 42,70±0,48 % ( $P < 0,05$ ), что ниже на 8,15 и 1,46 % и соответственно.

Более высокие показатели концентрации гемоглобина у стайеров могут объясняться в большей степени тем, что выполнение длительной работы осуществляется за счет аэробных способов энергопродукции, в свою очередь связанных и способствующих постоянному повышению возможностей обеспечения организма кислородом, носителем которого и является гемоглобин. Следовательно, у спортсменов, специализирующихся в беге на длинные дистанции, адаптация организма к тренировочным нагрузкам проявляется, прежде всего, в повышении концентрации гемоглобина в крови [5; 7].

Наряду с более высокой концентрацией гемоглобина у спортсменов стайерских специализаций положительным являлось умеренное повышение гематокрита (в пределах средних индивидуальных границ нормы), как критерия адаптации к работе на выносливость, что могло происходить как за счет увеличения количества эритроцитов, так и за счет повышения концентрации гемоглобина в одном эритроците.

Что касается невысоких показателей концентрации гемоглобина у спортсменов, особенно тренирующихся на короткие и средние дистанции, то в настоящее время многие специалисты считают, что процесс легкой анемизации крови при напряженных тренировках следует рассматривать как адаптивный, а, следовательно, благоприятный для организма спортсменов. Адаптивность анемизации крови проявляется в том, что при повышенной мышечной работе селезенка выделяет гемолизирующий фактор, ускоряющий разрушение эритроцитов. Деструкция эритроцитов дает возможность использовать их белковые структуры, в том числе и гемоглобин, для гипертрофии мышц и регенерации ретикулоцитов, которых у спортсменов больше, чем у нетренированных лиц. Несмотря на то, что при анемии снижается максимальная аэробная выносливость спортсменов и значительно удлиняется период их восстановления, эти явления компенсируются путем увеличения частоты сердечных сокращений [5].

Также следует отметить, что у спортсменов всех специализаций на следующий день после выполнения тренировочных заданий наблюдалось повышение в крови концентрации мочевины и активности исследуемых ферментов.

При сравнении данных спортсменов различных специализаций наблюдались также достоверные изменения биохимических показателей. Так, более высокая концентрация мочевины отмечалась у спортсменов 3-ей группы. Если у спринтеров ее уровень составлял  $4,38 \pm 0,22$  ммоль/л, то у спортсменов, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции, был выше на 23,06 % и 21,92 %, составляя  $5,39 \pm 0,19$  ммоль/л и  $5,34 \pm 0,25$  ммоль/л соответственно.

То обстоятельство, что уровень мочевины после выполнения нагрузки не превышал допустимых границ нормы, свидетельствовало об оптимальном содержании в крови белковых веществ, также о сбалансированности в организме процессов анаболизма и катаболизма [4; 5; 8]. Однако значимое повышение активности фермента КФК у представительниц 1-й группы указывало на явления высокого напряжения нервно-мышечного аппарата, что могло быть обусловлено спецификой их физиологии, связанной с преобладанием быстро-сокращающихся мышечных волокон, а также выполнением преимущественно скоростных заданий в тренировочном цикле а, следовательно, метаболические сдвиги в их организме после тренировок, максимально приближенных к соревновательной деятельности, проявлялись с меньшей степенью выраженности.

Самая высокая активность фермента КФК в пределах  $754,17 \pm 190,54$  Е/л была отмечена после выполнения тренировки у спортсменов-спринтеров, а у спортсменов, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции, несколько ниже –  $310,12 \pm 20,03$  Е/л и  $471,45 \pm 37,87$  Е/л, что меньше на 58,88 % и 38,49 % соответственно ( $P < 0,05$ ).

Между уровнями активности фермента АСТ выявлены достоверные различия у спортсменов 2-ой и 3-ей групп –  $31,34 \pm 1,22$  Е/л и  $38,32 \pm 2,75$  Е/л соответственно. Достоверных изменений активности фермента АЛТ в ответ на выполненную нагрузку высокой интенсивности не было зафиксировано. Уровни активности этих ферментов находились в пределах вышесредней (АСТ) и средней (АЛТ) границ клинической нормы, что являлось показателем нормального функционирования метаболических процессов печени и сердца при выполнении тренировочных нагрузок.

Сравнительный анализ полученных данных показал, что пределы изменения ряда гематологических и биохимических показателей у спортсменов значительно шире, чем принято в клинической практике для здоровых людей, не занимающихся спортом.

Таким образом, под влиянием тренировочных нагрузок, в связи с их стимулирующим или угнетающим действием происходят изменения в содержании промежуточных и конечных продуктов метаболических процессов, что и обуславливает развития адаптации к конкретному виду тренировочной нагрузки. В ходе нашего исследования выявлено, что одним из наиболее информативных показателей для оценки восстановления организма спортсменов после выполнения нагрузок, максимально приближенных к соревновательным, а также направления протекания адаптационных изменений, является активность фермента креатинфосфокиназы (КФК). Вместе с тем для оценки адаптации организма спортсменов к напряженным физическим нагрузкам, таким как соревновательные или приближенные к ним, необходим динамический гематологический и биохимический мониторинг, а также анализ накопленной информации.

Изменения лабораторных показателей в условиях учебно-тренировочных сборов, особенно в обще-подготовительном периоде, следует рекомендовать в качестве одного из критериев оценки адаптации организма спортсменов к физическим нагрузкам, а также учитывать их при оценке работоспособности спортсменов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Нехвядович, А. И. Динамика гематологических показателей как критерий функционального состояния и тренированности спортсменов / А. И. Нехвядович, А. Н. Будко // Прикладная спортивная наука. – 2018. – № 1 (7). – С. 105–111.
2. Загородный, Г. М. Медикоментозная коррекция и профилактика иммунодефицитов у спортсменов / Г. М. Загородный, Е. А. Гаврилова // Рецепт. – 2011. – № 4. – С. 107–131.
3. Шведова, Н. В. Использование гемоглибиновой массы для оценки подготовленности спортсменов / Н. В. Шведова, Л. С. Сосна, Н. В. Шераш // Прикладная спортивная наука. – 2018. – № 2 (8). – С. 84–90.
4. Нехвядович, А. И. Гематологический контроль в спорте: методические рекомендации / А. И. Нехвядович. – Минск: НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь, 2000. – 40 с.
5. Анисимов, Е. А. Особенности биохимических показателей крови у высококвалифицированных спортсменов / Е. А. Анисимов [и др.] // Медицина экстремальных ситуаций. – 2017. – № 3 (61). – С. 160–167.
6. Kratz, A. Effect of Marathon Running on Hematologic and Biochemical Laboratory Parameters, Including Cardiac Markers / A. Kratz [et al.] // Clinical Chemistry. – 2002. – № 18. – P. 856–863.
7. Palacios, G. Biomarkers of physical activity and exercise / G. Palacios, R. Pedrero-Chamizo, N. Palacios et al. // Nutricion Hospitalaria. – 2015. – 31. – P. 237–244.
8. Meeusen, R. Prevention, Diagnosis, and Treatment of the Overtraining Syndrome: Joint Consensus Statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine / R. Meeusen [et al.] // Journal of the American College of Sports Medicine. – 2012. – № 13. – P. 186–205.

## АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ МОЛОЧНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ ANTIOXIDANT ACTIVITY OF DAIRY MIXTURES FOR CHILD NUTRITION

**М. А. Юшкевич, Е. И. Тарун**  
**M. Yushkevich, E. Tarun**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
ktarun@tut.by  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Проведено сравнительное изучение антиоксидантной активности молочных смесей для детского питания. Получены зависимости интенсивности флуоресценции флуоресцеина от логарифма концентрации молочных смесей, из которых графически определены показатели  $IC_{50}$ . Наблюдается подавление действия свободных радикалов и возрастание флуоресценции флуоресцеина до 78–96 % при концентрации образцов 0,5 мг/мл. Максимальная антиоксидантная активность (АОА) получена для молочной смеси «NAN Optipro 1+», показатель  $IC_{50}$  которой составляет  $0,58 \cdot 10^{-2}$  мг(белка)/мл. Минимальные показатели  $IC_{50}$  в расчете на сухое вещество ( $5,89-6,03 \cdot 10^{-2}$  мг/мл) получены для молочных смесей «NAN Optipro HA 1+», «NAN Optipro 1+» и «ГА гипоаллергенная 3+».

The comparative study of the antioxidant activity of dairy mixtures for child nutrition. Fluorescein fluorescence intensity dependencies are obtained on the logarithm of the concentration of infant formula, from which  $IC_{50}$  values are graphically determined. A suppression of the action of free radicals and an increase in fluorescence of fluorescein up to 78–96 % with a concentration of samples of 0,5 mg / ml are observed. The maximum antioxidant activity (AOA) was obtained for the “NAN Optipro 1+” milk formula, with an  $IC_{50}$  of  $0,58 \cdot 10^{-2}$  mg (protein)/ ml. The minimum  $IC_{50}$  based on dry matter ( $5,89-6,03 \cdot 10^{-2}$  mg / ml) was obtained for the milk mixtures “NAN Optipro HA 1+”, “NAN Optipro 1+” and “HA hypoallergenic 3+”.

*Ключевые слова:* антиоксидантная активность, молочные смеси для детского питания, флуоресцеин.

*Keywords:* antioxidant activity, dairy mixtures for child nutrition, fluorescein.

Молоко является уникальным продуктом, обеспечивающим организм разнообразием необходимых питательных веществ и обладающим антиокислительными свойствами. Ферментативный гидролиз белкового компонента молока направлен на получение продуктов с низким аллергенным потенциалом и высокой питательной ценностью [1; 2]. При изучении механизмов проявления антиоксидантной активности (АОА) молока установлена зависимость ее уровня от конформации и аминокислотной последовательности белков и пептидов. Проведено сравнительное исследование антиоксидантной активности 8 молочных смесей для детского питания разных про-