

УДК 796.89

## ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ТЯЖЕЛОАТЛЕТОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОХИМИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ

*Татьяна Геннадьевна Невзорова, кандидат медицинских наук, доцент, Татьяна Андреевна Шешурина, старший преподаватель, Ирина Александровна Афанасьева, доктор биологических наук, профессор, Абсет Хакиевич Талибов, доктор биологических наук, профессор, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург*

### Аннотация

Одной из важных проблем спорта высоких достижений является оценка спортивной работоспособности тяжелоатлетов. С целью оценки эффективности физических нагрузок при использовании комплексного подхода в спортивной подготовке, а также степени мобилизации и использования адаптационных резервов у тяжелоатлетов в предсоревновательный этап спортивной подготовки, были использованы основные биохимические показатели крови: уровень общего белка, мочевины, креатинина, мочевой кислоты, креатинфосфокиназы, АЛАТ, АсАТ, общего билирубина, щелочной фосфатазы, глюкозы, холестерина, триглицеридов. Лабораторные показатели оценивали в сыворотке крови на автоматическом биохимическом анализаторе «Furuno CA-270» с использованием реагентов фирмы «DiaSys Diagnostic Systems GmbH». В исследовании приняли участие спортсмены, n=20 (10 мужчин, 10 женщин), средний возраст обследованных – 22±4 лет, по квалификации: КМС (n=4), МС (n=13), МСМК (n=3). Результаты определения биохимических маркеров в сыворотке крови на этапе предсоревновательной подготовки показали, что тяжелоатлеты выполняли адекватные тренировочные нагрузки, как по объёму, так и по интенсивности, имели сбалансированный рацион питания, покрывающий потребности спортсменов.

**Ключевые слова:** физические нагрузки, биохимические маркеры, нагрузка, тяжелоатлеты, интенсивность.

DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.05.p277-281

## ASSESSMENT OF ADAPTIVE CHANGES OF HIGHLY QUALIFIED WEIGHTLIFTERS USING BIOCHEMICAL MARKERS

*Tatyana Gennadievna Nevzorova, the candidate of medical science, docent, Tatyana Andreevna Sheshurina, the senior teacher, Irina Aleksandrovna Afanasieva, the doctor of biological sciences, professor, Abset Khakievich Talibov, the doctor of biological sciences, professor, Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg*

### Abstract

One of the important problems of high-achievement sports is the assessment of the athletic performance of weightlifters. In order to assess the effectiveness of physical activity when using an integrated approach in sports training, as well as the degree of mobilization and use of adaptive reserves in weightlifters in the pre-competitive stage of sports training, the main biochemical blood parameters were used: the level of total protein, urea, creatinine, uric acid, creatine phosphokinase, ALAT, AsAT, total bilirubin, alkaline phosphatase, glucose, cholesterol, triglycerides. Laboratory parameters were evaluated in blood serum on an automatic biochemical analyzer "Furuno CA-270" using reagents from the company "DiaSys Diagnostic Systems GmbH". The study involved athletes, n=20 (10 men, 10 women), the average age of the surveyed was 22±4 years, according to qualification: CMS (n=4), MS (n=13), MSMC (n=3). The results of determination of biochemical markers in blood serum at the stage of pre-competitive training showed that weightlifters performed adequate training loads, both in volume and intensity, had a balanced diet covering the needs of athletes.

**Keywords:** physical activity, biochemical markers, load, weightlifters, intensity.

## ВВЕДЕНИЕ

Оценка эффективности физических нагрузок, а также степени мобилизации и использования адаптационных резервов организма спортсменов, для своевременной коррекции тренировочной нагрузки используются различные биохимические маркеры крови. Динамика биохимических показателей у спортсменов в учебно-тренировочных занятиях зависит от степени тренированности, интенсивности, объёма и направленности выполняемых нагрузок.

Объём физической нагрузки можно оценивать такими биохимическими показателями, как мочевины, холестерин, триглицериды, креатинкиназа. Выполнение высокоинтенсивных физических нагрузок нередко приводит к перенапряжению мышечных тканей, нарушению проницаемости мембран миоцитов, что сопровождается повышением активности креатинкиназы (КФК) – фермента, принимающего участие в энергообеспечении мышечной работы при выполнении нагрузок максимальной мощности. Усиление катаболизма мышечных белков приводит к увеличению уровня мочевины в крови – информативного показателя оценки не только адекватности объёма физических нагрузок, но и восстановления организма спортсмена. Метаболическую активность печени при выполнении высокоинтенсивных физических нагрузок можно оценить по уровню холестерина (представитель стероидных липидов) и триглицеридов в крови.

Интенсивность физической нагрузки контролируется определением следующих биохимических маркеров: общий белок, мочевины, креатинин, мочевая кислота, креатинкиназа, аспартатаминотрансфераза (АсАТ), холестерин и триглицериды. Содержание общего белка определяет физико-химические свойства крови (плотность, вязкость, онкотическое давление). Креатинин – продукт распада креатинфосфата, образующийся в мышечной ткани, характеризующий скорость креатинфосфокиназной реакции и позволяющий косвенно оценивать содержание мышечной массы. Мочевая кислота – продукт распада нуклеиновых кислот и пуриновых оснований. У спортсменов, использующих высокобелковую диету или рацион с высоким содержанием белковых смесей, наблюдается повышение уровня сыровоточной мочевой кислоты. АлАТ и АсАТ, являясь индикаторными ферментами, характеризуют выраженность цитолиза. Одним из ранних маркеров повреждения сердечной мышцы является повышение активности АсАТ при незначительном увеличении активности АлАТ и резком росте коэффициента де Ритиса (АсАТ/АлАТ). При цитолизе гепатоцитов наблюдается повышение активности АлАТ (более специфичный для печени фермент) и АсАТ. При анаэробных физических нагрузках в крови наблюдается транзиторное повышение активности АсАТ. Состояние гепатобилиарной системы также характеризуется активностью экскреторного фермента – щелочной фосфатазой.

Уровень глюкозы в крови является показателем, характеризующим углеводный обмен. Уровень тренированности, мощность и продолжительность физической нагрузки оказывает влияние на данный показатель. Усиление мобилизации гликогена печени при нагрузках субмаксимальной мощности вызывает повышение содержания глюкозы в крови. При длительных физических нагрузках отмечается снижение содержания глюкозы в крови. Динамика изменения содержания глюкозы позволяет судить о скорости аэробного окисления и интенсивности мобилизации гликогена печени при выполнении физических нагрузок.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие атлеты, n=20 (10 мужчин, 10 женщин), средний возраст составил 22±4 лет, по квалификации: КМС (n=4), МС (n=13), МСМК (n=3). Спортсмены сравниваемых групп были идентичны по величине тренировочной нагрузки, уровню тренированности. Были определены основные биохимические показатели: уровень общего

белка, мочевины, креатинина, мочевой кислоты, креатинфосфокиназы, АлАТ, АсАТ, общего билирубина, щелочной фосфатазы, глюкозы, холестерина, триглицеридов. Исследование проводилось в предсоревновательный этап спортивной подготовки во время планового углубленного медицинского обследования. Забор венозной крови проводили утром, натощак до тренировки. Лабораторные показатели оценивали в сыворотке крови на автоматическом биохимическом анализаторе «Furuno SA-270» с использованием реагентов фирмы «DiaSys Diagnostic Systems GmbH». Лабораторные протоколы исследования применялись в соответствии со стандартными требованиями, установленными для плановой диспансеризации спортсменов спорта высших достижений. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием IBM SPSS Statistics 22 и Microsoft Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Представлены результаты определения биохимических маркеров в сыворотке крови тяжелоатлетов этапа высшего спортивного мастерства (таблица). Результаты исследования показывают, что концентрация общего белка и мочевины, у обследованных спортсменов находились в пределах нормы. Уровень общего белка (норма 66–88 г/л) составил  $74 \pm 4$  г/л у мужчин и  $76 \pm 3$  г/л у женщин ( $p > 0,05$ ), уровень мочевины (норма 3,2 – 7,3 ммоль/л) у мужчин  $5,7 \pm 1,4$  ммоль/л и у женщин  $4,9 \pm 0,7$  ммоль/л ( $p > 0,05$ ), статистически значимых различий в группах не выявлено. Данные показатели отражают интенсивность белкового обмена и позволяют оценить достаточность поступления белков с пищей, а также выраженность катаболизма мышечных белков. Учитывая результаты проведённого исследования, на этапе предсоревновательной подготовки спортсмены выполняли адекватные тренировочные нагрузки, как по объёму, так и по интенсивности, имели сбалансированный рацион питания, покрывающий потребности спортсменов.

Таблица – Данные биохимического анализа крови у тяжелоатлетов

Показатель	Мужчины (n=10), M±SD	Женщины (n=10), M±SD	p
Общий белок, г/л	74±4	76±3	p>0,05
Мочевина, ммоль/л	5,7±1,4	4,9±0,7	p>0,05
Креатинин, мкмоль/л	93±8	76 ±5,6	p=0,002
Мочевая кислота, мкмоль/л	344±32	240±45	p=0,001
Креатинкиназа (КК), Ед/л	457±189	207±88	p=0,01
Аланинаминотрансфераза (АлАТ), Ед/л	30±16	16±4	p>0,05
Аспартагатаминотрансфераза (АсАТ), Ед/л	29±16	18±5	p>0,05
Билирубин общий, мкмоль/л	16±9	8±2	p=0,02
Глюкоза, ммоль/л	4,4±0,5	4,6±0,5	p>0,05
Щелочная фосфатаза, Ед/л	264±89	181±76	p>0,05
Холестерин (общий) ммоль/л	4,1±1,3	4,3±0,6	p>0,05
Триглицериды ммоль/л	0,86±0,3	1,02±0,4	p>0,05

Креатинин является конечным продуктом алактатного пути ресинтеза АТФ в мышцах, норма составляет 62–106 мкмоль/л. При обследовании мужчин уровень креатинина составил  $93 \pm 8$  мкмоль/л, у женщин –  $76 \pm 5,6$  мкмоль/л, получены статистически значимые различия ( $p = 0,002$ ). Это связано с тем, что объем мышечной массы влияет на уровень креатинина, так как скелетные мышцы являются источником поступления данного маркера в кровь. Отмечена корреляция у мужчин между концентрацией общего белка и креатинина ( $r = 0,7$   $p = 0,02$ ), что свидетельствует о достаточности потребления белка и использовании креатинфосфатного пути энергообеспечения.

Уровень мочевой кислоты, при норме 208–428 мкмоль/л, был достоверно выше у мужчин по сравнению с женщинами и составил  $344 \pm 32$  мкмоль/л у мужчин и  $240 \pm 45$  мкмоль/л у женщин ( $p = 0,001$ ). Повышение данного показателя объясняется степенью катаболизма пуриновых нуклеотидов с последующей реутилизацией гипоксантина, а также связь с повышенными потребностями поступления белков, обусловленные необходимостью развития мышечной массы.

Среднее значение креатинфосфокиназы (норма менее 171 Ед/л) у мужчин составило  $463 \pm 209$  Ед/л, у женщин –  $207 \pm 88$  Ед/л ( $p=0,01$ ), что объясняется выраженностью мышечной массы у мужчин по сравнению с лицами женского пола, незначительными разрушениями мышечной ткани, адекватном восстановлении организма спортсмена, отсутствии перенапряжения опорно-двигательного аппарата, которое может привести к травматическим повреждениям. Отмечена корреляция у тяжелоатлетов-мужчин между концентрацией общего белка и уровнем креатинфосфокиназы ( $r=0,7$   $p=0,03$ ), что говорит об увеличении мышечной массы в результате тренировочных нагрузок. Также отмечена корреляция КК и АсАТ ( $r=0,8$   $p=0,01$ ), что также свидетельствует об адекватности нагрузок предсоревновательного этапа.

Концентрация глюкозы (норма 3,9–6,4 ммоль/л) в крови также находилась в пределах референсных значений в исследуемых группах, что можно объяснить активным вовлечением молочной кислоты в реакции глюконеогенеза, превращением в глюкозу и незначительной выраженностью цитолиза клеток печени, что подтверждается низкой активностью трансаминаз. Концентрация аланинаминотрансферазы (норма до 41 Ед/л) составила у мужчин –  $30 \pm 16$  Ед/л и у женщин –  $16 \pm 4$  Ед/л ( $p>0,05$ ), уровень аспартатаминотрансферазы (норма до 35 Ед/л) у мужчин  $29 \pm 16$  Ед/л, у женщин  $18 \pm 5$  Ед/л ( $p>0,05$ ).

Общий билирубин является одним из параметров, используемых при оценке функции печени. У спортсменов часто наблюдается функциональная гипербилирубинемия в связи с интенсивными физическими нагрузками в результате развивающегося ацидоза [1]. Однако, повышенный уровень билирубина требует постоянного мониторинга из-за токсичности. Нормальный уровень билирубина в крови составляет от 1,7 до 21,0 мкмоль/л. В нашем исследовании у мужчин уровень билирубина составил  $16 \pm 9$  мкмоль/л, у женщин –  $8 \pm 2$  мкмоль/л, наблюдаются статистически значимые различия  $p=0,02$ , что может быть связано с более интенсивными нагрузками. Отмечена корреляция у женщин между концентрацией общего белка и общего билирубина ( $r=0,8$   $p=0,01$ ).

Щелочная фосфатаза (ЩФ) – внутриклеточный фермент из класса гидролаз, принимает участие в транспорте фосфора, в реакциях дефосфорилирования, норма до 258 Ед/л. По данным Clemente F.M. et al., во время физических упражнений фермент ЩФ участвует в метаболизме АТФ через катаболизм аминокислот и гидролиз жиров, поэтому щелочная фосфатаза значительно увеличивается после предсезонного периода подготовки у спортсменов [2]. В нашем исследовании уровень ЩФ у мужчин составил  $264 \pm 89$  Ед/л, у женщин –  $181 \pm 76$  Ед/л ( $p>0,05$ ).

Исследование липидного профиля также важно для оценки здоровья спортсменов. Во время проведения диспансеризации оценивают два показателя из липидного профиля – холестерин (норма 2,0–5,2 ммоль/л) и триглицериды (0,00–1,70 ммоль/л). Известно, что при регулярных занятиях спортом отмечается тенденция к снижению показателей липидного профиля, но стресс и перетренированность могут приводить к повышению этих маркеров.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая вышеизложенное, целесообразным является использование биохимических маркеров мониторинга спортсменов с целью оценки эффективности физических нагрузок, степени мобилизации и использования адаптационных резервов, а также возможности своевременной коррекции тренировочной нагрузки с учётом индивидуализированного подхода по уровню тренированности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Капитонова А.Н. Гипербилирубинемия в спорте высших достижений / Капитонова А.Н., Круглова И.В., Чадина А.Б. // Современные вопросы биомедицины. – 2018. – Т.2, № 4. – С. 16–21
2. Clemente F.M. Blood Biomarkers Variations across the Pre-Season and Interactions with Training Load: A Study in Professional Soccer Players / F.M. Clemente, H.Í. Ceylan, F.T González-Fernández et

#### REFERENCES

1. Kapitonova, A.N., Kruglova, I.V. and Chadina, A.B. (2018), “Hyperbilirubemia in elite sports”, *Modern issues of biomedicine*, Vol. 2, No. 4, pp. 16–21.
2. Clemente, F.M., Ceylan, H.İ. and González-Fernández F.T. et al(2021), “Blood Biomarkers Variations across the Pre-Season and Interactions with Training Load”, *Journal of Clinical Medicine*, Vol 10 (23), available at: <https://www.mdpi.com/2077-0383/10/23/5576>.

**Контактная информация:** t.abset@yandex.ru

*Статья поступила в редакцию 23.05.2023*

УДК 796/799;796.035

### **АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ САМООЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ФИЗКУЛЬТУРНОГО ВУЗА ВТОРОГО ПЕРИОДА ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА**

*Татьяна Адамовна Непомнящих, кандидат педагогических наук, доцент, Инесса Юрьевна Горская, доктор педагогических наук, профессор, Юрий Леонидович Непомнящих, магистрант, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск; Наталья Олеговна Платонова, кандидат педагогических наук, доцент, Керченский государственный морской технологический университет, Керчь*

#### **Аннотация**

Цель исследования – оценить уровень двигательной активности и психофизического состояния преподавателей 2 периода зрелого возраста. В ходе исследования была составлена и разработана анкета, с помощью которой мы выделили интересующие нас моменты, в частности, касающиеся среднего времени нахождения преподавателей на работе, уровне физической активности на рабочем месте и вне рабочего времени, а также мы отметили неблагоприятные факторы трудовой деятельности и факторы, влияющие на психоэмоциональное состояние преподавателей. В данной статье приведены отдельные результаты опроса, в анкетировании приняли участие преподаватели девяти структурных подразделений СибГУФК. Таким образом, в ходе исследования мы определили, что большинство преподавателей, участвующих в опросе недовольны своим физическим состоянием (пропорциями телосложения, массой тела, функциональными показателями, здоровьем), физической активностью, психоэмоциональным состоянием и др. В связи с этим мы рекомендуем правильно организовывать двигательную активность преподавателей второго периода зрелого возраста, что позволит предотвратить различные возникающие в организме нарушения и поддержать его резервные возможности. Это объясняется тем, что физическая активность нормализует деятельность практически всех органов и систем организма.

**Ключевые слова:** преподаватели, второй период зрелого возраста, физкультурный вуз, физическая подготовленность, психофизическое состояние, двигательная активность.

**DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.05.p281-286**

### **ANALYSIS OF THE RESULTS OF SELF-ASSESSMENT OF THE INDICATORS OF THE PSYCHO-PHYSICAL STATE OF THE TEACHERS OF A PHYSICAL UNIVERSITY IN THE SECOND PERIOD OF MATURE AGE**

*Tatyana Adamovna Nepomnyashchikh, the candidate of pedagogical sciences, docent, Inessa Yurievna Gorskaya, the doctor of pedagogical sciences, professor, Yuri Leonidovich Nepomnyashchikh, the master student, Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk; Natalya Olegovna Platonova, the candidate of pedagogical sciences, docent, Kerch*