



## Оценка адекватности любительского спорта по функциональному состоянию организма студентов

Р.С. Рахманов, Е.С. Богомолова, Ю.Г. Пискарев, Д.В. Непряхин, В.Е. Царяпкин

ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1, г. Нижний Новгород, 603005, Российская Федерация

### Резюме

**Введение.** Занятия спортом при дозировании физических нагрузок могут дать хороший результат.

**Цель исследования** – оценить показатели здоровья и физического развития студентов в процессе занятий любительским спортом.

**Материалы и методы.** Объект наблюдения 30 студентов в возрасте  $23,8 \pm 0,3$  года. Определяли суточные энергетические расходы. Интегральные индексы характеризовали физическое развитие: массы тела, индекс Пенье, силовой, жизненный, вегетативный Кердо, коэффициент выносливости (КВ), коэффициент экономичности кровообращения (КЭК) и функциональных изменений. Анализировали показатели сердечно-сосудистой системы: частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое и диастолическое давление (САД, ДАД) в покое, после нагрузки и периода восстановления. По биохимическим показателям крови, отобранной на следующее утро после занятий, оценивали состояние функций и систем организма.

**Результаты.** Энергетические расходы составили  $3665,5 \pm 37,3$  ккал. Студенты физически развиты, функциональные возможности дыхательного аппарата и адаптация к занятиям спортом (по активности парасимпатической вегетативной нервной системы) удовлетворительные. Физическая активность оценивалась как высокая (тяжелый труд). В организме преобладали катаболические процессы, наличие состояния стресса подтверждал превышающий норму у 50,0 % обследованных кортизол. О неадекватности нагрузок свидетельствовали: индекс функциональных изменений (у 57,7 % адаптация в состоянии функционального напряжения); реакция сердечно-сосудистой системы (КВ, ЧСС, КЭК, КК-МВ, тропонин-1, АлАТ, ЛДЛ); усиление эритропоэза; гормональные сдвиги (кортизол, тестостерон); изменения в метаболизме белков (общий белок, мочевины, мочевая кислота), жиров (холестерин общий, липопротеиды высокой и низкой плотности) и гормонов (кортизол, тестостерон); признаки ранней стадии анемии (эритроциты, белок общий, ферритин).

**Заключение.** Использование методологии оценки функционального состояния организма по интегральным и биохимическим критериям в период отдыха после нагрузок позволяет проводить донозологическую диагностику и профилактику нарушений здоровья при занятиях активным спортом.

**Ключевые слова:** студенты, любительский спорт, адекватность, здоровье, физическое развитие.

**Для цитирования:** Рахманов Р.С., Богомолова Е.С., Пискарев Ю.Г., Непряхин Д.В., Царяпкин В.Е. Оценка адекватности любительского спорта по функциональному состоянию организма студентов // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 10. С. 60–66. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-10-60-66>

### Сведения об авторах:

✉ **Рахманов** Рафаиль Сальвович – д.м.н., проф., профессор кафедры гигиены; e-mail: raf53@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1531-5518>.

**Богомолова** Елена Сергеевна – д.м.н., проф., заведующая кафедры гигиены; e-mail: olenabgm@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1573-3667>.

**Пискарев** Юрий Геннадьевич – д.м.н., доцент кафедры гигиены; e-mail: piskarev-7591@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5918-9173>.

**Непряхин** Дмитрий Викторович – к.м.н., доцент кафедры гигиены; e-mail: mutassyev@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3952-3960>.

**Царяпкин** Владимир Евгеньевич – ассистент кафедры гигиены; e-mail: vtsaryapkin@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8338-4190>.

**Информация о вкладе авторов:** Рахманов Р.С. – разработка дизайна и концепции исследования, написание статьи; Богомолова Е.С. – редактирование, утверждение окончательного варианта статьи; Пискарев Ю.Г. – статистический анализ материала; Непряхин Д.В. – сбор первичного материала, подбор литературных данных; Царяпкин В.Е. – сбор первичного материала, подбор литературных данных.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Соблюдение правил биоэтики.** Работа выполнялась в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Исследование проведено на основе добровольного информированного согласия, одобрено Этическим комитетом ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России (протокол № 15 от 07.02.2019 г.).

Статья получена: 21.06.21 / Принята к публикации: 22.10.21 / Опубликована: 30.10.21

## Assessment of the Adequacy of Amateur Sports by the Functional Status of Students

Rofail S. Rakhmanov, Elena S. Bogomolova, Yuri G. Piskarev,  
Dmitry V. Nepryakhin, Vladimir E. Tsaryapkin

Privolzhsky Research Medical University, 10/1 Minin and Pozharsky Square,  
Nizhny Novgorod, 603005, Russian Federation

### Summary

**Background:** In the right dose, physical activity can bring health benefits.

**Objectives:** To assess indicators of health and physical development of students engaged in amateur sports.

**Materials and methods:** The study involved 30 male students aged  $23.8 \pm 0.3$  years. We established their daily energy expenditures, integral indices characterizing their physical development, such as body weight, Pignet, strength, vitality, and Kerdo vegetative indices, endurance rate, circulatory efficiency, and the index of functional changes. We also analyzed cardiovascular system parameters including heart rate, systolic and diastolic blood pressure at rest, after exercise and after exercise recovery. Results of the biochemical blood test taken the next morning after workout were used to evaluate the status of functions and systems of the body.

**Results:** Energy expenditures amounted to  $3,665.5 \pm 37.3$  kcal. Students were physically strong, their functional capabilities of the respiratory system and adaptation to sports (according to the activity of the parasympathetic autonomic nervous system) were found satisfactory while their physical activity was assessed as high (hard work). In the body, catabolic processes prevailed, and the level of cortisol exceeding the norm in 50.0 % of the subjects indicated stress. Inadequacy of physical exercises

was evidenced by the index of functional changes (in 57.7 % of the students adaptation was in the state of functional stress); reaction of the cardiovascular system (endurance and heart rates, circulatory efficiency, creatine kinase MB, troponin-I, ALT, and LDH); increased erythropoiesis; hormonal changes (cortisol, testosterone); changes in the metabolism of proteins (total protein, urea, uric acid), fats (total cholesterol, high- and low-density lipoproteins), and hormones (cortisol, testosterone); signs of an early stage of anemia (erythrocytes, total protein, ferritin).

**Conclusion:** The use of the methodology for assessing the functional status of the human body by integral and biochemical criteria during recovery period after exercise enables pre-nosology diagnostics and prevention of health disorders during active sports.

**Keywords:** students, amateur sports, adequacy, health, physical development.

**For citation:** Rahmanov RS, Bogomolova ES, Piskarev YuG, Nepryakhin DV, Tsaryapkin VE. Assessment of the adequacy of amateur sports by the functional status of students. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(10):60–66. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-10-60-66>

#### Author information:

✉ Rofail S. Rakhmanov, Dr. Sci. (Med.), Professor; Professor of the Department of Hygiene, Privolzhsky Research Medical University; e-mail: raf53@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1531-5518>.

Elena S. Bogomolova, Dr. Sci. (Med.), Professor; Head of the Department of Hygiene, Privolzhsky Research Medical University; e-mail: olenabgm@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1573-3667>.

Yuri G. Piskarev, Dr. Sci. (Med.); Associate Professor, Department of Hygiene, Privolzhsky Research Medical University; e-mail: piskarev-7591@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5918-9173>.

Dmitry V. Nepryakhin, Cand. Sci. (Med.); Associate Professor, Department of Hygiene, Privolzhsky Research Medical University; e-mail: mutassyvevo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3952-3960>.

Vladimir E. Tsaryapkin, Assistant, Department of Hygiene, Privolzhsky Research Medical University; e-mail: vtsaryapkin@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8338-4190>.

**Author contributions:** Rakhmanov R.S. developed the study conception and design and wrote the manuscript; Bogomolova E.S. edited the manuscript; Piskarev Yu.G. did statistical data analysis; Nepryakhin D.V. and Tsaryapkin V.E. did data collection and literature review; all authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

**Funding:** The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

**Conflict of interest:** The authors declare that there is no conflict of interest.

**Compliance with the rules of bioethics:** The work was carried out in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. The study was conducted on the basis of voluntary informed consent and approved by the Ethics Committee of the Privolzhsky Research Medical University of the Russian Ministry of Health, Minutes No. 15 of February 7, 2019.

Received: July 21, 2021 / Accepted: October 22, 2021 / Published: October 30, 2021

**Введение.** Одним из значимых направлений в здоровом образе жизни является физическая активность. Активный человек не только более привлекателен физически, но и обладает существенно лучшим настроением. Физическая активность влияет на здоровье, продолжительность жизни, снижает риск возникновения и развития многих заболеваний. Спорт и здоровый образ жизни неразрывно связаны друг с другом [1, 2].

Однако образ жизни значительной части современных студентов приводит к напряжению адаптационно-компенсаторных механизмов организма, что отражается на их здоровье [3–13]. Поэтому занятия спортом для студентов является условием саморазвития. Как показали исследования, у 79 % студентов, занимающихся спортом, учебная успеваемость выше средней [14].

Вместе с тем только правильный подход при дозировании физических нагрузок может дать хороший результат [15]. Чрезмерные, интенсивные и длительные нагрузки могут быть фактором риска для здоровья. Например, они могут увеличить риск острых сердечных приступов: у триатлонистов-любителей выявлена большая общая модуляция симпатической сердечно-сосудистой системы вместе с более низкой сердечной вагусной активностью; более высокие уровни кортизола и адренкортикотропного гормона по сравнению с группой контроля [16]. Нагрузки могут приводить к микротравмам мышц и отсроченной их болезненности [17].

В связи с этим важным при проведении спортивной подготовки является определение адекватности нагрузок для предупреждения дизадаптационных изменений в состоянии организма.

**Цель исследования** — оценить показатели здоровья и физического развития студентов в процессе занятий любительским спортом.

**Материалы и методы исследования.** Исследование проведено на основе добровольного информированного согласия. Объектом наблюдения были студенты ( $n = 30$ ) в возрасте  $23,8 \pm 0,3$  года. Они ежегодно проходили углубленное медицинское

обследование в поликлинике, которое включало проведение анализа крови (гемоглобин, лейкоциты и СОЭ), биохимии крови общетерапевтической (по необходимости), анализ мочи. По данным обследования отклонений в показателях не было выявлено.

Студенты занимались физической подготовкой соответственно программе обучения, но регулярно спортом не занимались. Они были активно привлечены к участию в предстоящих межвузовских соревнованиях преподавателем по физической подготовке: три дня в неделю по 1 часу занимались в плавательном бассейне и 1 день — в тренажерном зале. Наше обследование проведено через 2 месяца после начала занятий.

С использованием хронометражного метода оценили суточный бюджет времени для расчета энергетических расходов. По ним определяли группу физической активности.

Определяли массу и длину тела (МТ, ДТ), силу кисти, жизненную емкость легких (ЖЕЛ). Изучали гемодинамические показатели: систолическое (САД), диастолическое (ДАД), пульсовое (ПД) давления, частоту сердечных сокращений (ЧСС). Их определение проводили в состоянии покоя, после нагрузки и через 3 мин. отдыха. Нагрузка представляла собой заплыв на 100,0 м вольным стилем. Для расчета интенсивности нагрузки определяли резерв ЧСС и вычисляли целевую ЧСС: сумма ЧСС покоя и соответствующего процента (70,0 %) от резерва ЧСС, которая позволяет адекватно выполнять нагрузку [18].

По МТ, ДТ, силе кисти, ЖЕЛ, гемодинамическим показателям (с учетом возраста) определяли индексы, интегрально характеризующие физическое развитие, функциональное состояние и адаптационные резервы организма. Это были индекс массы тела (ИМТ), индекс Пенье, силовой (СИ), жизненный (ЖИ), вегетативный индекс Кердо (ВИК), коэффициент выносливости (КВ), коэффициент экономичности кровообращения (КЭК), функциональных изменений (ИФИ). Они характеризуют пищевой статус, тип телосложения,

развитие мышечной силы, дыхательного аппарата, работу вегетативной нервной и сердечно-сосудистой систем (включая работу сердца), а также интегрально отражают функциональное состояние организма (оценивают степень его адаптированности) [19, 20]. По использованным индексам определяли структуру (%) соответствия норме либо той или иной степени отклонения от нее.

Проводили отбор крови на следующее утро после нагрузки и определяли показатели гемопоэза (эритроциты, гемоглобин, ферритин, сывороточное железо), белкового (общий белок (ОБ), креатинин, мочевины, мочевая кислота), жирового (холестерин общий (ХО), липопротеиды высокой (Х-ЛПВП) и низкой плотности (Х-ЛПНП)) и углеводного обменов (глюкоза), ферментов и изоферментов (аланинаминотрансфераза (АлАТ), аспаргатаминотрансфераза (АсАТ), лактат дегидрогеназа (ЛДГ), креатинкиназа-МВ (КК-МВ), гормонов (кортизол, тестостерон, эритропоэтин), сердечных белков (тропонин-1, миоглобин)) [21]. Исследования проводили в лабораториях клинико-диагностической и клинического отдела в Нижегородском НИИ гигиены и профпатологии Роспотребнадзора.

Для статистической обработки применяли программу Statistica-6.1: определяли средние величины и ошибки средней ( $M \pm m$ ).

**Результаты исследования.** Суточные энергетические расходы студентов составляли  $3665,5 \pm 37,3$  ккал. По ним они были близки к IV группе физической активности (3850 ккал), но незначительно ниже – на 4,8 % (высокая физическая активность, тяжелый труд)<sup>1</sup>.

Оценка физического развития показала, что их пищевой статус по ИМТ оценивался как нормальный. Студенты имели крепкое (73,3 %) и нормальное телосложение (26,7 %). По соотношению силы кисти к МТ силовой индекс был высоким (30,0 %) и средним (70,0 %). Оценка функциональных возможностей легких показала удовлетворительный результат. В деятельности вегетативной нервной системы у 100,0 % обследованных преобладали парасимпатические влияния. Коэффициент выносливости был в пределах верхней границы нормы. По индивидуальным показателям у 6,7 % КВ превышал 16 единиц. ИФИ находился на границе показателей, оцениваемых как «адаптация достаточная»

и «состояние функционального напряжения». В долевом соотношении у 43,3 % адаптированность организма была достаточной, а у 57,7 % по ИФИ превышала границу значения, оцениваемого как адаптация достаточная (2,13 ед.), но все же была в пределах оценки «состояние функционального напряжения» (табл. 1).

Гемодинамические показатели по средним значениям были в норме (табл. 2). В частности, средний показатель САД у 100,0 % после нагрузки увеличивался, ДАД оставался таким же (у 63,3 % снизился, у 36,7 % остался без изменений). После отдыха средние показатели приходили к исходным значениям. КЭК после периода отдыха также достоверно не менялся ( $p = 0,745$ ), но у 13,3 % не возвращался к исходным значениям, составляя 3200–3350 ед. Вероятно, это было связано с превышением целевой ЧСС, в частности среднее ее значение должно было быть равным 156,4 уд./мин.

У 20,0 % было определено высокое содержание в крови гемоглобина; еще у 10,0 % он был на уровне верхней границы нормы (табл. 3). Уровень ферритина у 26,6 % был сниженным. Остальные показатели, характеризующие состояние крови, были в пределах референтных границ.

По биохимическим исследованиям определили превышение границ нормы общего холестерина у 20,0 % студентов (табл. 4). Из них у 16,7 % он оценивался как пограничный и еще у 3,3 % – как высокий. Х-ЛПВП оценивался как норма только у 3,3 %, пограничный – у 93,3 % и у 3,3 % – низкий. Х-ЛПНП превышал референтные границы у 10,0 % лиц (у 3,3 % был пограничный и у 6,7 % – высокий). Триглицериды превышали норму у 1 человека.

Общий белок был снижен у 1 обследованного, еще у троих был на уровне нижней границы нормы. Мочевая кислота превышала референтные границы у 13,3 %, еще у 16,7 % этот уровень приближался к ее верхней границе. У 1 человека превышала норму мочевины.

АлАТ и АсАТ были в пределах референтных границ (табл. 5). Однако индивидуальные значения выявили отклонения от нормы: повышение АлАТ – у 10,0 %, АсАТ – у 23,3 %, ЛДГ был повышен у 1 обследованного. КК-МВ (изоформа фермента креатинкиназы, участвующей в энергетическом обмене клеток, в частности сердечной мышцы) был повышен у 11 человек (36,7 %), достигая 26,0–89,0 ед.

Таблица 1. Характеристика физического развития и морфофункционального состояния организма курсантов по интегральным индексам,  $M \pm m$

Table 1. Characteristics of physical development and morphofunctional state of the body of cadets by integral indices,  $M \pm m$

№	Показатели / Indicators	Абс. вел. / Measured value
1	Длина тела, м / Body height, m	$1,8 \pm 0,01$
2	Масса тела, кг / Body weight, kg	$76,2 \pm 1,3$
3	ЖЕЛ, л / Vital capacity, L	$4,78 \pm 0,09$
4	Сила ведущей кисти, кг / Leading hand grip strength, kg	$53,6 \pm 1,0$
5	ИМТ, ед. / Body mass index, units	$23,8 \pm 0,3$
6	Индекс Пинье, ед. (крепкое телосложение – менее 10) / Pignet index, units (body build index: < 10)	$4,3 \pm 1,7$
7	Силовой индекс, % (норма 70–75 %) / Strength index, % (normal range: 70–75 %)	$70,5 \pm 1,1$
8	Жизненный индекс, мл/кг (норма 60,0) / Vital index, mL/kg (norm: 60.0)	$62,7 \pm 0,2$
9	Индекс Кердо (норма –15...+15) / Kerdo index (normal range: –15...+15)	$-21,1 \pm 1,2$
10	Коэффициент выносливости, ед. (норма 12–15) / Endurance rate, units (normal range: 12–15)	$14,6 \pm 0,2$
11	Индекс функциональных изменений, ед. (норма до 2,1) / Index of functional changes, units (normal range < 2.1)	$2,1 \pm 0,03$

<sup>1</sup> МР 2.3.1.2432–08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах различных групп населения РФ».

(39,36 ± 5,5 ед.). Еще у 4 человек (13,3 %) этот уровень был на уровне верхней границы нормы. Глюкоза оставалась в референтных границах.

Определение кортизола показало, что он в целом по группе наблюдения был на уровне верхней референтной границы (табл. 6). При оценке индивидуальных показателей оказалось, что у половины обследованных лиц уровень кортизола достигал 735,0–997,0 нмоль/л, т. е. превышал норму от 5 до 42 %. Еще у 46,7 % кортизол был в верхней зоне границы нормы (от 524,0 нмоль/л) и лишь у 1 человека был в нижней зоне границы нормы (339,0 нмоль/л). Уровень тестостерона у 1 обследованного был ниже нормы, еще у 20,0 % – у нижней границы нормы. Эритропоэтин не выходил за границы нормы, но у 23,3 % был в нижней зоне.

Среди лиц группы наблюдения у 26,7 % тропонин-1 превышал границы нормы, достигая 0,14 нг/мл (табл. 6). Еще у 50,0 % уровень белка был в пределах верхней зоны границы. Миоглобин выше уровня нормы был выявлен у 1 человека.

**Обсуждение.** Для оценки реакции организма на внешние воздействия широко используются интегральные показатели, которые могут свидетельствовать о состоянии органов и систем, а также адаптационных реакций организма. Они позволяют оценивать приспособительные возможности организма, проводить донозологическую диагностику для планирования и проведения профилактических

и оздоровительных мероприятий [22]. Физическая нагрузка вызывает немедленную реакцию различных систем органов: гипоталамо-гипофизарной и симпатико-адреналовой, мышечной, сердечно-сосудистой и дыхательной. Опасные последствия этих нагрузок можно профилактировать на основе данных информативных биохимических критериев, которые наиболее полно могут охарактеризовать состояние организма при физической нагрузке. Они позволяют определять функциональное состояние организма, выявлять донозологические сдвиги в состоянии здоровья [23, 24].

Наблюдаемая группа студентов была физически развита, имела удовлетворительные функциональные возможности дыхательного аппарата. Преобладание тонуса парасимпатического отдела нервной системы свидетельствовало об их удовлетворительной адаптации к занятиям спортом [25].

Однако более чем у половины обследуемых здоровье по ИФИ оценивалось как «состояние функционального напряжения». Это подтверждали данные оценки сердечно-сосудистой системы. В частности, КВ был в пределах верхней границы нормы, а у двоих из тридцати человек превышал 16 единиц, что указывало на неадекватное влияние нагрузок на данную систему. На это же указывала и целевая ЧСС: при необходимой 156,4 уд./мин она практически достигала 170 уд./мин. Показатели гемодинамики при нагрузке и восстановлении свидетельствовали об удовлетворительной реакции

**Таблица 2.** Характеристика гемодинамических показателей при наблюдении в ходе занятия,  $M \pm m$

**Table 2.** Characteristics of hemodynamic parameters during observation in the course of training,  $M \pm m$

№	Показатели / Indicators	Абс. вел. / Measured value
<i>1. ЧСС, уд/мин / Heart rate, beats per min</i>		
1.1	Покоя / At rest	63,4 ± 0,6
1.2	После нагрузки / After exercise	169,8 ± 0,9
1.3	После отдыха / After exercise recovery	64,8 ± 0,5
<i>2. САД, мм. рт. ст. / Systolic blood pressure, mm Hg</i>		
2.1	Покоя / At rest	120,2 ± 0,9
2.2	После нагрузки / After exercise	151,4 ± 1,1
2.3	После отдыха / After exercise recovery	120,8 ± 1,0
<i>3. ДАД, мм. рт. ст. / Diastolic blood pressure, mm Hg</i>		
3.1	Покоя / At rest	76,7 ± 0,7
3.2	После нагрузки / After exercise	74,8 ± 0,7
3.3	После отдыха / After exercise recovery	76,6 ± 0,7
<i>4. КЭК (норма 2600–3000) / Circulatory efficiency (normal range: 2,600–3,000)</i>		
4.1	Покоя / At rest	2764,4 ± 52,7
4.2	После нагрузки / After exercise	13083,4 ± 173,4
4.3	После отдыха / After exercise recovery	2864,4 ± 48,9
<i>5. Индекс Кердо / Kerdo index</i>		
5.1	Покоя / At rest	–21,1 ± 1,24
5.2	После нагрузки / After exercise	56,2 ± 0,5
5.3	После отдыха / After exercise recovery	–18,4 ± 1,4

**Таблица 3.** Показатели, характеризующие гемопоэз,  $M \pm m$

**Table 3.** Indicators characterizing hematopoiesis,  $M \pm m$

№	Показатели, референтные границы / Indicators, normal reference range	Абс. вел. / Measured value
1	Эритроциты, (3,5–5,5) × 10 <sup>12</sup> / Erythrocytes, (3,5–5,5) × 10 <sup>12</sup>	5,1 ± 0,07
2	Гемоглобин, 130–160 г/л / Hemoglobin, 130–160 g/L	154,1 ± 1,8
3	Сывороточное железо, 11,6–31,3 мкмоль/л / Serum iron, 11,6–31,3 μmol/L	19,9 ± 1,2
4	Гематокрит, 37,0–54,0 % / Hematocrit, 37,0–54,0 %	44,8 ± 0,5
5	Ферритин, нг/мл (20,0–250,0) / Ferritin, ng/ml (20,0–250,0)	71,6 ± 14,7

Таблица 4. Характеристика показателей обмена макронутриентов,  $M \pm m$ Table 4. Characteristics of macronutrient metabolism indicators,  $M \pm m$ 

№	Показатели, референтные границы / Indicators, normal reference range	Абс. вел. / Measured value
1	ХО, $\leq 5,2$ ммоль/л / Total cholesterol, $\leq 5.2$ mmol/L	$4,5 \pm 0,2$
2	Х-ЛПВП, $> 1,6$ ммоль/л / Cholesterol – High-density lipoproteins, $> 1.6$ mmol/L	$1,3 \pm 0,05$
3	Х-ЛПН, $< 3,4$ ммоль/л / Cholesterol – Low-density lipoproteins, $< 3.4$ mmol/L	$2,4 \pm 0,1$
4	Триглицериды, $< 2,3$ ммоль/л / Triglycerides, $< 2.3$ mmol/L	$0,8 \pm 0,1$
5	Глюкоза крови, $3,3-6,2$ ммоль / Blood glucose, $3.3-6.2$ mmol	$4,3 \pm 0,07$
6	Общий белок, $65-85$ г/л / Total serum protein, $65-85$ g/L	$69,5 \pm 0,62$
7	Мочевина, $2,5-8,3$ ммоль/л / Urea, $2.5-8.3$ mmol/L	$5,5 \pm 0,2$
8	Кислота мочевая, $210-420$ мкмоль/л / Uric acid, $210-420$ $\mu$ mol/L	$373,0 \pm 13,0$
9	Креатинин, $62-135$ мкмоль/л / Creatinine, $62-135$ $\mu$ mol/L	$82,3 \pm 2,2$

Таблица 5. Показатели содержания изоферментов, ферментов, гормонов  $M \pm m$ Table 5. Indicators of the content of isozymes, enzymes, and hormones,  $M \pm m$ 

№	Показатели, референтные границы / Indicators, normal reference range	Абс. вел. / Measured value
1	АлАТ, $7-45$ МЕ/л / Alanine aminotransferase (ALT), $7-45$ IU/L	$24,5 \pm 2,9$
2	АсАТ, $10-35$ МЕ/л / Aspartate aminotransferase (AST), $10-35$ IU/L	$28,8 \pm 1,5$
3	ЛДГ, $208-420$ МЕ/л / Lactate dehydrogenase (LDH), $208-420$ IU/L	$320,6 \pm 8,6$
4	Креатинкиназа-МВ, $0-25$ МЕ/л / Creatine kinase MB, $0-25$ IU/L	$28,6 \pm 2,5$
5	Кортизол, $200,0-700,0$ нмоль/л / Serum cortisol, $200.0-700.0$ nmol/L	$696,9 \pm 27,7$
6	Тестостерон, $4,5-35,4$ нмоль/л / Testosterone, $4.5-35.4$ nmol/L	$14,9 \pm 1,4$
7	Эритропоэтин, $5,6-28,9$ МЕ/л / Erythropoietin, $5.6-28.9$ IU/L	$9,2 \pm 0,6$

Таблица 6. Показатели содержания миоглобина и тропонина-1,  $M \pm m$ Table 6. Indicators of the content of myoglobin and troponin-1,  $M \pm m$ 

№	Показатели, референтные границы / Indicators, normal reference range	Абс. вел. / Measured value
1	Миоглобин, $22,0-66,0$ мкг/л / Myoglobin, $22.0-66.0$ $\mu$ g/L	$35,4 \pm 2,5$
2	Тропонин-1, $0-1,0$ нг/мл / Troponin-1, $0-1.0$ ng/mL	$0,068 \pm 0,0058$

на нее. Вместе с тем после отдыха у 13,3 % лиц был повышен КЭК, что указывало на развитие утомления при тренировках. КК-МВ у половины обследованных был на уровне верхней границы нормы или превышал ее (у некоторых превышение достигало 3,5 раза). У третьей части лиц группы наблюдения был превышен тропонин-1. Известно, что изофермент КК-МВ является маркером повреждения мембран сердечной мышцы и утомления [26]. Повышение тропонина и КК-МВ рассматривается как транзитная реакция на физическую нагрузку и используется для оценки мышечной реакции на нее [27]. Повышенный миоглобин определен у одного человека и является маркером мышечной травмы [28].

Отмечен рост АсАТ у 23,3 % обследованных, у одного была повышена ЛДГ. Исследователи считают, что повышение уровня данных маркеров не должно напрямую расцениваться как повреждение сердца, но может явиться признаком нарушения его адаптивных регуляций к нагрузке [29].

Литературные данные свидетельствуют о возможных изменениях в липидном обмене при физических нагрузках [22]. В нашем случае Х-ЛПВП был пограничный у 93,3 % и у 3,3 % низкий. Х-ЛПНП у 3,3 % был пограничный и у 6,7 % высокий. ХО у 16,7 % оценивался как пограничный и еще у 3,3 % как высокий. Активизация метаболизма жиров, вероятно, вызвана повышением кортизола, который вызывает мобилизацию липидов и жирных кислот для усиления энергетических расходов организма. Действительно, у 96,7 % уровень кортизола был в верхней зоне границы нормы или превышал ее до 42,0 % [30]. Тестостерон, наоборот, у 23,3 % был в нижней

зоне нормы или ниже. Это свидетельствовало о превалировании катаболизма в обмене нутриентов. Кроме того, кортизол свидетельствовал о состоянии стресса у половины обследованных лиц [31].

Определены изменения белкового обмена, в частности понижение уровня общего белка у 13,3 % обследованных, рост мочевой кислоты у 30,0 %, мочевины. Это также указывало на усиление катаболизма белка [32].

Повышенное и высокое содержание эритроцитов в крови у 30,0 % студентов свидетельствовало о значительных нагрузках на организм или обезвоживании [21]. Повышение физической активности, то есть повышение потребности тканей в кислороде, вызывало усиление синтеза эритроцитов. С другой стороны, эритроциты, а также недостаточный у 26,6 % наблюдаемых ферритин, снижение белка могли свидетельствовать о дефиците железа и развития ранней стадии анемии [21]. О неадекватной реакции эритропоэза на повышение потребности тканей в кислороде указывал эритропоэтин, находящийся у 23,3 % в нижней зоне нормы, и сниженный белок [33]. Это указывало на вероятную качественную неадекватность питания наблюдаемых студентов.

Как известно, после периода отдыха (12–16 часов) биохимические показатели, отражающие состояние органов и систем организма, возвращаются в норму. В случае их невосстановления можно говорить о неадекватности нагрузок. То есть в нашем случае у значительной части лиц, привлеченных к любительскому спорту, были выявлены донозологические изменения. Это доказывает, что для профилактики неадекватной реакции организма студентов при значительных

нагрузках необходимо проведение врачебно-педагогического наблюдения на этапах спортивной подготовки, а также врачебное сопровождение с проведением скрининг-исследований, а при необходимости – и биохимического обследования. Вероятной является оценка адекватного питания студентов при активном занятии спортом.

### Выводы

1. При занятиях любительским спортом физическая активность студентов оценивалась как высокая (тяжелый труд). В организме преобладали катаболические процессы, наличие состояния стресса подтверждал превышающий норму у 50,0 % кортизол.

2. О неадекватности нагрузок свидетельствовали: индекс функциональных изменений (у 57,7 % адаптация в состоянии функционального напряжения); реакция сердечно-сосудистой системы (КВ, ЧСС, КЭК, КК-МВ, тропонин-1, АлАТ, ЛДГ); усиление эритропоэза; гормональные сдвиги (кортизол, тестостерон); изменения в метаболизме белков (общий белок, мочевины, мочевиная кислота), жиров (холестерин общий, Х-ЛПВП, Х-ЛПНП) и гормонов (кортизол, тестостерон); признаки ранней стадии анемии (эритроциты, белок общий, ферритин).

3. Использование методологии оценки функционального состояния организма по интегральным и биохимическим критериям в период отдыха после нагрузок позволяет проводить донозологическую диагностику и профилактику нарушений здоровья при занятиях активным спортом.

### Список литературы

1. Шутьева Е.Ю., Зайцева Т.В. Влияние спорта на жизнь и здоровье человека // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. № 4. С. 83–88. Ссылка активна на 10 июня 2021. Доступно по: <https://e-concept.ru/2017/170084.htm>
2. Янченко С. В., Минина В.А. Влияние профессионального и любительского спорта на организм человека // Молодой ученый. 2018. № 14 (200). С. 257–260. Ссылка активна на 10 июня 2021. Доступно по: <https://moluch.ru/archive/200/49078/>.
3. Коданева Л.Н., Шулятьев В.М., Размахова С.Ю., Пушкина В.Н. Состояние здоровья и образ жизни студентов-медиков // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 12 (54). Ч. 4. С. 45–47. doi.org/10.18454/IRJ.2016.54.046.
4. Глыбочко П.В., Есауленко И.Э., Попов В.И., Петрова Т.Н. Здоровье студентов медицинских вузов России: проблемы и пути их решения // Сеченовский вестник. 2017. Т. 2. № 28. С. 4–11.
5. Фертикова Т.Е. Состояние здоровья студентов и здоровьесберегающие технологии: региональный опыт вузов России // Морская медицина. 2019. Т. 5. № 2. С. 34–44. doi: 10.22328/2413-5747-2019-5-2-34-44
6. Гаврилов Ю.Ф., Колесников И.В. Заболеваемость абитуриентов и курсантов университета и пути её снижения // Морское образование: традиции, реалии и перспективы: материалы научно-практической конференции. СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова. 2015. Т. 1. С. 46–50.
7. Казимова В.М., Алиева Р.Х., Казимов М.А. Особенности заболеваемости студентов медицинского университета // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 5 (302). С. 26–29. doi: 10.35627/2219-5238/2018-302-5-26-29
8. Gruzjeva TS, Galienko LI, Pelo IM, Omelchuk ST, Antonuk OY. Health and lifestyle of students' youth: status, problems and ways of solution. *Wiad Lek.* 2018;71(9):1753–1758.
9. Al-Sejari M. Sociocultural characteristic, lifestyle, and metabolic risk factors among a sample of Kuwaiti male university students. *Am J Mens Health.* 2017;11(2):308–317. doi: 10.1177/1557988316680937
10. Al-Amari HG, Al-Khamees N. The perception of college students about a healthy lifestyle and its effect on their health. *J Nutr Food Sci.* 2015;5(6):437. doi: 10.4172/2155-9600.1000437
11. Mishra SR, Neupane D, Shakya A, Adhikari S, Kallestrup P. Modifiable risk factors for major non-communicable diseases among medical students in Nepal. *J Community Health.* 2015;40(5):863–868. doi: 10.1007/s10900-015-0012-6
12. Deliens T, Deforche B, De Bourdeaudhuij I, Clarys P. Determinants of physical activity and sedentary behaviour in university students: a qualitative study using focus group discussions. *BMC Public Health.* 2015;15:201. doi: 10.1186/s12889-015-1553-4
13. Ibrahim NK, Mahnashi M, Al-Dhaheri A, et al. Risk factors of coronary heart disease among medical students in King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia. *BMC Public Health.* 2014;14:411. doi: 10.1186/1471-2458-14-411
14. Томаев Э.Х., Хозиев Ф.Б., Хубецов А.М. Физическое воспитание как необходимое условие поддержания психического здоровья современных студентов // Балтийский гуманитарный журнал. 2019. Т. 8. № 3(28). С. 159–162. doi.org/10.26140/bgjz-2019-0803-0040.
15. Еременко В.Н., Медведева А.С., Левченко А.А. Роль физической культуры в жизни человека // Азимут научных исследований. 2019. Т. 8. № 3 (28). С. 353–355. doi.org/10.26140/anip-2019-0803-0091.
16. Янсен П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость: пер. с англ. Мурманск: Тулома, 2006. 160 с.
17. Vecchia LAD, Barbic F, De Maria B, et al. Can strenuous exercise harm the heart? Insights from a study of cardiovascular neural regulation in amateur triathletes. *PLoS One.* 2019;14(5):e0216567. doi: 10.1371/journal.pone.0216567
18. Cheung K, Hume P, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Med.* 2003;33(2):145–164. doi: 10.2165/00007256-200333020-00005
19. Новиков В.С. Методы исследования в физиологии военного труда. М.: Воениздат, 1993. 240 с.
20. Захарченко М.П., Маймулов В.Г., Шабров А.В. Диагностика в профилактической медицине. СПб.: МФИН, 1997. 516 с.
21. Кишкун А.А. Руководство по лабораторным методам диагностики. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 779 с.
22. Мешков Н.А., Рахманин Ю.А. Методологические аспекты гигиенической оценки адаптивной реакции организма на влияние факторов профессиональной деятельности в системе оценки риска // Гигиена и санитария. 2021. Т. 100. № 4. С. 387–395. doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-4-387-395
23. Чумаков Н.В., Рахманов Р.С., Трошин В.В., и др. Значительная физическая нагрузка как критерий риска здоровью работающих в неблагоприятных по критериям тяжести трудового процесса условиях труда // Здоровье населения и среда обитания. 2016. № 3 (276). С. 14–16.
24. Рахманов Р.С., Сапожникова М.А., Блинова Т.В., Страхова Л.А., Разгулин С.А., Берзин И.А. Оценка некоторых биохимических показателей системы энергообеспечения организма при значительных физических нагрузках // Медицинский альманах. 2015. № 1 (36). С. 141–143
25. Мешков Н.А. Вегетативный тонус и адапционные реакции организма военнослужащих в зависимости от характера их профессиональной деятельности // Медицина катастроф. 2018. № 4 (104). С. 32–36.
26. Раджаббадиев Р.М. Биохимические маркеры адаптации высококвалифицированных спортсменов к различным физическим нагрузкам // Наука и спорт: современные тенденции. 2019. Т. 7. № 2. С. 81–91.
27. O'Connor RE, Brady W, Brooks SC, et al. Part 10: acute coronary syndromes: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation.* 2010;122(18 Suppl 3):S787–817. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.971028
28. Jastrzębski Z, Żychowska M, Jastrzębska M, et al. Changes in blood morphology and chosen biochemical parameters in ultra-marathon runners during a 100-km run in relation to the age and speed of runners. *Int J*

- Occup Med Environ Health.* 2016;29(5):801–814. doi: 10.13075/ijomeh.1896.00610
29. Banfi G, Colombini A, Lombardi G, Lubkowska A. Metabolic markers in sports medicine. *Adv Clin Chem.* 2012;56:1–54. doi: 10.1016/b978-0-12-394317-0.00015-7
  30. Araujo NC, Neto AMM, Fujimori M, et al. Immune and hormonal response to high-intensity exercise during orienteering. *Int J Sports Med.* 2019;40(12):768–773. doi: 10.1055/a-0970-9064
  31. Nansseu JR, Ama Moor VJ, Takam RDM, et al. Cameroonian professional soccer players and risk of atherosclerosis. *BMC Res Notes.* 2017;10(1):186. doi: 10.1186/s13104-017-2508-x
  32. Рослый И.М. Биохимические показатели в медицине и биологии. М.: МИА, 2015. 609 с.
  33. Park HY, Hwang H, Park J, Lee S, Lim K. The effects of altitude/hypoxic training on oxygen delivery capacity of the blood and aerobic exercise capacity in elite athletes – a meta-analysis. *J Exerc Nutrition Biochem.* 2016;20(1):15–22. doi: 10.20463/jenb.2016.03.20.1.3
- ### References
1. Shuteva EYu, Zaitseva TV. The impact of sport on people's life and health. *Nauchno-Metodicheskiy Elektronnyy Zhurnal "Kontsept".* 2017;(4):83–88. (In Russ.) Accessed June 10, 2021. <https://e-koncept.ru/2017/170084.htm>
  2. Yanchenko SV, Minina VA. [Influence of professional and amateur sports on the human body.] 2018;(14(200)):257–260. (In Russ.) Accessed June 10, 2021. <https://moluch.ru/archive/200/49078/>
  3. Kodaneva LN, Shulyatiev VM, Razmahova SU, Pushkina VN. Health and lifestyle of medical students. *Mezhdunarodnyy Nauchno-Issledovatel'skiy Zhurnal.* 2016;(12(54)Pt.4):45–47. (In Russ.) doi: 10.18454/IRJ.2016.54.046
  4. Glybochko PV, Esaulenko IE, Popov VI, Petrova TN. Health of Russian medical university students: problems and solutions. *Sechenovskiy Vestnik.* 2017;(2(28)):4–11. (In Russ.)
  5. Fertikova TE. State of students health and health-saving technologies: regional experience of Russian universities. *Morskaya Meditsina.* 2019;5(2):34–44. (In Russ.) doi: 10.22328/2413-5747-2019-5-2-34-44
  6. Gavrilov YuF, Kolesnikov IV. [The incidence of university entrants and students and ways to reduce it.] In: *Marine Education: Traditions, Realities i Perspectives: Proceedings of the Scientific and Practical Conference, Saint Petersburg, March 31, 2015.* Saint Petersburg: Admiral S.O. Makarov University of Marine and River Fleet Publ.; 2015;1:46–50. (In Russ.)
  7. Kazimova VM, Aliyeva RKh, Kazimov MA. Features of the incidence of medical students. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.* 2018;5(302):26–29. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2018-302-5-26-29
  8. Gruzieva TS, Galiienko LI, Pelo IM, Omelchuk ST, Antonuk OY. Health and lifestyle of students' youth: status, problems and ways of solution. *Wiad Lek.* 2018;71(9):1753–1758.
  9. Al-Sejari M. Sociocultural characteristic, lifestyle, and metabolic risk factors among a sample of Kuwaiti male university students. *Am J Mens Health.* 2017;11(2):308–317. doi: 10.1177/1557988316680937
  10. Al-Amari HG, Al-Khamees N. The perception of college students about a healthy lifestyle and its effect on their health. *J Nutr Food Sci.* 2015;5(6):437. doi: 10.4172/2155-9600.1000437
  11. Mishra SR, Neupane D, Shakya A, Adhikari S, Kallestur P. Modifiable risk factors for major non-communicable diseases among medical students in Nepal. *J Community Health.* 2015;40(5):863–868. doi: 10.1007/s10900-015-0012-6
  12. Deliens T, Deforche B, De Bourdeaudhuij I, Clarys P. Determinants of physical activity and sedentary behaviour in university students: a qualitative study using focus group discussions. *BMC Public Health.* 2015;15:201. doi: 10.1186/s12889-015-1553-4
  13. Ibrahim NK, Mahnashi M, Al-Dhaheri A, et al. Risk factors of coronary heart disease among medical students in King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia. *BMC Public Health.* 2014;14:411. doi: 10.1186/1471-2458-14-411
  14. Tomaev EK, Hosiyeve FB, Khubetsov AM. Physical education as a necessary condition of maintaining mental health of modern students. *Baltiyskiy Gumanitarnyy Zhurnal.* 2019;8(3(28)):159–162. (In Russ.). doi: 10.26140/bgz3-2019-0803-0040
  15. Eremenko VN, Medvedeva AS, Levchenko AA. The role of physical education in human life. *Azimuth Nauchnykh Issledovaniy: Pedagogika i Psikhologiya.* 2019;8(3(28)):353–355. (In Russ.) doi: 10.26140/anip-2019-0803-0091
  16. Janssen P. *Training Lactate Pulse Rate.* Murmansk: Tuloma Publ.; 2006. (In Russ.)
  17. Vecchia LAD, Barbic F, De Maria B, et al. Can strenuous exercise harm the heart? Insights from a study of cardiovascular neural regulation in amateur triathletes. *PLoS One.* 2019;14(5):e0216567. doi: 10.1371/journal.pone.0216567
  18. Cheung K, Hume P, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Med.* 2003;33(2):145–164. doi: 10.2165/00007256-200333020-00005
  19. Novikov VS. [Research Methods in Physiology of Military Labor.] Moscow: Voenizadt Publ.; 1993. (In Russ.)
  20. Zakharchenko MP, Maymulov VG, Shabrov AV. [Diagnosics in Preventive Medicine.] Saint Petersburg: MFIN Publ.; 1997. (In Russ.)
  21. Kishkun AA. [Guide to Laboratory Diagnostic Methods.] Moscow: GEOTAR-Media Publ.; 2007. (In Russ.)
  22. Meshkov NA, Rakhmanin YuA. Methodology for environmental health assessment of adaptive response to professional activity factors as part of health risk assessment. *Gigiena i Sanitariya.* 2021;100(4):387–395. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-4-387-395
  23. Chumakov NV, Rakhmanov RS, Troshin VV, et al. A considerable physical load as risk criterion for health of workers exposed to unfavorable working conditions according to criteria of work process severity. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.* 2016;(3(276)):14–16. (In Russ.)
  24. Rakhmanov RS, Sapozhnikova MA, Blinova TV, Strakhova LA, Razgulin SA, Berzin IA. Evaluation of several biochemical parameters of the system of body energy supply at significant physical loads. *Meditsinskiy A'l'manakh.* 2015;(1(36)):141–143. (In Russ.)
  25. Meshkov NA. Vegetative tonus and adaptive response of organism of military personnel depending on nature of their professional activity. *Meditsina Katastrof.* 2018;(4(104)):32–36. (In Russ.)
  26. Radzhabkadiyev RM. Biochemical markers of adaptation of highly qualified athletes to various physical activities. *Nauka i Sport: Sovremennye Tendentsii.* 2019;7(2):81–91. (In Russ.)
  27. O'Connor RE, Brady W, Brooks SC, et al. Part 10: acute coronary syndromes: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation.* 2010;122(18 Suppl 3):S787–817. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.971028
  28. Jastrzębski Z, Żychowska M, Jastrzębska M, et al. Changes in blood morphology and chosen biochemical parameters in ultra-marathon runners during a 100-km run in relation to the age and speed of runners. *Int J Occup Med Environ Health.* 2016;29(5):801–814. doi: 10.13075/ijomeh.1896.00610
  29. Banfi G, Colombini A, Lombardi G, Lubkowska A. Metabolic markers in sports medicine. *Adv Clin Chem.* 2012;56:1–54. doi: 10.1016/b978-0-12-394317-0.00015-7
  30. Araujo NC, Neto AMM, Fujimori M, et al. Immune and hormonal response to high-intensity exercise during orienteering. *Int J Sports Med.* 2019;40(12):768–773. doi: 10.1055/a-0970-9064
  31. Nansseu JR, Ama Moor VJ, Takam RDM, et al. Cameroonian professional soccer players and risk of atherosclerosis. *BMC Res Notes.* 2017;10(1):186. doi: 10.1186/s13104-017-2508-x
  32. Roslyly IM. [Biochemical Indicators in Medicine and Biology.] Moscow: MIA Publ.; 2015. (In Russ.)
  33. Park HY, Hwang H, Park J, Lee S, Lim K. The effects of altitude/hypoxic training on oxygen delivery capacity of the blood and aerobic exercise capacity in elite athletes – a meta-analysis. *J Exerc Nutrition Biochem.* 2016;20(1):15–22. doi: 10.20463/jenb.2016.03.20.1.3