

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.2.9>

УДК 613.6:796.085

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



## Оценка риска здоровью хоккеистов с шайбой по предикторам, характеризующим напряжение адаптационных систем организма

З.И. Жолдакова<sup>1</sup>, Р.С. Рахманов<sup>2,\*</sup>, Р.Ш. Хайров<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью»  
Федерального медико-биологического агентства, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Нижний Новгород, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Цель исследования:** поиск маркеров риска здоровью хоккеистов с шайбой по показателям крови.

**Материалы и методы:** оценили 40 показателей крови (характеризующие метаболизм нутриентов, гуморальный иммунитет, оксидативный и нитрозивный стресс, систему антиоксидантной защиты) у хоккеистов с различной массой тела через 2,5, 4 и 6 месяцев игрового сезона ( $n = 39$ ).

**Результаты:** мочевая кислота и креатинин свидетельствовали о недостаточном восстановлении организма после игр; креатинфосфокиназа-МВ и АсАТ — о влиянии на функцию сердечной мышцы (подтверждено коэффициентом де Ритиса). Дислипидемия выступала как важнейший фактор сердечно-сосудистого риска. Кортизол указывал на превалирование катаболических процессов и о психоэмоциональном напряжении. Изменения иммуноглобулинов и С-реактивного белка могли быть следствием компенсаторной реакции организма на стресс. Окисленный глутатион свидетельствовал о накоплении продуктов перекисного окисления липидов и наличии оксидативного стресса. Недостаточность витаминов группы В и Е могла снижать активность ферментных систем, ферментативного звена антиоксидантной системы, хрома — нарушать обмен углеводов и жиров.

**Заключение:** установлены предикторы для донозологической диагностики здоровья: мочевина, холестерин общий, высокой и низкой плотности, показатели витаминно-минерального баланса, изоформа креатинкиназы, аспартат-аминотрансфераза, кортизол, система глутатиона. Профессиональная деятельность оказывала наиболее негативное влияние на здоровье на лиц с меньшей массой тела.

**Ключевые слова:** хоккеисты, играющие в хоккей с шайбой, биохимические показатели преморбидных состояний, игровой сезон

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

**Для цитирования:** Жолдакова З.И., Рахманов Р.С., Хайров Р.Ш. Оценка риска здоровью хоккеистов с шайбой по предикторам, характеризующим напряжение адаптационных систем организма. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2021;11(2):18–24. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.2.9>

Поступила в редакцию: 22.03.2021

Принята к публикации: 03.06.2021

Online first: 01.08.2021

Опубликована: 10.08.2021

\* Автор, ответственный за переписку

## The evaluation of the health risk in ice hockey players based on the predictors that characterize the tension of adaptive organism systems

Zoya I. Zholdakova<sup>1</sup>, Rofail' S. Rakhmanov<sup>2,\*</sup>, Rashed Sh. Khayrov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centre for Strategic Planning of FMBA of Russia, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

### ABSTRACT

**Objective:** to search for markers of health risk in ice hockey players by the blood parameters.

**Materials and methods:** a total of 40 blood parameters (that characterize nutrient metabolism, humoral immunity, oxidative and nitrosative stress, the system of antioxidant protection) in hockey players with different body weights were evaluated 2.5, 4, and 6 months of the playing season ( $n = 39$ ).

**Results:** the levels of uric acid and creatinine indicated insufficient recreation of the organism after the games. Creatine phosphokinase-MB and AST indicated the influence on the cardiovascular muscle (verified by the De Ritis ratio). Dyslipidemia was the main factor of cardiovascular risk. Cortisol indicated the prevalence of catabolic processes and psychoemotional tension. The changes in the levels of immunoglobulins and C-reactive protein could result from a compensatory reaction of the organism to stress. The oxidized glutathione indicated the accumulation of products of lipid peroxidation and ongoing oxidative stress. The insufficiency in vitamins of groups B and E could decrease the effectiveness of enzymatic systems and enzymatic links of the oxidant system. The insufficiency of chrome could impair carbohydrate and fat metabolism.

**Conclusion:** predictors for prenosological diagnostics of general health were established. They included urea, total cholesterol of high and low density, vitamin-mineral balance parameters, isoform of creatine kinase, aspartate aminotransferase, cortisol, and glutathione. Professional activity had the most negative influence on the health of sportsmen with lower body weight.

**Keywords:** ice hockey players, biochemical parameters of premorbid conditions, season of play

**Conflict of interests:** the authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Zholdakova Z.I., Rakhmanov R.S., Khayrov R.Sh. The evaluation of the health risk in ice hockey players based on the predictors that characterize the tension of adaptive organism systems. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2021;11(2):18–24 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.2.9>

**Received:** 22 March 2021

**Accepted:** 3 June 2021

**Online first:** 1 August 2021

**Published:** 10 August 2021

\* Corresponding author

## 1. Введение

Высокие физические нагрузки и протяженность спортивного сезона не могут не приводить к формированию преморбидных состояний у профессиональных спортсменов. Поэтому необходимо проведение индивидуального донозологического контроля, направленного на оценку адаптационного риска [1–3]. В существующих единичных исследованиях для диагностики преморбидных состояний хоккеистов применяются функциональные пробы (изучение функции внешнего дыхания, ЧСС, ЭКГ, жизненная емкость легких) [4, 5]. При этом проведение регулярных биохимических исследований крови считается более эффективным для ранней диагностики различных отклонений в состоянии здоровья [6], поскольку преморбидные состояния приводят к неэффективности тренировочного процесса [7].

**Цель исследования:** поиск маркеров риска здоровью хоккеистов с шайбой по показателям крови на этапах спортивного сезона.

### Задачи исследования:

1. Изучить особенности изменений клинко-биохимических, санитарно-химических показателей, характеризующих метаболизм нутриентов, гуморальный иммунитет, оксидативный и нитрозивный стресс, систему антиоксидантной защиты у хоккеистов с различной массой тела в периоде игрового сезона.

2. Выявить предикторы преморбидных состояний для донозологической диагностики здоровья спортсменов.

## 2. Материал и методы

Объект исследования — пробы крови 39 хоккеистов в возрасте  $26,4 \pm 0,8$  года, отобранные после периода отдыха (через 1–2 дня при возвращении на базу после игр на выездах). Спортсмены основное время (до 80,0 % сезона игр) находились в командировках, где питание было организованным, порционированным. Несмотря на то что они ежедневно принимали специализированные продукты спортивного питания и спортивные напитки, их рацион не был сбалансированным [8]. Перед началом сезона игр спортсмены проходили медицинское обследование в диагностическом центре; у них все исследуемые клинко-лабораторные показатели были в норме.

Для установления групп риска по массе тела (МТ) выделили три категории спортсменов: до 25-центильного интервала (№ 1,  $n = 10$ ), 25–75-й интервал (№ 2,  $n = 16$ ) и более 75-го интервала (№ 3,  $n = 13$ ). Оценивались средние групповые показатели и показатели каждого хоккеиста через 2,5, 4 и 6 месяцев игрового сезона.

Оценку риска здоровью проводили по биохимическим показателям крови, характеризующим состояние метаболизма белков, жиров, углеводов, витаминную и минеральную насыщенность организма. Состояние здоровья оценивали по креатинкиназе-МВ, лактатдегидрогеназе (ЛДГ), аспартат-аминотрансферазе (АсАТ) (характеризовали функцию сердечной мышцы), билирубин у общего, гамма-глутамилтрансферазе, аланин-аминотрансферазе (АлАТ), щелочной фосфатазе (функция печени), миоглобину, ферритину (кислородтранспортная функция), кортизолу, тестостерону, эритропоэтину (гормональная система), иммуноглобулинам А и G (IgA, IgG) (гуморальный иммунитет), С-реактивному белку (наличие воспаления). Исследования проводили на автоматическом анализаторе Konelab-20 (Thermo Fisher Scientific Inc.). Используя наборы реагентов «Вектор Бест», определяли IgA, IgG, С-реактивный белок. Определяли витамины: А, Е (в сыворотке крови), В<sub>2</sub> (в цельной крови). На анализаторе биожидкостей «Флюорат — 02-АБЛФ-Т» определяли продукт распада пировиноградной кислоты (ПВК), который характеризовал насыщенность организма витамином В<sub>1</sub> (повышение ПВК свидетельствовало о снижении уровня витамина В<sub>1</sub>). Минеральные вещества (железо, магний, кальций, калий, неорганический фосфор) исследовали, применяя наборы реагентов фирмы «Ольвекс диагностика» (Россия), на биохимическом анализаторе CLIMA MC-15. Цинк и медь исследовали на атомно-абсорбционном спектрометре «Квант-2А». Реагенты PerOx (TOS/TOC) Kit и ImAnOx (TAS/TAC) Kit фирмы Immundiagnostik (Германия) использовали для изучения общего оксидативного статуса, окислительного стресса и общей антиокислительной способности сыворотки крови. Величины общих метаболитов азота (NOx) определяли фотометрически по В.А. Метельской [9]. Для определения уровня глутатиона в крови использовали метод Вудворта — Фрейя [10].

Все биохимические исследования проведены на базе ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора.

Рассчитывали индекс анаболизма (ИА = тестостерон / кортизол  $\times 100$  %), свидетельствующий об адекватности нагрузок [11], коэффициент де Ритиса (АсАТ / АлАТ), позволяющий судить о напряжении сердечной мышцы [12].

Анализ первичных данных провели, определяя средние величины, ошибки средних ( $M \pm m$ ) и достоверность различий по непараметрическим критериям Вилкоксона и Манна — Уитни.

### 3. Результаты исследования и их обсуждение

Данные, полученные в исследовании, показали недостаточность восстановления организма после периода отдыха и развития физического утомления. Так, у хоккеистов наиболее негативные отклонения в состоянии здоровья по клинико-лабораторным показателям крови были выявлены после четырех месяцев игр. Вероятно, это был наиболее напряженный отрезок хоккейного сезона, во время которого ряд показателей отклонялся от референтных значений. Например, уровень мочевины в сыворотке крови был выше на 28,5 % ( $p = 0,001$ ) по сравнению с предыдущим этапом исследования, что было отмечено у 76 % хоккеистов. Также увеличивался в пределах границ нормы уровень мочевой кислоты на 23,1 % ( $p = 0,001$ ); у 40 % обследуемых лиц были превышены референтные значения. Креатинин в границах нормы возрастал на 31,4 % (выше нормы у 28,0 % лиц).

ХС-ЛПНП через 2,5 и 4 мес. игр превышал норму. Выше референтного значения был и ОХС: на 9,1 % ( $p = 0,017$ ). Уровни ХС-ЛПВП в течение всего исследования были ниже нормы, что было обнаружено по этапам наблюдения у 66,7, 68,0 и 86,7 % спортсменов.

Превышение креатинфосфокиназы-МВ было у 60,0 %, а АсАТ у 45,5 %. Коэффициент де Ритиса, исходно не превышающий норму ( $1,14 \pm 0,08$  ед.), возрос до  $1,76 \pm 0,12$  ед. Уровень ЛДГ был больше на 18,2 % ( $p = 0,009$ ), оставаясь в пределах границ нормы.

У 84,6–95,8 % хоккеистов в течение всего сезона кортизол превышал норму, а ИА к шестому месяцу обследования составлял 3,22 ед. (был выше нормы). Это доказывало нарастающую неадекватность физических нагрузок на организм в ходе сезона игр.

На всех этапах наблюдения показатели витамина  $B_2$  в крови были ниже нормы у 64,0–93,4 % обследованных лиц; у 73,3–76,0 % был пониженным уровень витамина Е (среднее значение ниже нормы). Через 4 мес. игр сниженный уровень витамина  $B_1$  (по ПВК) определялся у 16,7 % (исходно у всех был в норме). К этому периоду минеральный баланс характеризовался снижением в пределах границ нормы уровня кальция ( $2,43 \pm 0,02$  против  $2,59 \pm 0,02$  ммоль/л,  $p = 0,001$ ). Хром, исходно находясь на уровне нижней границы нормы, к четвертому месяцу была ниже нормы на 42,0 % ( $p = 0,044$ ).

По этапам наблюдения достоверных изменений уровней IgA и IgG, которые были в пределах границ нормы, не обнаружили. Вместе с тем после четырех месяцев игр IgG превышал норму у 30,4 %, а IgA — у 4,0 % лиц. СРБ с  $2,6 \pm 0,6$  возрастал до  $3,95 \pm 0,6$  мг/л (на 51,9 %,  $p = 0,009$ ); он был выше нормы у 8,3 % обследованных лиц.

Уже через 2,5 мес. игр соотношение глутатион восстановленный/окисленный при норме 10/1 составляло 9,57 ед. Максимальный рост окисленного глутатиона выявили через 4 мес. игр, что определило наименьшее значение соотношения восстановленного и окисленного глутатиона: 7,03. Нитрозивный стресс в этот период игр выявлялся у 20,8 % лиц. Значения уровней пероксидов указывали на наличие среднего оксидативного стресса у 26,1 % спортсменов (исходно — у 22,2 %). К концу наблюдения средний оксидативный стресс выявлялся у 40,0 %.

Полученные данные позволяли судить о состоянии здоровья спортсменов. У них был организованный, порционный рацион питания, они имели высокую спортивную квалификацию кандидатов и мастеров спорта, разница в возрасте спортсменов составляла в пределах десяти лет, был схожий образ жизни, что оказывало одинаковое влияние на обмен веществ. Так, превышение референтных границ мочевины, нарастание мочевой кислоты и креатинина свидетельствовало о недостаточном восстановлении организма после игр [13–16]. Нарушения липидного обмена (ОХС, ХС-ЛПНП, ХС-ЛПВП) выступали как важнейший фактор сердечно-сосудистого риска [17]. Отмечалось превышение креатинфосфокиназы-МВ и АсАТ (являются предикторами негативного влияния профессиональной деятельности на функцию сердечной мышцы) [18, 19]. Это подтверждал и коэффициент де Ритиса. Превышенные значения кортизола у большинства спортсменов указывали на превалирование катаболических процессов, что также является прогностически отрицательным критерием. Кроме того, он свидетельствовал о психоэмоциональном напряжении спортсменов. Повышение кортизола могло приводить к дисбалансу липидов в связи с усилением энергетических процессов за счет мобилизации липидов и жирных кислот [20]. Следствием компенсаторной реакции организма на стресс могли быть изменения содержания иммуноглобулинов и СРБ [21]. Нарастание окисленного глутатиона свидетельствовало о накоплении продуктов перекисного окисления липидов и наличии оксидативного стресса у спортсменов [22]. Недостаточная насыщенность организма витаминами группы В и Е снижает метаболическую активность ферментных систем, ферментативного звена антиоксидантной системы. Нарушению обмена углеводов и жиров способствует сниженный уровень хрома [23].

В исследовании было установлено, что данная профессиональная деятельность оказывала наиболее негативное влияние на здоровье на лиц с меньшей МТ. Так, ХС-ЛПВП был снижен только у лиц группы 1, в то время как у остальных был в пределах нормы. Насыщенность витаминами  $B_2$  и Е также была ниже референтных

Таблица

Характеристика клинико-лабораторных показателей риска здоровью хоккеистов в динамике наблюдения ( $M \pm m$ )

Table

Characteristics of clinical and laboratory indicators of health risk of hockey players in the dynamics of observation ( $M \pm m$ )

№	Показатель, норма / Indicator, normal values	Период игрового сезона		
		2,5 мес. / 2.5 months	4 мес. / 4 months	6 мес. / 6 months
1	Мочевина, 2,2–7,2 ммоль/л / Urea, 2.2–7.2 mmol/l	6,38 $\pm$ 0,3*	8,2 $\pm$ 0,3*	6,27 $\pm$ 0,27***
2	ОХС, 5,2 ммоль/л / Total cholesterol, <5.2 mmol/l	4,92 $\pm$ 0,12*	5,36 $\pm$ 0,13 *	4,71 $\pm$ 0,26 ***
3	ХС-ЛПНП, <3,37 ммоль/л / Cholesterol-LDL, <3.37 mmol/l	3,41 $\pm$ 0,11**	3,45 $\pm$ 0,11***	2,96 $\pm$ 0,18**
4	ХС-ЛПВП, 1,55–5,55 ммоль/л / Cholesterol-HDL, 1.55–5.55 mmol/l	1,46 $\pm$ 0,07*	1,45 $\pm$ 0,06*	1,35 $\pm$ 0,03***
5	АсАТ, до 35 Ед/л / AsAT, up to 35 U / l	32,96 $\pm$ 1,65	38,36 $\pm$ 2,3	36,46 $\pm$ 1,82
6	КК-МВ, до 25 Ед/л / Creatine phosphokinase-MB, up to 25 U / l	24,66 $\pm$ 0,78	27,24 $\pm$ 1,16	26,0 $\pm$ 2,54
7	Витамин Е, 8–18 мкг/мл / Vitamin E, 8–18 $\mu$ g / ml	6,61 $\pm$ 0,31	7,51 $\pm$ 0,38	7,09 $\pm$ 0,56
8	Витамин В <sub>2</sub> , 10–50 мкг/% / Vitamin B <sub>2</sub> , 10–50 $\mu$ g / %	9,75 $\pm$ 0,41**	9,9 $\pm$ 0,46***	6,6 $\pm$ 0,27**
9	Хром, 0,05–0,1 мкг/мл / Chromium, 0.05–0.1 $\mu$ g / ml	0,05 $\pm$ 0,005*	0,03 $\pm$ 0,006*	0,03 $\pm$ 0,006**
10	Кортизол, 190–690 нмоль/л / Cortisol, 190–690 nmol / L	925,89 $\pm$ 35,4**	946,79 $\pm$ 33,4***	815,75 $\pm$ 32,1***
11	Глутатион восстановленный / Reduced glutathione	1105,2 $\pm$ 48,1	1235,2 $\pm$ 51,1	1317,9 $\pm$ 55,6
12	Глутатион окисленный / Oxidized glutathione	115,5 $\pm$ 10,3	175,6 $\pm$ 13,5	161,4 $\pm$ 10,0

Примечание: \* достоверность различий через 2,5 и после 4 месяцев игр; \*\* достоверность различий через 2,5 и после 6 месяцев игр; \*\*\* достоверность различий через 4 и после 6 месяцев игр; глутатион восстановленный + окисленный, норма — 780–1200 мМ/л.

Note: \* reliability of differences after 2.5 and after 4 months of games; \*\* reliability of differences after 2.5 and after 6 months of games; \*\*\* reliability of differences after 4 and after 6 months of games; reduced + oxidized glutathione, normal values — 780–1200 mM / L.

значений лишь в 1-й группе. Показатели мочевины, КК-МВ, коэффициента атерогенности и де Ритиса подтверждали донозологические отклонения, наиболее выраженные у лиц с меньшей МТ.

Таким образом, для донозологической диагностики и профилактики преморбидных изменений у профессиональных хоккеистов с шайбой следует уделять внимание показателям крови, характеризующим белковый, жировой обмен, витаминно-минеральный баланс, состояние сердечной мышцы, системы глутатиона организма (табл.).

В настоящее время установлен единый перечень и порядок обследования спортсменов различных уровней специализации<sup>1</sup>. Определен перечень биохимических исследований. Наше наблюдение показало, что он не в достаточной мере оценивает здоровье спортсменов данной квалификации. Нами определены особенности, например, в липидном обмене: повышение ХС-ЛПНП и снижение ХС-ЛПВП (эти исследования не включены в перечень). Определены особенности в витаминном обмене, состоянии детоксикационной защиты, которые также не вошли в этот перечень.

#### 4. Выводы

1. Проведенное исследование с привлечением широкого перечня исследований выявило значимые донозологические изменения у спортсменов, которые могут приводить к ухудшению их здоровья. Данные исследования могут быть рекомендованы для сохранения здоровья и профессиональной надежности хоккеистов. Проведение подобных исследований на этапах сезона позволит принимать тренерскому составу и медицинским работникам меры по профилактике дезадаптационных сдвигов и сохранять работоспособность спортсменов, а значит, и результативность команды.

2. Исследование показало необходимость установления перечня клинико-лабораторных исследований соответственно видам спорта, например циклические, скоростно-силовые и т. д. Кроме того, для предупреждения риска здоровью необходимо проводить определение донозологических показателей на этапах спортивно-соревновательного цикла. Необходимым условием является дифференцированная оценка этих показателей в группах спортсменов с различной массой тела.

<sup>1</sup> Приказ МЗ РФ от 02.12.2020 № 1144н «Об утверждении порядка оказания медицинской помощи лицам, занимающимся физической культурой и спортом (в том числе при подготовке и проведении физкультурных мероприятий и спортивных мероприятий), включая порядок медицинского осмотра лиц, желающих пройти спортивную подготовку, желающих заниматься физической культурой и спортом в организациях и (или) выполнять нормативы испытаний (тестов) Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» (ГТО) и форм медицинских заключений о допуске к участию в физкультурных и спортивных мероприятиях».



**Вклад авторов:**

**Жолдакова Зоя Ильинична** — концепция и дизайн исследования, редактирование.

**Рахманов Рофаиль Салыхович** — написание текста статьи, редактирование.

**Хайров Рашид Шамильевич** — сбор и обработка материала.

**Список литературы**

1. **Погоньшева И.А., Погоньшев Д.А.** Функциональное состояние сердца студентов, занимающихся спортом в условиях Севера. Теория и практика физической культуры. 2017;(6):99–101.
2. **Малеев Д.О., Виноградов Е.Г., Исаев А.П., Ходкевич В.А.** Совершенствование тренировочного процесса биатлонистов 1617 лет на основе применения гипоксически гиперкапнических экспозиций и контроля изменений преморбидного состояния сердечно-сосудистой системы в базовом блоке подготовки. Человек. Спорт. Медицина. 2020;20(2):14–21. <https://doi.org/10.14529/hsm200202>
3. **Berge H.M., Isern C.B., Berge E.** Blood pressure and hypertension in athletes: a systematic review. Br. J. Sports Med. 2015;49(11):716–723. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093976>.
4. **Левшин И.В., Селиверстова В.В., Курьянович Е.Н., Аржаков В.В.** Прогностические критерии формирования преморбидных состояний во время физических тренировок. В: Котив Б.Н., ред. Современные противоречия и направления развития авиационной и космической медицины: материалы научно-практической конференции, посвященной 60-летию кафедры авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. СПб.: ВМА им. С.М. Кирова; 2018, с. 159–164.
5. **Селиверстова В.В.** Адаптационные возможности механизмов регуляции функций спортсменов хоккеистов 18–22 лет. Олимпийский спорт и спорт для всех: XX Международный научный конгресс, Санкт-Петербург, 16–18 декабря 2016 года. Ч. 2. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого; 2016, с. 144–146.
6. **Белогорцев Д.О.** Преморбидные изменения состояния здоровья у лиц систематически занимающихся физической подготовкой. Медико-биологические аспекты физической подготовки и спорта в Вооруженных силах Российской Федерации : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 180-летию со дня рождения П.Ф. Лесгафта (1837–1909), Санкт-Петербург, 05–06 октября 2017 года. Ч. 3. СПб.: Военный институт физической культуры; 2017, с. 24–26.
7. **Коломиец О.И., Быков Е.В., Чипышев А.В.** Современные технологии медико-биологического сопровождения спорта и физической деятельности. Научно-спортивный вестник Урала и Сибири. 2017;(2(14)):24–29.
8. **Рахманов Р.С., Богомолова Е.С., Хайров Р.Ш.** Характеристика рационов питания хоккеистов. Вопросы питания. 2019;88(4):57–65.
9. **Метельская В.А., Гуманова Н.Г.** Скрининг-метод определения уровня метаболитов азота в сыворотке крови. Клиническая лабораторная диагностика. 2005;(6):15–18.
10. **Переслегина И.А., Габина С.В., Макарова И.Б., Жукова Е.А., Коркоташвили Л.В.** Детоксицирующая функция печени по данным фармакокинетики антипирина при заболеваниях органов пищеварения у детей. Эфферентная терапия. 2005;(2):14–17.

**Authors' contributions:**

**Zoya I. Zholdakova** — study design and concept, editing.

**Rofail' S. Rakhmanov** — manuscript preparation, editing.

**Rashed Sh. Khayrov** — collection and processing of the material.

**References**

1. **Pogonysheva I.A., Pogonyshev D.A.** Academic sports in Far North: sporting students heart functionality tests. Teoriya i praktika fizicheskoi kul'tury = Theory and Practice of Physical Culture. 2017;(6):99–101 (In Russ.).
2. **Maleev D.O., Vinogradov E.G., Isaev A.P., Khodkevich V.A.** Improving the Training Process of 16-17-Year-Old Biathletes by Means of Hypoxic-Hypercapnic Exposures and Control of Changes in the Premorbid Condition of the Cardiovascular System in the Basic Stage of Sports Preparation. Chelovek. Sport. Meditsina = Human. Sport. Medicine. 2020;20(2):14–21 (In Russ.). <https://doi.org/10.14529/hsm200202>.
3. **Berge H.M., Isern C.B., Berge E.** Blood pressure and hypertension in athletes: a systematic review. Br. J. Sports Med. 2015;49(11):716–723. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093976>.
4. **Levshin I.V., Seliverstova V.V., Kur'yanovich E.N., Arzhakov V.V.** Predictive criteria for establishment of pre-morbid conditions during physical training. In: Kotiv B.N., ed. Modern contradictions and directions of development of aviation and space medicine. Materials of the scientific-practical conference dedicated to the 60th anniversary of the Department of Aviation and Space Medicine of the Military Medical Academy named after S.M. Kirov. St. Petersburg: S.M. Kirov Military Medical Academy; 2018, p. 159–164 (In Russ.).
5. **Seliverstova V.V.** Adaptive capacity of functional regulation mechanisms of hockey players athletes of 18–22 years. Olympic sport and sport for all. XX International Scientific Congress. 16–18 December, 2016, Saint-Petersburg. Part 2. St. Petersburg: Publishing house of Polytechnic University; 2016, p. 144–146. (In Russ.).
6. **Belogortsev D.O.** Premorbid changes in the health status of individuals regularly engaged in physical training. Biomedical aspects of physical training and sports in the Armed Forces of the Russian Federation: Materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 180th anniversary of the birth of P.F. Lesgaft (1837–1909), St. Petersburg, 05–06 October 2017. St. Petersburg: Military Institute of Physical Culture; 2017, p. 24–26 (In Russ.).
7. **Kolomiets O.I., Bykov E. V., Chipyshev A.V.** Modern technologies of medical-biological support of sport and physical activities. Nauchno-sportivnyi vestnik Urala i Sibiri = Ural and Siberia bulletin of sports science. 2017;(2(14)):24–29 (In Russ.).
8. **Rakhmanov R.S., Bogomolova E.S., Khayrov R.Sh.** Estimation of the diet and metabolic status of hockey players with different body mass. Voprosy pitaniya = Problems of nutrition. 2019;88(4):57–65 (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10042>.
9. **Metelskaya V.A., Gumanova N.G.** Screening-method for nitric oxide metabolites determination in human serum. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika = Russian Clinical laboratory diagnostics. 2005;(6):15–18 (In Russ.).
10. **Pereslegina I.A., Gabina S.V., Makarova I.B., Zhukova E.A., Korkotashvili L.V.** Detoxifying liver function according to the pharmacokinetics of antipyrine in diseases of the digestive system in children. Efferentnaya terapiya [Efferent therapy]. 2005;(2):14–17 (In Russ.).

11. **Фролова О.В., Кондакова Ю.А.** Индекс анаболизма спортсменов высокой квалификации циклических видов спорта. Медицина: актуальные вопросы и тенденции развития. 2015;(6):74–80.
12. **Steininger M., Winter M.P., Reiberger T., Koller L., El Hamid F., Forster S., et al.** De-Ritis Ratio Improves LongTerm Risk Prediction after Acute Myocardial Infarction J. Clin. Med. 2018;7(12):474. <https://doi.org/10.3390/jcm7120474>
13. **Раджабкәдиев Р.М.** Биохимические маркеры адаптации высококвалифицированных спортсменов к различным физическим нагрузкам. Наука и спорт: современные тенденции. 2019;7(2):81–91.
14. **Исаев А.П., Эрлих Ю.Б., Хусайнова В.В., Епишев А.В., Ненашева А.В., Романова Е.В.** Системный анализ тренировки и моделирования долговременных адаптационных процессов спортсменов высокой квалификации в условиях интегральной подготовки. Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». 2013;(3):23–35.
15. **Coelho W.S., Viveiros de Castro L., Deane E.** Investigating the cellular and metabolic responses of world class canoeists training: a sportomics approach. Nutrients. 2016;8(11):719. <https://doi.org/10.3390/nu8110719>
16. **Xing J.Q., Zhou Y., Fang W.** The effect of pre competition training on biochemical indices and immune function of volleyball players. Int. J. Clin. Exp. Med. 2013;6(8):712–715.
17. **Nasseu J.R., Ama Moor V.J., Takam R.D.M., ZingAwona B., AzabjiKenfack M., Tankeu F., et al.** Cameroonian professional soccer players and risk of atherosclerosis. / BMC Res. Notes. 2017;10(1):186. <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2508-x>
18. **Hemalatha T., UmaMaheswar T. I., Krithiga G., Sankaranarayanan P., Puvanakrishnan R.** Enzymes in clinical medicine: an overview. Indian J. Exp. Biol. 2013;51(10):777–788.
19. **Nie J., Tong T.K., George K., Fu F.H., Lin H., Shi Q.** Resting and post exercise serum biomarkers of cardiac and skeletal muscle damage in adolescent runners. Scand. J. Med. Sci. Sports. 2011;21(5):625–629. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01096.x>
20. **Nasseu J.R., Ama Moor V.J., Takam R.D.M., ZingAwona B., AzabjiKenfack M., Tankeu F.** Cameroonian professional soccer players and risk of atherosclerosis. BMC Res. Notes. 2017;10(1):186. <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2508-x>
21. **Афанасьева И.А.** Показатели В-системы иммунитета при стрессе у спортсменов. Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2007;(5(27)):3–7.
22. **Бабак О.Я.** Глутатион в норме и при патологии: биологическая роль и возможности клинического применения. Здоров'я України. 2015;(1):1–3.
23. **Каркищенко Н.Н., Уйб В.В., ред.** Очерки спортивной фармакологии. Том 2. Векторы фармакопротекции. М., СПб.: Айсинг; 2014. 448 с.
11. **Frolova O.V., Kondakov Y.A.** Index of anabolism highly qualified sportsmen of cyclic sports. Meditsina: aktual'nye voprosy i tendentsii razvitiya = Medicine: current issues and development trends. 2015;(6):74–80 (In Russ.)
12. **Steininger M., Winter M.P., Reiberger T., Koller L., El Hamid F., Forster S., et al.** De-Ritis Ratio Improves LongTerm Risk Prediction after Acute Myocardial Infarction J. Clin. Med. 2018;7(12):474. <https://doi.org/10.3390/jcm7120474>
13. **Radzhabkadiyev R.M.** Biochemical markers of adaptation of highly qualified athletes to various physical activities. Nauka i sport: sovremennye tendentsii = Science and Sport: modern tendencies. 2019;7(2):81–91 (In Russ.).
14. **Isaev A.P., Erlikh V.V., Khusainova Yu.B., Epishev V.V., Nenashcheva A.V., Romanova E.V.** The system analysis of training and modelling of long-term adaption processes for high qualified sportsmen under the conditions of integrated training. Vestnik YuUrGU. Seriya «Obrazovanie, zdravookhranenie, fizicheskaya kul'tura» = Bulletin of the South Ural State University Series "Education, Healthcare Service, Physical Education". 2013;(3):23–35 (In Russ.).
15. **Coelho W.S., Viveiros de Castro L., Deane E.** Investigating the cellular and metabolic responses of world class canoeists training: a sportomics approach. Nutrients. 2016;8(11):719. <https://doi.org/10.3390/nu8110719>
16. **Xing J.Q., Zhou Y., Fang W.** The effect of pre competition training on biochemical indices and immune function of volleyball players. Int. J. Clin. Exp. Med. 2013;6(8):712–715.
17. **Nasseu J.R., Ama Moor V.J., Takam R.D.M., ZingAwona B., AzabjiKenfack M., Tankeu F., et al.** Cameroonian professional soccer players and risk of atherosclerosis. / BMC Res. Notes. 2017;10(1):186. <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2508-x>
18. **Hemalatha T., UmaMaheswar T. I., Krithiga G., Sankaranarayanan P., Puvanakrishnan R.** Enzymes in clinical medicine: an overview. Indian J. Exp. Biol. 2013;51(10):777–788.
19. **Nie J., Tong T.K., George K., Fu F.H., Lin H., Shi Q.** Resting and post exercise serum biomarkers of cardiac and skeletal muscle damage in adolescent runners. Scand. J. Med. Sci. Sports. 2011;21(5):625–629. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01096.x>
20. **Nasseu J.R., Ama Moor V.J., Takam R.D.M., ZingAwona B., AzabjiKenfack M., Tankeu F.** Cameroonian professional soccer players and risk of atherosclerosis. BMC Res. Notes. 2017;10(1):186. <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2508-x>
21. **Afanasyeva I.A.** Indicators of the Bsystem of immunity during stress in athletes. Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta. 2007;(5(27)):3–7 (In Russ.).
22. **Babak O.Ya.** Glutathione in normal and pathological conditions: biological role and clinical potential. Zdorov'ya Ukraini. 2015;(1):1–3 (In Russ.).
23. **Karkishchenko N.N., Uyby V.V., eds.** Essays on sports pharmacology. Vol. 2. Vectors of pharmacoprotection. Moscow, SPb.: Aising Publ.; 2014. 448 p. (In Russ.).

**Информация об авторах:**

**Жолдакова Зоя Ильинична**, д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства, 119121, Россия, Москва, ул. Погодинская, 10/1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5658-623X> ([brean38@mail.ru](mailto:brean38@mail.ru))

**Рахманов Рофаиль Салыхович\***, д.м.н., профессор кафедры гигиены ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 603005, Россия, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1531-5518> (+7 (910) 792-89-82; [raf53@mail.ru](mailto:raf53@mail.ru))

**Хайров Рашид Шамильевич**, ассистент кафедры гигиены ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 603005, Россия, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6007-2036> (+7 (915) 948-31-53; [hairword@yandex.ru](mailto:hairword@yandex.ru))

**Information about the authors:**

**Zoya I. Zholdakova**, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor, leading researcher of the Centre for Strategic Planning of FMBA of Russia, 10/1, Pogodinskaya str., Moscow, 119121, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5658-623X> ([brean38@mail.ru](mailto:brean38@mail.ru))

**Rofail' S. Rakhmanov\***, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Hygiene of the Privolzhsky Research Medical University, 10/1, Minin and Pozharsky sq., Nizhniy Novgorod, 603005, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1531-5518> (+7 (910) 792-89-82; [raf53@mail.ru](mailto:raf53@mail.ru))

**Rashed Sh. Khayrov**, Assistant Professor of the Department of Hygiene of the Privolzhsky Research Medical University, 10/1, Minin and Pozharsky sq., Nizhniy Novgorod, 603005, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-6007-2036> (+7 (915) 948-31-53; [hairword@yandex.ru](mailto:hairword@yandex.ru))

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author