

ЗНАЧИМОСТЬ БИОХИМИЧЕСКИХ И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К ТРЕНИРОВОЧНЫМ НАГРУЗКАМ

А.С. Бахарева, В.И. Заляпин, Е.В. Харитонова, Г.В. Буданов

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Цель исследования. Изучение динамики гематологических и биохимических показателей крови лыжников-гонщиков в различных периодах подготовки, в зависимости от их квалификации, а также в определении значимых показателей, на основании которых можно прогнозировать результаты выступлений спортсменов на предстоящих соревнованиях. **Материалы и методы.** Контингент исследования составили лыжники-гонщики мужского состава в возрасте 21–23 года спортивной квалификации КМС (14 человек) и МС (6 человек). Для достижения поставленной цели в работе использовались инструментальные методы и методы математической статистики. **Результаты.** Установлено, что из всей совокупности переменных значимыми показателями при их динамике от подготовительного к соревновательному периоду выявлены следующие: липопроотеиды низкой плотности ($p = 0,00$); фермент ацетилхолинэстераза эритроцитов ($p = 0,02$); время свертывания крови ($p = 0,021$); фермент креатининкиназа скелетных мышц (КФК) ($p = 0,00$); гематокрит ($p = 0,035$); триглицериды ($p = 0,05$). **Заключение.** Наше исследование показывает, что при значимой динамике выявленных показателей в периодах подготовки лыжники-гонщики способны демонстрировать результаты в пределах не более 67,89 RUS-пунктов по дистанционным видам (80 место из 2000 спортсменов в рейтинговой базе ФЛГР).

Ключевые слова: лыжники-гонщики, адаптация, гипоксия, анаэробный гликолиз.

Введение. Высокие физические нагрузки в лыжных гонках сопровождаются значительными метаболическими и гематологическими изменениями. Биохимические и гематологические показатели крови уже на подготовительном этапе позволяют диагностировать уровень готовности спортсмена или признаки утомления и рационально подходить к управлению подготовкой спортсменов [9, 11, 13].

Однако проблема выявления конкретных биохимических факторов, регулирующих работоспособность, остается особенно актуальной, когда речь идет о спортсменах высокой и высочайшей квалификации, работающих с предельным напряжением систем вегетативного обеспечения мышечной деятельности.

Организация и методы исследования. Для проведения обследования и анализа результатов были привлечены две группы спортсменов. Первую группу составили 7 лыжников-гонщиков, RUS-пункт (по дистанционным гонкам) которых находился в пределах до 67,89 (в дальнейшем мы её называем *группа лидеров*); вторую – 10 лыжников-гонщиков, подготовка с RUS-пунктами от 73,22 и выше (в дальнейшем – *общая группа*). Исследование проводилось в *подготовительный период*

(июнь месяц) и в период стартов (*соревновательный период*, февраль-март). Гематологические (19 параметров)¹ и биохимические (36 параметров)² показатели состояния спортсменов определялись с помощью неинвазивного анализатора крови (АМП, Украина, регистра-

¹ Гемоглобин (г/л), эритроциты (в 1 мм^3), лейкоциты ($\times 10^9/\text{л}$), МСН (пг), MCV (фл), цветной показатель крови (ед.), лимфоциты (%), н. сегментоядерн. (%), эозинофилы (%), моноциты (%), н. палочкоядерн. (%), СОЭ (мм/ч), начало свертывания крови (мин, с), конец свертывания крови (мин, с), тромбоциты ($\times 10^3$), фибриноген (г/л), протромбиновый индекс (%), гематокрит (%).

² Концентрация Са, Mg, K, Na (ммоль/л), концентрация молочной кислоты (ммоль/л), концентрация глюкозы (ммоль/л), гликоген (мг%), AST (ммоль/л), ALT (ммоль/л), AST (U/l), ALT (U/l), AST/ALT, билирубин общий (мкмоль/л), билирубин прямой (мкмоль/л), билирубин не прямой (мкмоль/л), концентрация белка плазмы (г/л), концентрация креатинина (мкмоль/л), дофамин- β -гидролаза (нм/мл/мин), концентрация мочевины (ммоль/л), холестерин общий (ммоль/л), β -липопротеиды (ммоль/л), β -липопротеиды (г/л), липопроотеиды низкой плотности (ммоль/л), липопроотеиды очень низкой плотности (ммоль/л), липопроотеиды высокой плотности (ммоль/л), триглицериды (ммоль/л), концентрация глюкозы (ммоль/л), тестостерон мочи, эстрогены общие мочи, тирозин T4, амилаза (г/л·ч), ацетилхолин (мкг/г/мл), ацетилхолинэстераза эритроцитов (мкмоль/л), креатининкиназа мышц (мкмоль/мин/кг), креатининкиназа сердца (мкмоль/мин/кг).

ционное удостоверение № ФСЗ 2008/02305). Из всей совокупности полученных данных для дальнейшего анализа были отобраны³ показатели, демонстрирующие значимую динамику средних значений в зависимости от тренировочно-соревновательного периода (*подготовительный или соревновательный*) и/или от квалификации спортсмена (*лидер или обшая группа*).

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ табл. 1 позволяет увидеть показатели, обуславливающие эффективность адаптации к физическим нагрузкам и демонстрирующие значимую динамику от подготовительного периода к соревновательному в группе лидеров.

турных компонентов клеток (особенно мембран миоцитов) и ряда гормонов, в частности, коры надпочечников, принимающих активное участие в процессах адаптации к мышечным нагрузкам [19].

При увеличении уровня ацетилхолинэстеразы (АХЭ) к периоду стартов лыжники-гонщики показывают лучшие спортивные результаты. Ранее в публикации под редакцией Л.Д. Фаткуллиной с соавт. [14], указано, что ацетилхолинэстераза (АХЭ) регулирует уровень ацетилхолина (АХ) и рецепторы этого медиатора. При этом синтез АХЭ и, соответственно, ее количество контролируется паттерном активности синапса.

Уменьшение времени свертывания крови

Таблица 1
Table 1

Динамика биохимических и гематологических показателей крови
в группе лидеров в периодах подготовки
Dynamics of biochemical and hematological indicators in the group of leaders at the preparation stage

Показатели / Indicator	Подготовительный период Preparation stage	Соревновательный период Competitive stage	Значимость Significance
Липопротеиды низкой плотности, ммоль/л Low density lipoproteins, mmol/l	2,2743	2,3786	0,00
Ацетилхолинэстераза эритроцитов, мкмоль/л Erythrocyte acetylcholinesterase, umol/l	251,2929	262,1043	0,015
Конец свертывания крови, с End of blood coagulation, s	2,0757	2,1714	0,02
Креатининкиназа скелетных мышц, мкмоль/мин/кг Skeletal muscle creatine kinase, umol/min/kg	476,0864	474,5171	0,021
Гематокрит, % Hematocrit, %	39,9864	48,2371	0,035
Триглицериды, ммоль/л Triglycerides, mmol/l	1,6714	1,0643	0,05

Так, динамика уровня липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) к периоду стартов в группе лидеров стала самой значимой из всех гематологических и биохимических показателей крови. Это обстоятельство хорошо согласуется с результатами других исследований, показывающих, что ЛПНП служат важным звеном в оценке адаптивных возможностей организма спортсменов и степени его неспецифической резистентности [4, 18, 20]. ЛПНП необходимы для образования струк-

в подготовительном периоде и повышение его в период стартов указывает на эффективный механизм адаптации лыжников-гонщиков. По данным публикации под редакцией Е.В. Альфонсовой с соавт. [1], гиперкоагуляция с активным вовлечением в этот процесс адгезивно-агрегативных клеточных реакций возникает на фоне ацидоза. При этом из тромбоцитов выделяется серотонин, который ускоряет распад фермент-субстратного комплекса в АТФ-азной реакции, гидролиз АТФ [3] и, следовательно, скорость сокращения мышечного волокна.

Увеличение активности гликолитического энзима креатининкиназы скелетных мышц в подготовительном периоде дополнительно

³С помощью стандартных процедур рангового корреляционного анализа и непараметрического дисперсионного анализа – теста Крускала-Уоллеса (Kruskal-Wallis one way analysis of variance).

подтверждает усиление активности анаэробного гликолиза ресинтеза АТФ. К периоду стартов наблюдается снижение фермента креатининкиназы, однако уровень этого фермента остается в пределах референтных границ (473–483 мкмоль/мин/кг). Повышение в подготовительном периоде креатининкиназы скелетных мышц обуславливает повышение проницаемости клеточных мембран вследствие появления мышечных микротравм или растяжения мышц. В результате чего провоцируется ответ на клеточном и молекулярном уровне: модуляция гормонов (инсулиноподобный фактор роста-1, механический фактор роста), белков регуляторов, увеличение транскрипции и РНК [16].

Гематокрит (Ht) является индикатором дегидратации, и его повышение до верхней границы нормы (35–49 %) к периоду стартов в группе лидеров предопределило уменьшение объема плазмы крови – гиповолемию. В ходе исследований было установлено, что дегидратация организма является следствием процесса D-лактат-ацидоза [6]. С точки зрения физиологического эффекта адаптации лыжников-гонщиков гиповолемия указывает на перераспределение крови с перенаполнением венозного русла, на изменения регуляции сосудистого тонуса артериальных и венозных сосудов нижних конечностей, что снижает механическую нагрузку на сердце по перекачиванию крови в состоянии покоя [7].

Повышение концентрации триглицеридов в подготовительном периоде в группе лидеров можно объяснить усиленной активацией анаэробного гликолиза ресинтеза АТФ в мышечном волокне при проведении тренировочных занятий. В силу чего липидные механизмы энергообеспечения снижаются. По мере повышения тренированности при мышечной работе устойчивость к гипоксии организма спортсменов повышается, что обуславливает

мобилизацию жира из жировых депо, указывая на увеличение аэробных возможностей лыжников-гонщиков в период стартов [15, 17].

При мониторинге биохимических и гематологических параметров крови в общей группе спортсменов от подготовительного к соревновательному периоду ни один из измерявшихся в процессе исследования показателей не продемонстрировал значимой вариабельности. Данный факт может свидетельствовать о неэффективности и нерациональности выполняемой тренировочной нагрузки, не обуславливающей адаптационных изменений основных энергетических систем и функциональной перестройки организма.

В подготовительном периоде значимое отличие показателей группы лидеров от показателей общей группы спортсменов продемонстрировали переменные, представленные в табл. 2.

Значимое повышение энзимов печени AST-2 и AST-2 выше нормы (8–40 U/l и 0,1–0,45 ммоль/л соответственно) и снижение их соотношения (коэффициент де Ритиса, 0,8–1,2) в группе лидеров свидетельствуют о напряженной работе печени.

Как правило, ферменты печени активно участвуют в обмене аминокислот и являются катализаторами для обратимых переносов аланина (превращающегося в глюкозу) для альфа-кетоглутарата из аминокислоты [10]. Данный факт указывает на активизацию анаэробного гликолиза ресинтеза АТФ, стимуляцию компенсаторного механизма образования энергии в условиях гипоксии мышечного волокна.

Анализ табл. 3 указывает, что из 55 показателей, полученных при обследовании спортсменов, значимое отличие группы лидеров от общей группы в период стартов продемонстрировала только креатининкиназа скелетных мышц (мкмоль/мин/кг).

Таблица 2
Table 2

Биохимические показатели крови группы лидеров и общей группы
в подготовительном периоде
Biochemical blood indicators in the group of leaders and in the general group at the preparation stage

Показатели / Indicators	Лидеры Leaders	Общая General	Значимость Significance
Печеночные пробы AST-2, U/l Liver test AST-2, U/l	77,9179	44,833	0,009
Печеночные пробы AST-1, ммоль/л Liver test AST-1, mmol/l	1,6950	1,002	0,018
Печеночные пробы AST/ALT, коэф. де Ритиса Liver test AST/ALT, de Ritis coefficient	0,2364	0,6130	0,031

Таблица 3
Table 3

Биохимические показатели крови группы лидеров и общей группы
в соревновательном периоде
Biochemical blood indicators in the group of leaders and in the general group at the competitive stage

Показатели / Indicators	Лидеры / Leaders	Общая / General	Значимость Significance
Креатининкиназа скелетных мышц, мкмоль/мин/кг Skeletal muscles creatine kinase, umol/min/kg	474,5171	475,2795	0,012

Активность фермента креатининкиназы мышц в сыворотке крови является информативным маркером функционального состояния мышечной ткани. Меньшие значения фермента креатининкиназы служат доводом в пользу того, что в группе лидеров, в отличие от общей, в момент стартов состояние мышечной ткани не характеризуется механическими повреждениями, напряженностью в ней энергообмена [12].

Заключение. Наше исследование позволяет констатировать, что только при создании условий гипоксии в мышечных клетках, активации в них анаэробного гликолиза ресинтеза АТФ происходит изменение гомеостаза организма [8, 21]. Повышенная концентрация ионов водорода (H^+) за счет интенсификации гидролиза АТФ является главным пусковым механизмом внутриклеточных процессов [5], направленных на увеличение экспрессии отдельных генов, сцепленных с показателями аэробной и анаэробной энергетических систем [2]. Через нейро-гормонально-гуморальные механизмы происходит рост силы, скорости сокращения и расслабления мышечных волокон, изменение регуляции сосудистого тонуса артериальных и венозных сосудов нижних конечностей.

Статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.А03.21.0011.

Литература

1. Альфонсова, Е.В. Изменение некоторых показателей системы гомеостаза при лактат-ацидозе / Е.В. Альфонсова // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 5 – 2. – С. 240–244.
2. Ахметов, И.И. Полиморфизм гена фактора роста эндотелия сосудов (VEGF) и аэробная работоспособность / И.И. Ахметов, А.М. Хакимуллина, Д.В. Попов и др. // *Физиология человека*. – 2008. – Т. 34, № 4. – С. 97–101.
3. Буриштейн, А.Э. Биофизика мышечного

сокращения / А.Э. Буриштейн. – М., 1966. – 120 с.

4. Викулов, А.Д. Липопротеины низкой плотности и физическая работоспособность спортсменов-пловцов / А.Д. Викулов, В.А. Маргазин, Д.В. Каунина // *Лечеб. физ. культура и спортив. медицина*. – 2014. – № 1 (121). – С. 10–15.

5. Герасимов, И.Г. Подходы к оценке параметров спектра активности ионов водорода в биологических жидкостях I. Электрохимический метод / И.Г. Герасимов // *Вестник новых мед. технологий*. – 2006. – Т. 13, № 1. – С. 136–138.

6. Киргизов, И.В. Изменения кислотно-основного состояния крови у детей с хроническим толстокишечным стазом / И.В. Киргизов, Н.С. Горбунов, К.Н. Баранов, В.Ю. Кузнецов // *Рос. педиатр. журнал*. – 2007. – № 6. – С. 15–17.

7. Котовская, А.Р. Особенности адаптации и дезадаптации сердечно-сосудистой системы в условиях космического полета / А.Р. Котовская, Г.А. Фомина // *Физиология человека*. – 2010. – Т. 36, № 2. – С. 78–86.

8. Кузник, Б.И. Клеточные и молекулярные механизмы регуляции системы гемостаза в норме и патологии / Б.И. Кузник. – Чита: Экспресс-изд-во, 2010. – 826 с.

9. Мартынова, Д.С. Гематологические показатели юных конькобежцев во время соревновательного периода / Д.С. Мартынова, Р.Р. Альметова, А.А. Набатов // *Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития системы подготовки спортивного резерва в преддверии XXXI Олимпийских игр в Рио-де-Жанейро»*. – Казань: Поволжская ГАФКСУТ, 2015. – С. 77–79.

10. Новиков В.Е. Фармакология и биохимия гипоксии / В.Е. Новиков, Н.П. Катунина // *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. – 2002. – Т. 1, № 2. – С. 73–87.

11. Опарина, О.Н. Оценка показателей системы крови спортсменов при адаптации к физическим нагрузкам / О.Н. Опарина, Н.В. Анисимова, О.А. Догуревич // *Теория и практика физ. культуры*. – 2017. – № 10. – С. 58–60.
12. Рыбина, И.Л. Использование активности креатинфосфокиназы в оценке срочной и долговременной адаптации организма спортсменов к тренировочным нагрузкам / И.Л. Рыбина, З.М. Кузнецова // *Пед.-психол. и мед.-биол. проблемы физ. культуры и спорта*. – 2015. – № 3 (36). – С. 150–158.
13. Рыбина, И.Л. Особенности метаболических изменений при адаптации организма спортсменов циклических видов спорта к тренировочным нагрузкам в условиях среднегорной подготовки / И.Л. Рыбина // *Пед.-психол. и мед.-биол. проблемы физ. культуры и спорта*. – 2016. – № 1 (38). – С. 231–237.
14. Фаткуллина, Л.Д. Показатели структуры мембраны и активность ацетилхолинэстеразы эритроцитов у пациентов с синдромом мягкого когнитивного снижения / Л.Д. Фаткуллина, Е.М. Молочкина, О.М. Зорина и др. // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. – 2013. – № 6. – С. 62–67.
15. Bakhareva, A.S. Effective long term adaptation and metabolic state regulation of skiracers / A.S. Bakhareva, A.P. Isaev, V.V. Erlikh, A.S. Aminov // *Pedagogics Psychology of Fhysical Training and Sports*. – 2016. – Vol. 20 (3). – P. 4–10.
16. Goldspink, G. Mechanical signals, IGF-I gene splicing, and muscle adaptation / G. Goldspink // *Physiology (Bethesda)*. – 2005. – Vol. 20. – P. 232.
17. Isaev, A.P. Adaptation of athletes to middle-altitude conditions via the intensive development of local-regional muscular endurance and strength motor capability, stretching, and relaxation / A.P. Isaev, V.V. Erlikh, Y.N. Romanov, A.S. Bakhareva // *Journal of Physical Education and Sport*. – 2016. – T. 16, № 4. – P. 1219–1229.
18. Jason D., Wagganer. Effects of exercise accumulation on plasma lipids and lipoproteins / Jason D. Wagganer, Charles E. Robison, Terry A. Ackerman, Paul G. Davis // *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. – 2015. – Vol. 40, № 5. – P. 441–447. DOI: 10.1139/apnm-2014-0321
19. Mann, S. Differential Effects of Aerobic Exercise, Resistance Training and Combined Exercise Modalities on Cholesterol and the Lipid Profile: Review, Synthesis and Recommendations / S. Mann, C. Beedie, A. Jimenez // *Sports Medicine*. – 2014. – Vol. 44. – P. 211–221.
20. Nakagawa, Y. Intramyocellular lipids of muscle type in athletes of different sport disciplines / Y. Nakagawa, M. Hattori // *Open Access J Sports Med*. – 2017. – № 8. – P. 161–166. DOI: 10.2147/OAJSM.S139801
21. Sperlich, B. The impact of hyperoxia on human performance and recovery / B. Sperlich, C. Zinner, J. Wegrzyk et al. // *Sports Medicine*. – 2017. – T. 47. – № 3. – P. 429–438.

Бахарева Анастасия Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры спортивного совершенствования, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: bakharevaas@susu.ru, ORCID: 0000-0003-0518-7751.

Заляпин Владимир Ильич, кандидат физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа и методики преподавания математики, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: zaliapinvi@susu.ru, ORCID: 0000-0001-6981-6305.

Харитоновна Елена Владимировна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического анализа и методики преподавания математики, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: kharitonovaev@susu.ru, ORCID: 0000-0002-4485-1806.

Буданов Геннадий Владимирович, аспирант кафедры спортивного совершенствования, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: gena.budanov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0924-7443.

Поступила в редакцию 2 июня 2018 г.

SIGNIFICANCE OF BIOCHEMICAL AND HEMATOLOGICAL INDICATORS OF RACING SKIERS DURING ADAPTATION TO TRAINING LOADS

A.S. Bakhareva, bakharevaas@susu.ru, ORCID: 0000-0003-0518-7751,
V.I. Zalyapin, zaliapinvi@susu.ru, ORCID: 0000-0001-6981-6305,
E.V. Kharitonova, kharitonovaev@susu.ru, ORCID: 0000-0002-4485-1806,
G.V. Budanov, gena.budanov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0924-7443
South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Aim. The aim of this article is to study the dynamics of hematological and biochemical blood indicators in racing skiers at different stages of preparation depending on their qualifications and establish significant indicators for forecasting athletes' performance at future competitions. **Materials and methods.** We examined male racing skiers aged 21–23 having the rank of the Candidate for Master of Sport (n = 14) and Master of Sport (n = 6). The study was conducted using instrumental methods and the methods of mathematical statistics. **Results.** We established that the following indicators can be considered as statistically significant in the dynamics from the preparation to competitive stages: low density lipoproteins (p = 0.00); erythrocyte acetylcholinesterase enzyme (p = 0.02); blood coagulation time (p = 0,021); skeletal muscle creatine kinase enzyme (p = 0.00); hematocrit (p = 0.035); triglycerides (p = 0.05). **Conclusion.** Our study demonstrates that under significant dynamics of the established indicators at the preparation stage racing skiers are able to perform within 67.89 RUS-points at distance sports (80th place of 2000 athletes in the database of the Cross-Country Ski Federation of Russia).

Keywords: racing skiers, adaptation, hypoxia, anaerobic glycolysis.

References

1. Al'fonsova E.V. [Change in Some Indicators of the Homeostasis System in Lactate Acidosis]. *Fundamental'nyye issledovaniya* [Fundamental Research], 2013, no. 5 – 2, pp. 240–244. (in Russ.)
2. Akhmetov I.I., Khakimullina A.M., Popov D.V., Missina S.S., Vinogradova O.L., Rogozin V.A. [Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) Gene Polymorphism and Aerobic Performance]. *Fiziologiya cheloveka* [Physiology of Man], 2008, vol. 34, no. 4, pp. 97–101. (in Russ.)
3. Burshteyn A.E. *Biofizika myshechnogo sokrashcheniya* [Biophysics of Muscle Contraction]. Moscow, 1966. 120 p.
4. Vikulov A.D., Margazin V.A., Kaunina D.V. [Low-Density Lipoproteins and Physical Performance of Swimmers]. *Lechebnaya fizicheskaya kul'tura i sportivnaya meditsina* [Therapeutic Physical Training and Sports Medicine], 2014, no. 1 (121), pp. 10–15. (in Russ.)
5. Gerasimov I.G. [Approaches to the Estimation of the Parameters of the Spectrum of the Activity of Hydrogen Ions in Biological Fluids I. Electrochemical Method]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy* [Herald of New Medical Technologies], 2006, vol. 13, no. 1, pp. 136–138. (in Russ.)
6. Kirgizov I.V., Gorbunov N.S., Baranov K.N., Kuznetsov V.Yu. [Changes in the Acid-Base State of Blood in Children with Chronic Colic Stasis]. *Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal* [Russian Pediatric Journal], 2007, no. 6, pp. 15–17. (in Russ.)
7. Kotovskaya A.R., Fomina G.A. [Features of Adaptation and Disadaptation of the Cardiovascular System in Space Flight Conditions]. *Fiziologiya cheloveka* [Physiology of Man], 2010, vol. 36, no. 2, pp. 78–86. (in Russ.)
8. Kuznik B.I. *Kletochnyye i molekulyarnyye mekhanizmy regulyatsii sistemy gemostaza v norme i patologii* [Cellular and Molecular Mechanisms of Hemostasis Regulation in Norm and Pathology]. Chita, Express Publ., 2010. 826 p.
9. Martynova D.S., Al'metova R.R., Nabatov A.A. [Hematologic Indices of Young Skaters During the Competition Period]. *Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiyem "Sovremennyye problemy i perspektivy razvitiya sistemy podgotovki sportivnogo rezerva v preddverii"*

XXXI Olimpiyskikh igr v Rio-De-Zhaneyro” [All-Russian Scientific-Practical Conference with International Participation Modern Problems and Perspectives of Development of the Sports Reserve Preparation System in the Run-Up to the XXXI Olympic Games in Rio de Janeiro], 2015, pp. 77–79. (in Russ.)

10. Novikov V.E., Katunina N.P. [Pharmacology and Biochemistry of Hypoxia]. *Obzory po klinicheskoy farmakologii i lekarstvennoy terapii* [Reviews of Clinical Pharmacology and Drug Therapy], 2002, vol. 1, no. 2, pp. 73–87. (in Russ.)

11. Oparina O.N., Anisimova N.V., Dogurevich O.A. [Evaluation of the Athlete's Blood System Parameters when Adapting to Physical Loads]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2017, no. 10, pp. 58–60. (in Russ.)

12. Rybina I.L., Kuznetsova Z.M. [Use of the Activity of Creatine Phosphokinase in Assessing the Urgent and Long-Term Adaptation of the Athletes' Organism to Training Loads]. *Pedagogiko-psikhologicheskkiye i mediko-biologicheskkiye problemy fizicheskoy kul'tury i sporta* [Pedagogical-Psychological and Medico-Biological Problems of Physical Culture and Sports], 2015, no. 3 (36), pp. 150–158. (in Russ.)

13. Rybina I.L. [Features of Metabolic Changes in the Adaptation of the Athlete's Body to Cyclic Sports for Training Loads in Conditions of Mid-Level Training]. *Pedagogiko-psikhologicheskkiye i mediko-biologicheskkiye problemy fizicheskoy kul'tury i sporta* [Pedagogical-Psychological and Medico-Biological Problems of Physical Culture and Sports], 2016, no. 1 (38), pp. 231–237. (in Russ.)

14. Fatkullina L.D., Molochkina E.M., Zorina O.M., Podchufarova D.E., Gavrilova S.I., Fedorova Ya.B., Klyushnik T.P., Burlakova E.B. [Parameters of Membrane Structure and Activity of Erythrocyte Acetylcholinesterase in Patients with Soft Cognitive Decline Syndrome]. *Nevrologii i psikiatrii* [Neurology and Psychiatry], 2013, no. 6, pp. 62–67. (in Russ.)

15. Bakhareva A.S., Isaev A.P., Erlikh V.V., Aminov A.S. Effective Long Term Adaptation and Metabolic State Regulation of Ski-Racers. *Pedagogics Psychology of Physical Training and Sports*, 2016, vol. 20 (3), pp. 4–10. DOI: 10.15561/18189172.2016.0301

16. Goldspink G. Mechanical Signals, IGF-I Gene Splicing, and Muscle Adaptation. *Physiology (Bethesda)*, 2005, vol. 20, p. 232.

17. Isaev A.P., Erlikh V.V., Romanov Y.N., Bakhareva A.S. Adaptation of Athletes to Middle-Altitude Conditions Via the Intensive Development of Local-Regional Muscular Endurance and Strength Motor Capability, Stretching, and Relaxation. *Journal of Physical Education and Sport*, 2016, vol. 16, no. 4, pp. 1219–1229.

18. Wagganer J.D., Robison Ch.E., Ackerman T.A., Davis P.G. Effects of Exercise Accumulation on Plasma Lipids and Lipoproteins. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2015, vol. 40, no. 5, pp. 441–447. DOI: 10.1139/apnm-2014-0321

19. Mann Steven, Beedie Christopher, Jimenez Alfonso. Differential Effects of Aerobic Exercise, Resistance Training and Combined Exercise Modalities on Cholesterol and the Lipid Profile: Review, Synthesis and Recommendations. *Sports Medicine*, 2014, vol. 44, pp. 211–221. DOI: 10.1007/s40279-013-0110-5

20. Nakagawa Y., Hattori M. Intramyocellular Lipids of Muscle Type in Athletes of Different Sport Disciplines. *Open Access J Sports Med.*, 2017, no. 8, pp. 161–166. DOI: 10.2147/OAJSM.S139801

21. Sperlich B., Zinner C., Wegrzyk J., Hauser A., Holmberg H.-C. The Impact of Hyperoxia on Human Performance and Recovery. *Sports Medicine*, 2017, vol. 47, no. 3, pp. 429–438. DOI: 10.1007/s40279-016-0590-1

Received 2 June 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Значимость биохимических и гематологических показателей лыжников-гонщиков в процессе адаптации к тренировочным нагрузкам / А.С. Бахарева, В.И. Заляпин, Е.В. Харитонова, Г.В. Буданов // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18, № 3. – С. 30–36. DOI: 10.14529/hsm180303

FOR CITATION

Bakhareva A.S., Zalyapin V.I., Kharitonova E.V., Budanov G.V. Significance of Biochemical and Hematological Indicators of Racing Skiers During Adaptation to Training Loads. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. 3, pp. 30–36. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm180303