

## ПОКАЗАТЕЛИ ЭРИТРОЦИТАРНОГО ЗВЕНА СИСТЕМЫ КРОВИ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ НА ЭТАПАХ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА

**А.С. Бахарева**, [bakharevaas@susu.ru](mailto:bakharevaas@susu.ru), <http://orcid.org/0000-0003-0518-7751>

**Д.З. Шибкова**, [shibkova2006@mail.ru](mailto:shibkova2006@mail.ru), <http://orcid.org/0000-0002-8583-6821>

Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

**Аннотация.** **Цель:** анализ показателей эритроцитарного звена системы крови лыжников-гонщиков на различных этапах подготовительного периода в зависимости от их уровня физической работоспособности. **Материалы и методы.** Исследование проходило на базе Института спорта, туризма и сервиса Южно-Уральского государственного университета. Выборку составили лыжники-гонщики мужского пола, которые дали информированное согласие на участие в исследовании. По итогам расчёта уровня физической работоспособности были сформированы 2 группы спортсменов: группа лидеров ( $n = 10$ ) и группа резерва ( $n = 10$ ). Для оценки эффективности адаптивных изменений в системе крови оценивали динамику количества эритроцитов (RBC,  $10^{12}/л$ ), гемоглобина (HGB, г/л), гематокрита (HCT, %) и скорости оседания эритроцитов (СОЭ, мм/ч). Результаты показателей крови были получены на гематологическом анализаторе Sysmex XN-1000 (Sysmex, Япония). **Результаты.** Сравнительный анализ количества эритроцитов и концентрации гемоглобина в крови обследованных лыжников-гонщиков группы лидеров и группы резерва не выявил различий на всех этапах подготовительного периода. Показатель гематокрита в группе лидеров снизился к концу базового этапа ( $p = 0,043$ ) и стабилизировался на этом уровне. У спортсменов группы резерва наблюдалось последовательное увеличение показателя гематокрита, которое к концу подготовительного периода составило 16,15 % ( $p = 0,001$ ). Параллельно в группе резерва зафиксировано повышение скорости оседания эритроцитов к концу подготовительного периода. **Заключение.** Исследование динамики показателей эритроцитарного звена системы крови у спортсменов с разным уровнем физической работоспособности способствует пониманию персонифицированных адаптивных механизмов атлетов достижения высокого уровня спортивной формы.

**Ключевые слова:** эритроциты, гемоглобин, гематокрит, скорость оседания эритроцитов, лыжники-гонщики, этапы подготовки

**Для цитирования:** Бахарева А.С., Шибкова Д.З. Показатели эритроцитарного звена системы крови лыжников-гонщиков на этапах подготовительного периода // Человек. Спорт. Медицина. 2023. Т. 23, № S1. С. 26–32. DOI: 10.14529/hsm23s104

Original article  
DOI: 10.14529/hsm23s104

## RED BLOOD CELLS IN CROSS-COUNTRY SKIERS DURING THE EARLY SEASON

**A.S. Bakhareva**, [bakharevaas@susu.ru](mailto:bakharevaas@susu.ru), <http://orcid.org/0000-0003-0518-7751>

**D.Z. Shibkova**, [shibkova2006@mail.ru](mailto:shibkova2006@mail.ru), <http://orcid.org/0000-0002-8583-6821>

South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

**Abstract. Aim.** The paper was aimed at evaluating the red blood cell (RBC) profile in cross-country skiers during the early season and depending on their physical performance. **Materials and methods.** The study took place at the Institute of Sport, Tourism and Service (South Ural State University, Chelyabinsk, Russia). The study involved male cross-country skiers. Prior to the study, all athletes provided their informed consent for participation in it. Following the assessment of physical performance, all athletes were divided into 2 groups: leaders ( $n = 10$ ) and reserve athletes ( $n = 10$ ). The levels of RBC ( $10^{12}/l$ ), hemoglobin (HGB, g/l), hematocrit (HCT, %), and erythrocyte sedimentation rate (ESR, mm/h) were used to assess adaptive changes in blood and their effectiveness. Blood measurements were obtained with the Sysmex XN-1000

hematology analyzer (Sysmex, Japan). **Results.** The comparative analysis of RBC and HGB levels in leaders and reserve athletes did not show differences during the early season, regardless of its stage. In leaders, by the end of the basic stage, a decrease of HCT levels was recorded ( $p = 0.043$ ) followed by level stabilization. In reserve athletes, a consistent increase in HCT levels was recorded, which amounted to 16.15% by the end of the early season ( $p = 0.001$ ). At the same time, reserve athletes demonstrated increased ESR by the end of the early season. **Conclusion.** The investigation of the RBC profile in athletes with different levels of physical performance contributes to a better understanding of personal adaptive mechanisms and further athletic performance enhancement.

**Keywords:** red blood cells, hemoglobin, hematocrit, erythrocyte sedimentation rate, cross-country skiers, training stages

**For citation:** Bakhareva A.S., Shibkova D.Z. Red blood cells in cross-country skiers during the early season. *Human. Sport. Medicine.* 2023;23(S1):26–32. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm23s104

**Введение.** Исследователи в области спортивной физиологии и медицины, методологии спорта указывают, что первостепенным в подведении спортсмена к пику соревновательной формы является оперативное управление и дифференцированный подход, в частности индивидуализация нагрузок и периодов восстановления для конкретного спортсмена [8, 10, 11]. Показано, что гематологические показатели крови позволяют оценивать уровень готовности спортсмена или признаки его утомления начиная с подготовительного этапа и, соответственно, рационализировать управление подготовкой спортсменов [5, 6, 12].

**Материалы и методы.** Исследование проходило на базе Института спорта, туризма и сервиса Южно-Уральского государственного университета (Национального исследовательского университета). Выборку составили лыжники-гонщики мужского пола, которые дали информированное согласие на участие в исследовании. По итогам расчёта уровня физической работоспособности выборку 1-й группы ( $n = 10$  лидеры) составили спортсмены с уровнем физической работоспособности, с диапазоном  $V_{отн}$  от 0,075 до 0,001, средний возраст которых составил  $23,50 \pm 2,99$  года ( $M \pm \delta$ ), спортивная квалификация от первого разряда ( $n = 1$ ), кандидатов ( $n = 2$ ) и мастеров спорта ( $n = 7$ ). Выборку 2-й группы ( $n = 10$  резерв) составили спортсмены с уровнем физической работоспособности, с диапазоном  $V_{отн}$  от  $-0,001$  до  $-0,148$ , средний возраст которых составил  $19,20 \pm 4,13$  года ( $M \pm \delta$ ), спортивная квалификация от первого разряда ( $n = 7$ ), кандидатов ( $n = 2$ ) и мастеров спорта ( $n = 1$ ). Забор биоматериала производился утром натощак из кубитальной (локтевой) вены. Взятие венозной крови осуществлялось в медицинском центре ЮУрГУ в соответствии

с рекомендациями международного комитета по стандартизации в гематологии (ICSH) стандартным способом венепункции в вакуумную пробирку. Результаты показателей крови были получены на гематологическом анализаторе Sysmex XN-1000 (Sysmex, Япония). Оценивали динамику показателей количества эритроцитов (RBC,  $10^{12}/л$ ), гемоглобина (HGB, г/л), гематокрита (HCT, %) и скорости оседания эритроцитов (СОЭ, мм/ч). Исследование проводилось в подготовительном периоде в три этапа: начало базового этапа (май); окончание базового этапа (август) и окончание специально-подготовительного этапа (конец октября). Статистический анализ результатов исследования проводился с помощью пакета прикладных программ IBM SPSS Statistics v. 23. Показатели крови были подвергнуты проверке на нормальность распределения с использованием критерия Шапиро – Уилка (W). Для выявления степени разброса данных был рассчитан коэффициент вариации ( $Cv$ , %). Значения эритроцитарного звена системы крови в группах лыжников-гонщиков на этапах подготовительного периода были представлены в виде медианы и 25-й и 75-й перцентилей ( $Me$ ; 25–75 %). Для проверки статистической значимости полученных данных применялся непараметрический критерий Манна – Уитни (U).

**Результаты исследования.** Значения показателей эритроцитарного звена системы крови в группах обследования на разных этапах подготовительного периода представлены в табл. 1–3 в виде медианы и 25-й и 75-й перцентилей ( $Me$ ; 25–75 %).

Анализ данных, представленных в таблицах, позволяет заключить, что количество эритроцитов и концентрация гемоглобина превышали физиологические границы нормы,

рекомендуемые при расширенном варианте обследования высококвалифицированных спортсменов [7]. В частности, в анализах у лыжников-гонщиков группы лидеров и в группе резерва количество эритроцитов превышало границу нормы показателей крови (от 3,80 до  $4,70 \cdot 10^{12}/л$ ) в конце базового и специально-подготовительного этапов. Концентрация гемоглобина у лыжников-гонщиков обеих групп оставалась выше нормативных значений на всех этапах подготовительного периода (от 110,00 до 140,00 г/л).

Уровень гематокрита у лыжников-гонщиков находился в пределах нормативных значений (36–56 %), но в начале базового этапа был выше в группе лидеров ( $U = 7,00$  при  $p = 0,001$ ), а в конце подготовительного периода, наоборот, оказался выше в группе резерва ( $U = 0,001$  при  $p = 0,001$ ). Значения СОЭ

у лыжников-гонщиков обеих групп на всех этапах подготовительного периода в пределах нормативных значений (2–10 мм/ч), и в конце подготовительного периода превалировал в группе резерва ( $U = 3,00$  при  $p = 0,001$ ). Считается, что СОЭ является надежным маркером текущего функционального состояния спортсменов и степени их тренированности [9].

Кислородтранспортная функция эритроцитов зависит и от их концентрации – гематокрита, уровень которого отражает текучесть цельной крови [1, 4, 15]. Анализ позволяет констатировать, что на этапах подготовительного периода в группах обследования наблюдалась разнонаправленная динамика уровня гематокрита. В конце базового этапа в группе лидеров наблюдалась тенденция снижения показателя гематокрита на 2,51 % ( $U = 39,00$  при  $p = 0,190$ ), а в группе резерва – его ста-

Таблица 1  
Table 1

Динамика показателей эритроцитарного звена системы крови у лыжников-гонщиков в начале базового этапа подготовительного периода (Me (25–75 %)) (n = 20)  
Changes in the RBC profile in cross-country skiers at the beginning of the basic stage during the early season (Me (25–75%)) (n = 20)

Параметр Parameter	Лидеры Leaders (n = 10)	Резерв Reserve athletes (n = 10)	Критерий Манна – Уитни Mann–Whitney	
			U	p
Эритроциты, $10^{12}/л$ RBC, $10^{12}/l$	4,59 (4,18–4,92)	4,61 (4,38–4,81)	46,00	0,796
Гемоглобин, г/л HGB, g/l	147,00 (145,00–150,25)	147,50 (144,00–150,25)	40,50	0,481
Гематокрит, % HCT, %	47,85 (46,45–49,60)	43,95 (42,95–45,02)	7,00	0,001
СОЭ, мм/ч ESR, mm/h	3,00 (2,00–3,00)	2,00 (2,00–3,00)	36,50	0,315

Таблица 2  
Table 2

Динамика показателей эритроцитарного звена системы крови у лыжников-гонщиков в конце базового этапа подготовительного периода (Me (25–75 %)) (n = 20)  
Changes in the RBC profile in cross-country skiers at the end of the basic stage during the early season (Me (25–75%)) (n = 20)

Параметр Parameter	Лидеры Leaders (n = 10)	Резерв Reserve athletes (n = 10)	Критерий Манна – Уитни Mann–Whitney	
			U	p
Эритроциты, $10^{12} л$ RBC, $10^{12}/l$	4,91 (4,62–5,29)	4,86 (4,64–5,00)	42,00	0,579
Гемоглобин, г/л HGB, g/l	150,00 (148,75–152,50)	148,50 (146,50–150,25)	49,50	0,971
Гематокрит, % HCT, %	46,65 (45,75–48,02)	48,55 (48,02–49,62)	40,00	0,481
СОЭ, мм/ч ESR, mm/h	3,00 (2,80–3,00)	3,00 (2,00–3,00)	48,00	0,912

Таблица 3  
Table 3

Динамика показателей эритроцитарного звена системы крови у лыжников-гонщиков в конце специально подготовительного этапа подготовительного периода (Ме (25–75 %)) (n = 20)  
Changes in the RBC profile in cross-country skiers at the end of the special stage during the early season (Ме (25–75%)) (n = 20)

Параметр Parameter	Лидеры Leaders (n = 10)	Резерв Reserve athletes (n = 10)	Критерий Манна – Уитни Mann–Whitney	
			U	p
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л RBC, 10 <sup>12</sup> /l	5,15 (5,13–5,31)	5,18 (5,13–5,25)	46,50	0,796
Гемоглобин, г/л HGB, g/l	157,00 (154,25–159,25)	156,50 (153,25–161,25)	46,50	0,796
Гематокрит, % HCT, %	46,35 (45,80–47,22)	51,55 (50,10–51,85)	0,000	0,001
СОЭ, мм/ч ESR, mm/h	3,00 (2,00–3,00)	4,00 (4,00–5,00)	3,00	0,001

статистически значимое увеличение на 5,66 % (U = 16,00 при p = 0,009). Между окончанием базового и специально подготовительного этапа в группе лидеров тенденция к снижению сохранялась, а в группе резерва нарастало увеличение показателя на 7,46 % (U = 5,50 при p = 0,00).

**Заключение.** Анализ показателей эритроцитарного звена системы крови в группах обследуемых спортсменов на этапах подготовительного периода выявил однонаправленную положительную динамику количества эритроцитов и концентрации гемоглобина, но разнонаправленную – гематокрита и СОЭ. Ранее установлено, что количество эритроцитов и концентрация гемоглобина не всегда могут объективно отражать уровень физической работоспособности и даже не коррелировать с аэробными возможностями спортсмена [14].

Другими авторами показано [2], что в норме у спортсменов выявлена сильная отрицательная корреляция между гематокритом и спортивной формой. Более того, снижение гематокрита может наблюдаться у спортсменов, использующих повышенные нагрузки

при тренировках на выносливость, в связи с увеличением объема плазмы [16]. Поэтому снижение гематокрита считается положительным фактором в повышении физической работоспособности через эффекты воздействия на механизмы циркуляции крови.

Повышение гематокрита принято связывать с увеличением вязкости крови, что приводит к увеличению сосудистого сопротивления и к ухудшению реологических свойств крови. Указанные процессы влияют на соотношение уровня доставки кислорода сердцем и его потребления при мышечной работе [13].

Однако показано [3], что умеренное повышение вязкости цельной крови благоприятно сказывается на перфузии тканей, способствует увеличению плотности функционирующих капилляров в них и снижению периферического сосудистого сопротивления.

Таким образом, исследование динамики показателей эритроцитарного звена системы крови у спортсменов с разным уровнем физической работоспособности способствует пониманию персонализированных адаптивных механизмов атлетов достижения высокого уровня спортивной формы.

#### Список литературы

1. Баталова, Е.А. Роль концентрации эритроцитов в изменениях текучести цельной крови и ее транспортного потенциала / Е.А. Баталова, А.В. Муравьев, П.В. Михайлов // Ярослав. пед. вестник. – 2010. – Т. 3, № 1. – С. 95–101.
2. Взаимосвязи между показателями крови как важный фактор эффективности тренировочного процесса спортсменов по шорт-треку / А.И. Нехвядович, А.Н. Будко, Е.А. Мороз, Г.Ю. Никулина // Прикладная спортивная наука. – 2019. – № 1 (9). – С. 39–47.
3. Влияние вязкости плазмы и гематокрита на деформацию эритроцитов / А.В. Муравьев, Н.В. Кислов, И.А. Тихомирова и др. // Рос. журнал биомеханики. – 2013. – Т. 17, № 2 (60). – С. 75–83.

4. Гришан, М.А. Функциональные особенности системы крови в условиях регулярных мышечных нагрузок / М.А. Гришан // Журнал научных статей «Здоровье и образование в XXI веке». – 2018. – Т. 20, № 12. – С. 74–77.
5. Дроздов, Д.Н. Влияние физической нагрузки на показатели периферической крови человека / Д.Н. Дроздов, А.В. Кравцов // Веснік 24 мдпу імя І. П. Шамякіна. – 2015. – № 1 (45). – С. 23–28.
6. 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.
7. Оценка и интерпретация биохимических показателей высококвалифицированных спортсменов в ходе тренировочно-спортивной деятельности: метод. рек. / А.С. Самойлов, С.М. Разинкин, Е.В. Голобородько и др.; под ред. проф. В.В. Уйба. – М.: ФМБА России, 2018. – 40 с.
8. Системно-структурный анализ синергетической интерпретации в саморегуляции гомеостаза и физической работоспособности лыжников-гонщиков высокой квалификации в годовом цикле подготовки / А.А. Кравченко, А.С. Бахарева, А.П. Исаев, Ю.Б. Хусаинова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2013. – Т. 13, № 2. – С. 63–69.
9. Скорость оседания эритроцитов как надежный маркер текущего функционального состояния спортсменов и степени их тренированности / А.Д. Викулов, В.А. Маргазин, Д.В. Кауни-на В.Л. Бойков // Спортивная медицина: наука и практика. – 2014. – № 2. – С. 20–24.
10. Сравнительный анализ современных аппаратно-программных комплексов для исследования и оценки функционального состояния спортсменов / Е.Е. Ачкасов, С.Д. Руненко, Е.А. Таламбум и др. // Спортивная медицина: наука и практика. – 2011. – № 3. – С. 7–14.
11. Черепов, Е.А. Психолого-педагогическое обоснование понимания спортивной тренировки как потенциального вида ведущей деятельности в подростковом возрасте / Е.А. Черепов, Г.К. Калугина, А.С. Хафизова // Теория и практика физ. культуры. – 2019. – № 1. – С. 97–99.
12. Шафиева, Л.Н. Особенности структуры популяций эритроцитов и тромбоцитов крови по корпускулярному объему и их взаимоотношения при экзаменационном стрессе / Л.Н. Шафиева, В.Г. Шамратова // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 4. – С. 222.
13. A randomized controlled trial investigating the effects of undulatory, staggered, and linear load manipulations in aerobic training on oxygen supply, muscle injury, and metabolism in male recreational runners / P. Costa, R. Simão, A. Perez et al. // Sports Medicine – Open. – 2019. – No. 5 (32). DOI: 10.1186/s40798-019-0200-5
14. Comprehensive overview of hemoglobin mass and blood volume in elite athletes across a wide range of different sporting disciplines / I. Zelenkova, S. Zotkin, P. Korneev et al. // J Sports Med Phys Fitness. – 2019. – No. 59 (2). – P. 179–186. DOI: 10.23736/S0022-4707.18.08018-0
15. Does endurance training improve red blood cell aging and hemorheology in moderate-trained healthy individuals? / D.A. Bizjaka, F. Tomschia, G. Balesa et al. // Journal of Sport and Health Science. – 2020. – No. 9 (6). – P. 595–603. DOI:10.1016/j.jshs.2019.02.002
16. Impact of trail running races on blood viscosity and its determinants: effects of distance / M. Robert, E. Stauffer, E. Nader et al. // Int. J. Mol. Sci. – 2020. – No. 21 (22). – P. 8531. DOI: 10.3390/ijms21228531

## References

1. Batalova E.A., Murav'yev A.V., Mikhaylov P.V. [The Role of Erythrocyte Concentration in Changes in the Fluidity of Whole Blood and its Transport Potential]. *Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik* [Yaroslavl Pedagogical Bulletin], 2010, vol. 3, no. 1, pp. 95–101. (in Russ.)
2. Nekhvyadovich A.I., Budko A.N., Moroz E.A., Nikulina G.Yu. [Relationships between Blood Parameters as an Important Factor in the Effectiveness of the Training Process of Athletes in Short Track]. *Prikladnaya sportivnaya nauka* [Applied Sports Science], 2019, no. 1(9), pp. 39–47. (in Russ.)
3. Murav'yev A.V., Kislov N.V., Tikhomirova I.A. et al. [Influence of Plasma Viscosity and Hematocrit on the Deformation of Erythrocytes]. *Rossiyskiy zhurnal biotekhaniki* [Russian Journal of Biomechanics], 2013, vol. 17, no. 2 (60), pp. 75–83. (in Russ.)

4. Grishan M.A. [Functional Features of the Blood System Under Regular Muscle Loads]. *Zhurnal nauchnykh statey zdorov'ye i obrazovaniye v XXI veke* [Journal of Scientific Articles Health and Education in the XXI Century], 2018, vol. 20, no. 12, pp. 74–77. (in Russ.) DOI: 10.26787/nydha-2226-7425-2018-20-12-74-77
5. Drozdov D.N., Kravtsov A.V. [Influence of Physical Activity on the Indicators of Human Peripheral Blood]. *Vesnik 24 mdpu imya I.P. Shamyakina* [Vesnik 24 MDPU named after I.P. Shamyakina], 2015, no. 1 (45), pp. 23–28. (in Russ.)
6. Oparina O.N., Anisimova N.V., Dogurevich O.A. [Evaluation of Indicators of the Blood System of Athletes During Adaptation to Physical Loads]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2017, no. 10, pp. 58–60. (in Russ.)
7. Samoylov A.S., Razinkin S.M., Goloborod'ko E.V. et al. *Otsenka i interpretatsiya biokhimi-cheskikh pokazateley vysokokvalifitsirovannykh sportsmenov v khode trenirovochno-sportivnoy deyat-el'nosti* [Evaluation and Interpretation of Biochemical Indicators of Highly Qualified Athletes in the Course of Training and Sports Activities]. Moscow, FMBA Russia Publ., 2018. 40 p.
8. Kravchenko A.A., Bakhareva A.S., Isayev A.P., Khusainova Yu.B. System-Structural Analysis of Synergetic Interpretation in Self-Regulation of Homeostasis and Physical Performance of Highly Qualified Ski Racers in the Annual Training Cycle. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Education, Healthcare, Physical Culture*, 2013, vol. 13, no. 2, pp. 63–69. (in Russ.)
9. Vikulov A.D., Margazin V.A., Kaunina D.V., Boykov V.L. [Erythrocyte Sedimentation Rate as a Reliable Marker of the Current Functional State of Athletes and the Degree of Their Fitness]. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika* [Sports Medicine. Science and Practice], 2014, no. 2, pp. 20–24. (in Russ.)
10. Achkasov E.E., Runenko C.D., Talambum E.A. et al. [Comparative Analysis of Modern Hardware and Software Systems for the Study and Evaluation of the Functional State of Athletes]. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika* [Sports Medicine. Science and Practice], 2011, no. 3, pp. 7–14. (in Russ.)
11. Cherepov E.A., Kalugina G.K., Khafizova A.S. [Psychological and Pedagogical Substantiation of the Understanding of Sports Training as a Potential Type of Leading Activity in Adolescence]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2019, no. 1, pp. 97–99. (in Russ.)
12. Shafiyeva L.N., Shamratova V.G. [Features of the Structure of Populations of Erythrocytes and Blood Platelets in Terms of Corpuscular Volume and Their Relationship with Examination Stress]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education], 2018, no. 4, p. 222. (in Russ.)
13. Costa P., Simão R., Perez A. et al. A Randomized Controlled Trial Investigating the Effects of Undulatory, Staggered, and Linear Load Manipulations in Aerobic Training on Oxygen Supply, Muscle Injury, and Metabolism in Male Recreational Runners. *Sports Medicine*, 2019, no. 5 (32). DOI: 10.1186/s40798-019-0200-5
14. Zelenkova I., Zotkin S., Korneev P. et al. Comprehensive Overview of Hemoglobin Mass and Blood Volume in Elite Athletes Across a Wide Range of Different Sporting Disciplines. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*, 2019, no. 59 (2), pp. 179–186. DOI: 10.23736/S0022-4707.18.08018-0
15. Bizjaka D.A., Tomschia F., Balesa G. et al. Does Endurance Training Improve Red Blood Cell Aging and Hemorheology in Moderate-Trained Healthy Individuals? *Journal of Sport and Health Science*, 2020, no. 9 (6), pp. 595–603. DOI: 10.1016/j.jshs.2019.02.002
16. Robert M., Stauffer E., Nader E. et al. Impact of Trail Running Races on Blood Viscosity and its Determinants: Effects of Distance. *International Journal Mol. Science*, 2020, no. 21 (22), p. 8531. DOI: 10.3390/ijms21228531

*Информация об авторах*

**Бахарева Анастасия Сергеевна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры спортивного совершенствования, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия.

**Шибкова Дарья Захаровна**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник центра спортивной науки, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия.

*Information about the authors*

**Anastasia S. Bakhareva**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Sports Performance Enhancement, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.

**Dar'ya Z. Shibkova**, Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, Center for Sports Science, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

**Статья поступила в редакцию 15.10.2022**

**The article was submitted 15.10.2022**