

УДК 613.96

**ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ
СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА**

Хусаинов А.Э.¹, Зулькарнаев Т.Р.¹, Поварго Е.А.¹, Мочалкин П.А.^{1,2}, Бакиров А.Б.^{1,3},
Воскресенская Е.К.¹

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
Минздрава России, Уфа, Россия

²ГБУЗ «Республиканский центр дезинфекции», Уфа, Россия

³ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия

Важную информацию о состоянии здоровья и физиологических механизмах адаптации организма при физической нагрузке различной интенсивности могут дать морфологические показатели крови, которые можно отнести к числу основных факторов, определяющих функциональные показатели различных систем, в том числе физическую работоспособность.

Цель исследования - сравнительный анализ морфологических показателей крови у студентов в зависимости от уровня их физической активности.

Материалы и методы. Обследовано 672 студента медицинского университета. По международному опроснику IPAQ студенты разделены на группы физической активности: с высоким, средним и низким уровнем. Изучены основные показатели морфологического состава крови.

Результаты. Установлены статистически значимые различия в морфологическом составе крови у студентов с различным уровнем физической активности. Концентрация гемоглобина и гематокрит, среднее содержание гемоглобина в эритроците и средний объем эритроцитов были выше у студентов с высоким уровнем физической активности, чем у студентов с низким уровнем. У студентов с физической активностью низкой интенсивности уровень гемоглобина находился в пределах минимальных значений нормы (не менее 120 г/л). У студентов с низкой физической активностью средний объем эритроцитов был ниже 80 фл и среднее содержание гемоглобина в эритроците также не достигало возрастных норм (менее 27 пг).

Ключевые слова: студенты, физическая активность, опросник IPAQ, морфологический состав крови.

Для цитирования: Хусаинов А.Э., Зулькарнаев Т.Р., Поварго Е.А., Мочалкин П.А., Бакиров А.Б., Воскресенская Е.К. Влияние физической активности на морфологические показатели крови студентов медицинского вуза. Медицина труда и экология человека. 2023;1:68-77.

Для корреспонденции: Хусаинов Артур Эдуардович, аспирант кафедры гигиены с курсом медико-профилактического дела ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, Уфа, Россия. e-mail: arhtur.khusainov.1994@gmail.com

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10105>

INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITY ON MORPHOLOGICAL BLOOD PARAMETERS OF MEDICAL UNIVERSITY STUDENTS

Khusainov A.E.¹, Zulkarnaev T.R.¹, Povargo E.A.¹, Mochalkin P.A.^{1,2}, Bakirov A.B.^{1,3}, Voskresenskaya E.K.¹

¹Bashkirian State Medical University of the Russian Health Ministry, Ufa, Russia

²Republican Disinfection Center, Ufa, Russia

³Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

Introduction. Important information about the health status and physiological mechanisms of adaptation of the body during physical activity of varying intensity can be provided by morphological blood parameters, which can be regarded as one of the main factors determining physical performance.

The purpose of the study is comparative analysis of morphological parameters of blood in students depending on the level of physical activity.

Material and methods. Six hundred seventy two medical students were examined. According to the international IPAQ questionnaire, students were divided into groups of physical activity: with high, medium and low levels. The main indicators of the morphological composition of blood have been studied.

Results. Statistically significant differences in the morphological composition of blood were found in students with different levels of physical activity. The concentration of hemoglobin, hematocrit, the average hemoglobin content in the erythrocyte and the average volume of erythrocytes were higher in students with a high level of physical activity than in students with a low level. In students with low-intensity physical activity, the hemoglobin level was within the minimum values (at least 120 g/l). In students with low physical activity, the average volume of red blood cells was below 80 fl and the average hemoglobin content in the red blood cell also did not reach age norms (less than 27 pg).

Keywords: students, physical activity, IPAQ questionnaire, morphological composition of blood.

Citation: Khusainov A.E., Zulkarnaev T.R., Povargo E.A., Mochalkin P.A., Bakirov A.B., Voskresenskaya E.K. Influence of physical activity on morphological blood parameters of medical university students. *Occupational health and human ecology.* 2023;1:68-77.

Correspondence: Artur E. Khusainov, post-graduate student at the Department of Hygiene with the course of preventive medicine, Bashkirian State Medical University. E-mail: arthtur.khusainov.1994@gmail.com

Financing: the study had no financial support.

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10105>

Введение. Система кровообращения занимает одно из доминирующих позиций в энергоснабжении интенсивной мышечной деятельности, формируя различные способы

адаптации организма к физическим нагрузкам. Это связано с тем, что система крови может быстро реагировать на различные воздействия изменений в ее морфологическом составе [1;2].

Изменение состава крови и функционального состояния организма зависят как от объема и характера физической нагрузки, так и от реактивности всего организма [3-5]. По мнению некоторых авторов, наиболее благоприятно то, что за счет жидкости, выделяющейся из эритроцитов в плазму, увеличивается объем циркулирующей крови и среднее содержание гемоглобина в эритроцитах, что приводит к уменьшению объема красных кровяных телец. Исходя из этого, происходит уменьшение среднего объема эритроцитов, что является показателем адаптации организма к повышенным физическим нагрузкам [6-9]. Чем больше взаимосвязей между различными параметрами крови, тем лучше регуляция функциональных возможностей систем организма [10-12].

В свою очередь, недостаточный уровень физической активности проявляется в виде ряда неблагоприятных изменений, ослабления резервных возможностей организма, увеличения частоты временной нетрудоспособности. Низкая физическая активность отрицательно сказывается на многих показателях крови [13]. Уже в юном возрасте низкая физическая активность сопровождается микрореологическими повреждениями клеток крови, что приводит к гипоксии в тканях [14].

На этом фоне могут создаваться условия для повышения артериального давления, что приводит к постепенному развитию стойкой артериальной гипертонии. В таких условиях ухудшаются реологические свойства эритроцитов, что может привести к усугублению имеющейся патологии и способствовать формированию резистентности к медикаментозной терапии [15].

В динамических исследованиях, проведенных на показателях периферической крови, было отмечено, что определение общей концентрации гемоглобина в крови недостаточно информативно. По мнению Гуниной Л.М. и соавт., именно определение гематокрита, среднего содержания гемоглобина в эритроците и средней концентрации гемоглобина в эритроците является наиболее точным, особенно в отношении анемии [16].

Поэтому изучение морфологии крови студентов-медиков с разным уровнем физической активности является важной частью мониторинга здоровья молодых людей.

Целью данной работы является проведение сравнительного анализа морфологического состава крови студентов с различным уровнем физической активности.

Материалы и методы. В данном исследовании принимали участие 672 студента медицинского университета (206 юношей и 466 девушек). Для определения уровня физической активности студентов использовался международный опросник IPAQ [17], по которому все обучающиеся разделены на 3 группы: с высоким, средним и низким уровнем физической активности. Для изучения морфологического состава крови случайным образом выбраны 150 студентов от общего числа (с каждой группы физической активности по 50 человек). Все студенты добровольно согласились участвовать в этом исследовании. Забор крови осуществлялся утром натощак в аккредитованной лаборатории. Анализ показателей морфологического состава крови выполняли с помощью гематологического анализатора CELL-DYN Ruby методом проточной цитометрии. Определяли следующие показатели: RBC

(эритроциты), HGB (гемоглобин), HCT (гематокрит), MCV (средний объем эритроцитов), MCH (среднее содержание гемоглобина в эритроците), MCHC (средняя концентрация гемоглобина в эритроците).

Для статистической обработки данных использовали программу Statistica. Полученные результаты исследовали на нормальность распределения с применением критерия Шапиро-Уилка. Для статистической обработки полученных данных применяли критерий Стьюдента.

Результаты. Сравнительный анализ морфологического состава крови выявил достоверные различия между студентами разных групп двигательной активности. Так, по сравнению со студентами со средним ($126,20 \pm 10,50$ г/л, $p=0,043$) и низким ($120,91 \pm 9,44$, $p=0,033$) уровнями физической активности студенты с высоким уровнем имели самую высокую концентрацию гемоглобина ($142,15 \pm 14,13$ г/л). Видимо, это является проявлением адаптации организма вследствие улучшения транспорта кислорода. У студентов с низкой физической активностью уровень гемоглобина находился в пределах минимальных значений нормы (не менее 120 г/л). Студенты с высоким уровнем физической активности имели более высокий гематокрит, чем студенты с низким уровнем ($45,11 \pm 5,01$ по сравнению с $35,76 \pm 5,80\%$, $p=0,043$). Было обнаружено, что среди студентов с высокой физической активностью значение MCH (среднее содержание гемоглобина в эритроцитах) было достоверно выше, чем у студентов с низкой активностью ($37,91 \pm 4,36$ по сравнению с $25,80 \pm 4,27$ пг, $p=0,009$). Более высокие показатели MCV (средний объем эритроцитов) наблюдались у студентов с высокой физической активностью ($89,57 \pm 6,02$ фл), по сравнению с низкой ($78,43 \pm 7,10$ фл, $p=0,011$). Средние значения MCV у студентов с низкой физической активностью были ниже 80 фл, величина MCH также не достигала возрастных норм (менее 27 пг) (табл. 1).

Таблица 1

Средние значения морфологических показателей крови у студентов
с разной физической активностью

Table 1

Average values of morphological parameters of blood in students with different physical activity

показатели	Уровень физической активности			p
	Высокий (1)	Средний (2)	Низкий (3)	
RBC, $\times 10^{12}/л$	4,85 \pm 1,92	4,66 \pm 1,85	4,54 \pm 1,80	
HGB, г/л	142,15 \pm 14,13	126,20 \pm 10,50	120,91 \pm 9,44	p ₁₋₂ =0,043; p ₁₋₃ =0,033
HCT, %	45,11 \pm 5,01	38,81 \pm 5,90	35,76 \pm 5,80	p ₁₋₃ =0,043
MCV, фл	89,57 \pm 6,02	85,05 \pm 6,51	78,43 \pm 7,10	p ₁₋₃ =0,011
MCH, пг	37,91 \pm 4,36	27,94 \pm 4,19	25,80 \pm 4,27	p ₁₋₃ =0,009
MCHC, г/л	257,64 \pm 36,79	313,88 \pm 47,30	308,44 \pm 46,29	

Примечание: RBC – эритроциты; HGB – гемоглобин; HCT – гематокрит; MCV - средний объем эритроцитов; MCH - среднее содержание гемоглобина в эритроците; MCHC - средняя концентрация гемоглобина в эритроците.

Note: RBC – erythrocytes; HGB – hemoglobin; HCT – hematocrit; MCV - average volume of erythrocytes; MCH - average hemoglobin content in erythrocyte; MCHC - average concentration of hemoglobin in erythrocyte.

При оценке полученных результатов в зависимости от пола студентов также обнаружены статистически значимые различия. Так, наиболее высокие значения по показателю MCH установлены у девушек в группе с высоким уровнем физической активности (35,14 \pm 4,38 пг по сравнению с 25,51 \pm 4,15 пг в группе с низким уровнем, p=0,015) (рис. 1).

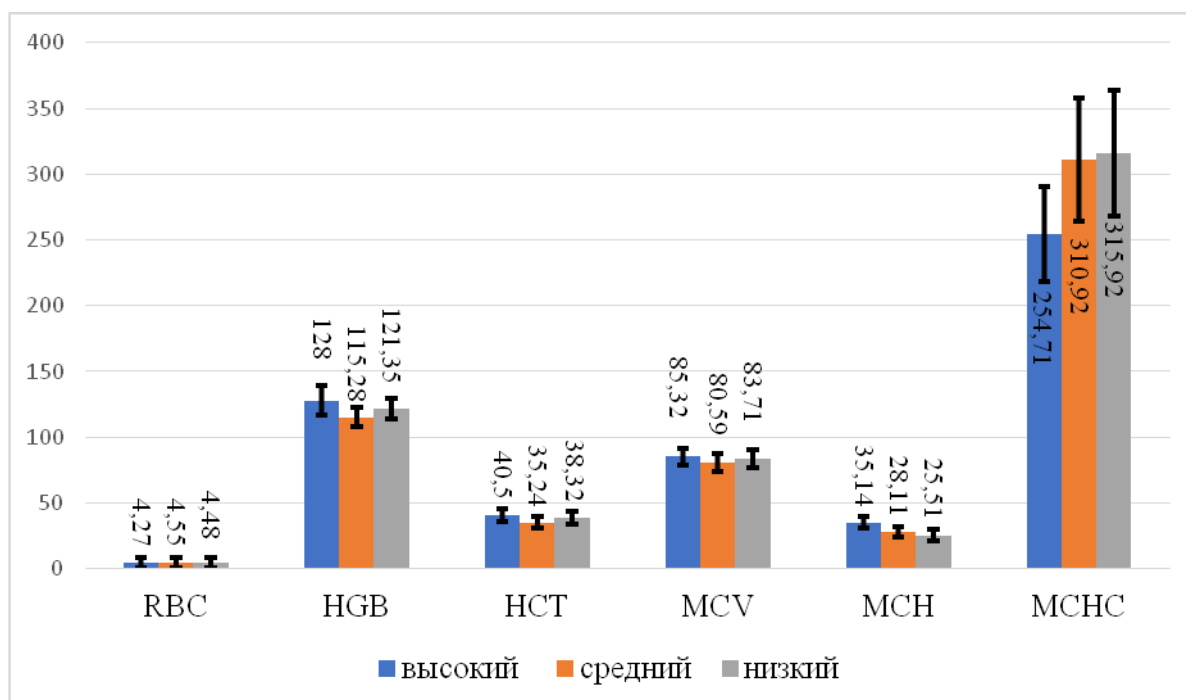


Рис. 1. Сравнительный анализ морфологического состава крови у девушек с различным уровнем физической активности

Примечание: * - статистически значимые различия между группами ($p < 0,05$).

Figure 1. Comparative analysis of blood morphology in girls with physical activity of varying intensity

Note: * - statistically significant differences between the groups ($p < 0.05$).

Сходная картина выявлена среди юношей: наблюдается повышение ряда морфологических показателей состава периферической крови в группе с высоким уровнем физической активности, чем в группе с низким уровнем (рис. 2).

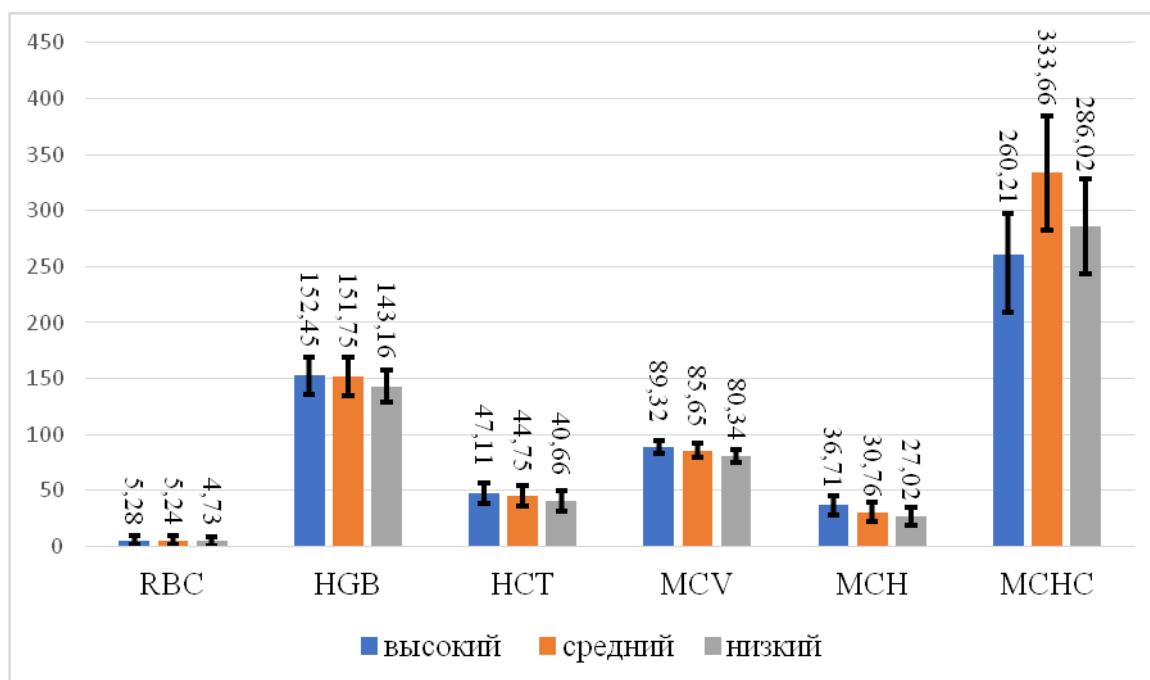


Рис. 2. Сравнительный анализ морфологического состава крови у юношей с различным уровнем физической активности

Figure 2. Comparative analysis of blood morphology in young men with physical activity of varying intensity

Обсуждение. Анализ отечественной литературы по изучению морфологического состава крови у студентов с разной физической активностью показал схожие результаты в аналогичных исследованиях. Так, в работе Гаврильевой К.С. у обследованных спортсменов отмечены более высокие значения морфологических показателей крови, чем у группы сравнения (не занимающихся спортом), по таким показателям, как гемоглобин ($148,77 \pm 6,01$ по сравнению с $130,20 \pm 9,04$ г/л, $p=0,001$), гематокрит ($42,03 \pm 1,94$ по сравнению с $38,44 \pm 3,31\%$, $p=0,001$) и среднее содержание гемоглобина в эритроците ($31,94 \pm 0,70$ по сравнению с $29,03 \pm 2,53$ пг, $p=0,001$), что свидетельствует о наличии у группы сравнения признаков анемии [17]. В своей работе Литвинова Л.С. с соавторами изучали влияние субмаксимальной физической нагрузки на клеточные элементы крови спортсменов и выявили, что увеличение отношения площади поверхности красных кровяных телец к их объему приводит к улучшению прохождения кислорода через мембрану эритроцитов [18].

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о существенном влиянии физических нагрузок на морфологические показатели крови. Таким образом, низкий уровень физической активности оказывает неоднозначное влияние на морфологический состав крови. Наиболее благоприятные значения среднего объема эритроцитов, среднего содержания гемоглобина в эритроците, гемоглобина и гематокрита были обнаружены у студентов с физической активностью высокой интенсивности. И, наоборот, у студентов с низкой физической активностью средние показатели гемоглобина, среднего объема эритроцитов и среднего содержания гемоглобина ниже допустимых значений. На основании материалов нашего исследования следует рекомендовать студентам систематические занятия с достаточным уровнем физической активности.

Список литературы:

1. Макарова Г.А., Поляев Б.А. Медико-биологическое обеспечение спорта за рубежом. Советский спорт. 2012. с. 310.
2. Александров Н.П. Изменения в системе красной крови человека (эритроны) при адаптации к новым условиям. Здоровье. 2010; 1: 16.
3. Бочкарева А.А., Лисова И.М., Джандарова Т.И. Влияние физических нагрузок на изменения суточной динамики клеток крови. БМИК. 2011; 7: 18.
4. Мельников А.А., Викулов А.Д. Реологические свойства крови у спортсменов. Ярославль: ЯГПУ. 2008. с. 110–114.
5. Смирнов И.Ю., Левин В.Н., Дюкова А.С. Взаимосвязь реологических характеристик крови и особенностей кровоснабжения скелетных мышц. Материалы междунар. конф. по гемореологии. Ярославль. 2001. с. 101–102.
6. Грищенко Н.А. Новые подходы к оценке картины крови у спортсменов. Спорт: медицина и здоровье. 2001; 2: 46–51.
7. Калинин А.Н. Особенности морфологического и белкового состава крови у высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в гребле на байдарках и каноэ: дис. канд. биол. наук. Краснодар. 2008. с. 115.
8. Волков Н.И., Волков А.Н. Физиологические критерии выносливости спортсменов. Физиология человека. 2004; 30 (4): 103–113.
9. Викулов А.Д., Мельников А.А., Турчанинов С.Ю. Текучесть крови – важнейший параметр кровообращения у лиц, ведущих здоровый образ жизни. Материалы конф. «Совершенствование системы физического воспитания, оздоровления детей, учащейся молодежи в условиях различных климатогеографических зон». Сургут. 2000. с. 18–21.
10. Нехвядович А.И. Гематологический контроль в спорте: метод. рекомендации. Минск. 2000. с. 40.
11. Мельников А.А., Викулов А.Д. О взаимосвязи реологических свойств крови с показателями физической работоспособности: корреляционное исследование. Материалы II Межд. конф. по физиологии мышц и мышечной деятельности. Москва. 2003. с.142.
12. Бочкарева А.А., Лисова И.М., Джандарова Т.И. Влияние физических нагрузок на изменения суточной динамики клеток крови. БМИК. 2011; 7: 18–28.
13. Махов А.С., Медведев И.Н. Функциональное состояние юных футболистов с астенией, получавших комплекс реабилитационных воздействий. Теория и практика физической культуры. 2019; 2: 10.
14. Драпкина О.М., Шепель Р.Н. Гиподинамия – болезнь века: низкая физическая активность как фактор риска заболеваний сердечно-сосудистой системы и преждевременного старения. Кардиология: новости, мнения, обучение. 2015; 3(6): 53–58.
15. Skoryatina I.A., Zavalishina S.Y., Makurina O.N., Mal G.S., Gamolina O.V. Some aspects of treatment of patients having dyslipidemia on the background of hypertension. Prensa Medica Argentina. 2017; 103 (3): 3. DOI 10.4172/Ipma.1000250. – EDN XQIFAL.

16. Гунина Л.М., Винничук Ю.Д., Головащенко Р.В. Коррекция спортивной анемии как фактора, лимитирующего физическую работоспособность, с помощью цефалансина. Ресурсы конкурентоспособности спортсменов: теория и практика реализации. 2015; 3: 71–3
17. International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). Available at: <http://www.ipaq.ki.se> Accessed 18.01.2023.
18. Гаврильева К.С., Ханды М.В., Соловьёва М.И., Винокурова С.П., Махарова Н.В. Влияние физических нагрузок на морфологический состав красной крови у подростков Якутии. Доктор.Ру. 2018; 11(155): 27–30. DOI: 10.31550/1727-2378-2018-155-11-27-30
19. Литвинова Л.С., Пельменев В.К., Селедцова И.А., Муравьева Ю.А., Шуплецова В.В., Панин В.А., и др. Влияние субмаксимальной физической нагрузки на клеточные параметры крови спортсменов. Медицинская иммунология. 2012; 14 (3): 213-218.

References:

1. Makarova G.A., Polyayev B.A. Medical and biological support of sports abroad. Sovetskij sport [Soviet sport]. 2012. p. 310.
2. Aleksandrov N.P. Changes in the human red blood system (erythron) during adaptation to new conditions. Zdorov'e [Health]. 2010; 1: 16.
3. Bochkareva A.A., Lisova I.M., Dzhandarova T.I. The effect of physical activity on changes in the daily dynamics of blood cells. BMIC. 2011; 7: 18.
4. Melnikov A.A., Vikulov A.D. Rheological properties of blood in athletes. Yaroslavl: YAGPU. 2008. pp. 110-114.
5. Smirnov I.Ju., Levin V.N., Djukova A.S. Interrelation of rheological characteristics of blood and features of blood supply to skeletal muscles. Proceedings of the International Conference on Hemorheology. Yaroslavl. 2001. pp. 101-102.
6. Grishchenko N.A. New approaches to the assessment of the blood picture in athletes. Sport: medicina i zdorov'e [Sports: medicine and health]. 2001; 2: 46–51.
7. Kalinin A.N. Features of morphological and protein composition of blood in highly qualified athletes specializing in kayaking and canoeing: PhD thesis (Biology). Krasnodar. 2008. 115 p.
8. Volkov N.I., Volkov A.N. Physiological criteria of endurance athletes. Fiziologija cheloveka [Human physiology]. 2004; 30 (4): 103–113.
9. Vikulov A.D., Melnikov A.A., Turchaninov S.Ju. Blood fluidity is the most important parameter of blood circulation in people leading a healthy lifestyle. Proceedings of the conf. "Improvement of the system of physical education, health improvement of children, students in conditions of various climatogeographic zones". Surgut. 2000. pp. 18-21.
10. Nekhvyadovich A.I. Hematological control in sports: method. recommendations. Minsk. 2000. p. 40.
11. Melnikov A.A., Vikulov A.D. On the relationship of rheological properties of blood with indicators of physical performance: a correlation study. Proceedings of the II International Conference on the physiology of muscles and muscular activity. Moscow. 2003. p. 142.
12. Bochkareva A.A., Lisova I.M., Dzhandarova T.I. The effect of physical activity on changes in the daily dynamics of blood cells. BMIC. 2011; 7: 18–28

13. Makhov A.S., Medvedev I.N. The functional state of young football players with asthenia who received a complex of rehabilitation effects. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury* [Theory and practice of physical culture]. 2019; 2: 10.
14. Drapkina O.M., Shepel R.N. Inactivity is a disease of the century: low physical activity as a risk factor for diseases of the cardiovascular system and premature aging. *Kardiologiya: novosti, mneniya, obuchenie* [Cardiology: news, opinions, training]. 2015; 3(6): 53–58.
15. Skoryatina I.A., Zavalishina S.Y., Makurina O.N., Mal G.S., Gamolina O.V. Some aspects of treatment of patients having dyslipidemia on the background of hypertension. *Prensa Medica Argentina*. 2017; 103 (3): 3. DOI 10.4172/lpma.1000250. – EDN XQIFAL.
16. Gunina L.M., Vinnichuk Ju.D., Golovashhenko R.V. Correction of sports anemia as a factor limiting physical performance with the help of cefaransin. *Resursy konkurentosposobnosti sportsmenov: teoriya i praktika realizatsii* [Resources of athletes' competitiveness: theory and practice of implementation]. 2015; 3: 71–3
17. International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). Available at: <http://www.ipaq.ki.se> Accessed 18.01.2023.
18. Gavrileva K.S., Handy M.V., Solovjova M.I., Vinokurova S.P., Makharova N.V. The effect of physical exertion on the morphological composition of red blood in Yakutia adolescents. *Doctor.Ru*. 2018; 11(155): 27-30. DOI: 10.31550/1727-2378-2018-155-11-27-30
19. Litvinova L.S., Pel'menev V.K., Seledcova I.A., Muravyeva Ju.A., Shuplecova V.V., Panin V.A., et al. The effect of submaximal physical activity on the cellular parameters of athletes' blood. *Meditinskaya immunologiya* [Medical immunology]. 2012; 14 (3): 213-218.

Поступила/Received: 22.02.2022

Принята в печать/Accepted: 24.02.2022