

DOI: 10.22363/2313-0245-2023-27-3-293-304  
EDN: REIVAAОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
ORIGINAL RESEARCH

## Особенности церебрального кровообращения студентов-первокурсников северного региона

А.А. Говорухина , В.П. Мальцев , О.А. Мальков , У.В. Наговицина  Сургутский государственный педагогический университет, г. Сургут, Российская федерация  
 [infinitt@mail.ru](mailto:infinitt@mail.ru)

**Аннотация.** *Актуальность.* Интенсивные психоэмоциональные и интеллектуальные нагрузки в период получения высшего образования в сочетании с климато-экологическим прессингом проживающих в северных регионах выступают колоссальным стрессом для формирующегося организма и могут повлечь за собой нарушения функционального состояния организма в целом и церебральной гемодинамики в частности. В этой связи актуальным является раннее выявление обучающихся с факторами риска дисфункции системы кровообращения для своевременной помощи и коррекции их образа жизни. Цель исследования: проанализировать особенности церебрального кровообращения студентов первокурсников Сургутского государственного педагогического университета. *Материалы и методы.* В рамках пилотного исследования приняли участие студенты первого курса ( $n = 30$ ; 13 девушек и 17 юношей, средний возраст  $18 \pm 0,6$  лет) Сургутского государственного педагогического университета, проживающие на территории, приравненной к условиям Крайнего севера. Показатели церебрального кровообращения обследованных диагностированы при помощи реографического комплекса «Рео-Спектр» (ООО «Нейрософт», г. Иваново) в четырех стандартных отведениях: фронто-мастоидальных (ФМ) слева и справа, и окципито-мастоидальных (ОМ) слева и справа. Диагностика осуществлена в соответствии с биоэтическими нормами с добровольного письменного согласия на проведения исследования. *Результаты и обсуждение.* В ходе проведенного исследования было установлено, что показатели реоэнцефалографии у большинства обследованных юношей выявляют недостаточное кровенаполнение во всех диагностируемых артериальных бассейнах головного мозга. При этом тонус артерий разного калибра соответствуют нормативным показателям. Мозговой кровоток у них обеспечивается в основном за счет повышения тонуса артериол. У юношей адекватный отток крови диагностирован на фоне нормального тонуса венозных сосудов. У девушек во всех отведениях головного мозга повышен тонус мелких сосудов, в бассейне сонной артерии отмечается повышение объемного кровенаполнения сосудов мозга на фоне повышенного тонуса крупных сосудов, что можно рассматривать как регуляторный механизм для нормализации сниженного кровенаполнения соответствующего сосудистого региона. Отток крови из артериол и тонус вен повышен только слева. *Выводы.* Для выявления особенностей церебрального кровообращения студентов-первокурсников северного региона

© Говорухина А.А., Мальцев В.П., Мальков О.А., Наговицина У.В., 2023

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

необходимо дальнейшее изучение гемодинамических механизмов регуляции тонуса сосудов, а также взаимосвязь с центральным кровообращением.

**Ключевые слова:** церебральное кровообращение, здоровье, студенты, реоэнцефалография, северный регион

**Информация о финансировании.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

**Вклад авторов:** Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

**Информация о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Этическое утверждение.** Протокол исследования утвержден этическим комитетом Сургутского государственного педагогического университета.

**Благодарности** — неприменимо.

**Информированное согласие на публикацию.** Перед началом исследования все участники исследования дали добровольное письменное информированное согласие на участие в исследовании и обработку персональных данных согласно Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (WMA Declaration of Helsinki — Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013).

Поступила 15.08.2023. Принята 15.09.2023.

**Для цитирования:** Говорухина А.А., Мальцев В.П., Мальков О.А., Наговицина У.В. Особенности церебрального кровообращения студентов-первокурсников северного региона // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2023. Т. 27. No 3. С. 293—304. doi: 10.22363/2313-0245-2023-27-2-293-304

## Cerebral circulation features of first-year students of the northern region

Alena A. Govorukhina , Viktor P. Maltsev , Oleg A. Malkov , Ulyana V. Nagovitsina  

Surgut State Pedagogical University, Surgut, Russian Federation  
 infinnitt@mail.ru

**Abstract. Relevance.** Intense psycho-emotional and intellectual loads during the period of higher education, combined with climatic and environmental pressure, living in the northern regions, cause enormous stress for the emerging organism and can lead to violations of the functional state of the organism as a whole and cerebral hemodynamics in particular. In this regard, early identification of students with risk factors of circulatory system dysfunction for timely assistance and correction of their lifestyle is relevant. *The purpose of the study* was to analyze the features of cerebral circulation of first-year students of the northern region. *Materials and Methods.* Within the framework of the pilot study, first-year students (n = 30; 13 girls and 17 boys, average age  $18 \pm 0.6$  years) of Surgut State Pedagogical University living in the territory equated to the conditions of the Far North took part. Indicators of cerebral circulation of the examined patients were diagnosed using the rheographic complex «Reo-Spectrum» (LLC «Neurosoft», Ivanovo) in four standard leads: front-mastoid (FM) on the left and right, and occipito-mastoid (OM) on the left and right. The diagnosis was carried out in accordance with bioethical norms with the voluntary written consent to conduct the study. *Results and Discussion.* In the course of the study, it was found that rheoencephalography indicators in the majority of the examined young men reveal insufficient blood filling in all the diagnosed arterial basins of the brain. At the same time, the tone of the arteries of different calibers corresponds to the normative indicators. Cerebral blood flow in them is provided mainly by increasing the tone of arterioles. An adequate blood outflow was diagnosed against the background of normal tone

of venous vessels In young men. The tone of small vessels of girls was increased in all brain leads, in the carotid artery basin there was an increase in volumetric blood filling of brain vessels against the background of increased tone of large vessels, which can be considered as a regulatory mechanism for normalizing reduced blood filling of the corresponding vascular region. The outflow of blood from arterioles and vein tone was increased only on the left. *Conclusion*. To identify the peculiarities of cerebral circulation of first-year students of the northern region, it is necessary further to study the hemodynamic mechanisms of regulation of vascular tone, as well as the relationship with central circulation.

**Keywords:** cerebral circulation, health, students, rheoencephalography, northern region

**Funding.** The authors received no financial support for the research and publication of this article.

**Author contributions.** All authors made a significant contribution to the development of the concept and writing the article, read and approved the final version before publication.

**Conflict of interest statement.** The authors declare no conflict of interest.

**Ethics approval.** The protocol of the study was approved by the Ethics Committee of Surgut State Pedagogical University.

**Acknowledgements** — not applicable.

**Consent for publication.** Before starting the study, all participants provided voluntary informed consent to participate in the study in accordance with the Declaration of Helsinki of the World Medical Association (WMA Declaration of Helsinki — Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013), the processing of personal data and consent to publication.

Received 15.08.2023. Accepted 15.09.2023.

**For citation:** Govorukhina A.A., Maltsev V.P., Malkov O.A., Nagovitsina U.V. Cerebral circulation features of first-year students of the northern region. *RUDN Journal of Medicine*. 2023;27(3):293—304. doi: 10.22363/2313-0245-2023-27-2-293-304

## Введение

Медико-социальная значимость проблемы церебрального кровообращения обусловлена широкой распространенностью сосудистых заболеваний головного мозга, приводящих к нетрудоспособности, инвалидизации и смертности населения [1]. В России за 2020 год смертность от цереброваскулярных заболеваний составила более 277 тыс. человек, а число заболевших более 6,408 млн человек. Значительная распространенность церебральной сосудистой патологии, омоложение контингента больных, тяжелые, трудно поддающиеся лечению последствия, зачастую приводящие к инвалидизации, и высокая летальность определяют необходимость своевременной диагностики начальных, доклинических проявлений недостаточности мозгового кровообращения [2–4].

По мнению ряда авторов, проживание в условиях высоких широт приводит к более высоким энергозатратам головного мозга, что, в свою очередь, повышает потребность мозга в кислороде и питательных веществах, усиливает церебральную гемодинамику и повышает риски нарушения функционального состояния организма [5, 6]. Климато-экологические условия полярных и приполярных регионов в сочетании с техногенными факторами приводят к нарушениям приспособительных и развитию хронических стрессовых реакций в организме, становятся причиной более интенсивного использования и быстрого истощения адаптационных резервов организма человека в высоких широтах [7].

Своеобразие климата в Ханты-Мансийском автономном округе — Югре сказывается на самочувствии населения и обуславливает уникальное протекание всех биологических процессов, оказывая

влияние на все функциональные системы организма человека [8, 9].

Анализ современных научных публикаций показал, что наибольший интерес для исследования церебрального кровообращения представляют группы детей и подростков [10–12], спортсменов [13, 14], а также студентов в период экзаменационного стресса [15–19].

На наш взгляд, особого внимания заслуживают студенты-первокурсники, поскольку начало студенческой жизни сопровождается аритмичностью в работе, изменением социального окружения, повышением информационных нагрузок, усилением гиподинамии и т. д. [20]. Все это увеличивает функциональную активность мозга и интенсивность церебрального кровотока для обеспечения возросших метаболических потребностей [21, 22]. Данная группа студентов изучается достаточно интенсивно [23–27], однако особенности церебрального кровотока, по нашему мнению, изучены недостаточно.

Представленный выше анализ современной научной литературы позволил нам сформулировать **цель данной работы**: проанализировать особенности церебрального кровообращения студентов первокурсников северного региона.

## Материалы и методы

Работа выполнена на базе научно-исследовательской лаборатории «Биологические основы безопасности образовательного пространства» Сургутского государственного педагогического университета в рамках исследований по научной теме лаборатории «Сохранение и формирование человеческого капитала региона: персонификация образовательных и профессиональных траекторий здоровьесбережения участников образовательного процесса» в межсессионный период марте-апреле 2023 года.

В исследовании приняли участие 30 студентов первого курса (13 девушек и 17 юношей), средний возраст  $18 \pm 0,6$  лет. Инструментальное исследование проводилось с соблюдением санитарно-гигиенических требований и на основе добровольного информированного согласия обследуемых. Исследование проводилось в соответствии

с этическими стандартами Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения медицинских исследований с участием людей в качестве субъектов исследования» с дополнениями, внесенными в 2013 году. Все обследуемые не имели жалоб на состояние здоровья в период проведения исследования. Критерием для исключения из выборки являлись дисфункции нервной, кардиореспираторной, эндокринной систем в анамнезе и острые воспалительные заболевания на момент обследования.

Анализ церебрального кровообращения проводился при помощи реографического комплекса «Рео-Спектр» (ООО «Нейрософт», г. Иваново). Реоэнцефалографическое исследование проводилось в четырех стандартных отведениях: фронто-мастоидальных (FM) слева и справа, позволяющих регистрировать кровоток в бассейне внутренних сонных артерий и окципито-мастоидальных (ОМ) слева и справа, информирующих об уровне кровоснабжения в бассейне позвоночных артерий [2], для выявления особенностей церебрального кровообращения у студентов первокурсников использовались нормативные значения параметров реоэнцефалограммы (РЭГ) по данным Максименко И.М. и др., 1986.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью программы «Statistica 8.0». Для описания количественных данных вычисляли среднее значение, стандартное отклонение. Для анализа различий между показателями в сравниваемых группах использовали t-критерий Стьюдента при условии нормального распределения, критерий Манна-Уитни при условии ненормального распределения. Во всех использованных статистических критериях за пороговый уровень значимости принимали величину  $p < 0,05$ .

## Результаты и обсуждение

Показатели мозгового кровотока юношей и девушек, представленные в таблице 1, достоверно отличаются во фронто-мастоидальных отведениях, характеризующих сонные артерии. В ходе исследо-

вания вышеуказанных отведений были получены статистически значимые межполовые различия по реографическому индексу, максимальной скорости быстрого наполнения, средней скорости медленного

наполнения, дикротическому индексу, диастолическому индексу. В окципито-мастоидальных отведениях межполовые различия статистически значимы только по дикротическому индексу.

Таблица 1/ Table 1

## Показатели реоэнцефалограммы у студентов первого курса / Rheoencephalography indices in first-year students

Показатели/ Indicators	Отведения/Regions	Юноши/Boys	Девушки/ Girls	p	Норма/ Standard
		Me(Q <sub>1</sub> -Q <sub>3</sub> )	Me(Q <sub>1</sub> -Q <sub>3</sub> )		
РИ, у.е. / RI, с.у.	Fms	1,03 (0,83-1,37)	1,53 (1,27-1,72)	0,007*	1,2-1,6
	Fmd	1,11 (0,75-1,25)	1,47 (1,23-1,95)	0,006*	
	Oms	0,65 (0,54-0,87)	0,73 (0,65-0,95)	0,198	1,0-1,4
	Omd	0,67 (0,61-0,92)	0,94 (0,62-1,19)	0,170	
V <sub>макс</sub> , с / MaxS, sec	Fms	1,38 (1,23-1,71)	2,19 (1,95-2,76)	0,002*	1,1-2,1
	Fmd	2,15 (1,67-3,05)	1,59 (1,22-1,99)	0,005*	
	Oms	0,98 (0,78-1,28)	1,19 (1,03-1,52)	0,145	0,7-1,5
	Omd	1,10 (0,93-1,32)	1,51 (1,03-1,95)	0,065	
V <sub>ср</sub> , с / AverS, sec	Fms	0,80 (0,69-0,98)	1,20 (0,99-1,37)	0,002*	0,6-1,4
	Fmd	0,86 (0,67-1,16)	1,15 (0,97-1,60)	0,031*	
	Oms	0,50 (0,43-0,63)	0,62 (0,48-0,74)	0,229	0,2-0,8
	Omd	0,57 (0,43-0,78)	0,79 (0,50-0,84)	0,079	
ДИК, % / Dicl, %	Fms	54,21 (37,70-62,15)	69,93 (66,88-84,87)	0,020*	50-65
	Fmd	52,40 (39,41-62,08)	67,93 (60,07-77,52)	0,009*	
	Oms	58,55 (49,60-63,87)	72,51 (66,26-91,89)	0,012*	55-70
	Omd	56,25 (43,83-69,54)	77,10 (64,86-91,60)	0,009*	
ДИА, % / Dial, %	Fms	64,17 (54,27-66,53)	72,34 (62,98-79,74)	0,086	55-80
	Fmd	63,30 (57,86-66,74)	72,92 (62,78-75,61)	0,043*	
	Oms	77,47 (61,68-81,28)	77,00 (69,04-105,62)	0,408	60-85
	Omd	80,05 (69,53-84,90)	83,52 (77,91-101,62)	0,094	
ПВО, % / VOI, %	Fms	8,00 (6,00-13,00)	9,00 (4,00-16,00)	0,711	0-20
	Fmd	19,00 (8,00-28,00)	20,00 (9,00-27,00)	0,742	
	Oms	16,00 (11,00-20,00)	9,00 (4,00-24,00)	0,341	0-20
	Omd	16,00 (10,00-24,00)	16,00 (5,00-27,00)	0,773	

**Примечание:** РИ – реографический индекс, V<sub>макс</sub> – максимальная скорость быстрого наполнения, V<sub>ср</sub> – средняя скорость медленного наполнения, ДИК – дикротический индекс, ДИА – диастолический индекс, ПВО – показатель венозного оттока; \* – достоверны межгрупповые различия, при p < 0,05.

**Note:** RI – rheographic index, MaxS – maximum speed of rapid filling, AverS – average slow filling speed, Dicl – dicrotic index, Dial – diastolic index, VOI – venous outflow index; \* – significant inter group differences, at p < 0.05.

Реографический индекс (РИ), отражающий уровень объемного пульсового кровенаполнения в левом фронтально-мастоидальном (Fms) отведении, у 23,5 % юношей и 53,8 % девушек был в норме (рис. 1–2). Повышенный реографический индекс установлен у 11,8 % юношей и 30,8 % девушек, у 15,4 % девушек и 64,7 % юношей — студентов первокурсников РИ понижен. В левом окципито-мастоидальном

(Oms) отведении реографический индекс у 11,8 % юношей находился в норме (рис. 3–4). 15,4 % девушек-первокурсниц имели повышенный РИ. Данный показатель понижен у 88,2 % юношей и 84,6 % девушек. В правом фронтально-мастоидальном отведении (Fmd) реографический индекс был в пределах референсных значений у 17,6 % юношей и 46,2 % девушек (рис. 5–6). 15,4 % девушек и 64,8 % юношей

имели пониженный РИ. Повышенный реографический индекс выявлен у 17,6 % обследованных юношей и 38,5 % обследованных девушек. В правом окципито-мастоидальном отведении (Omd) показатель РИ находился в норме только у 5,9 % юношей и 38,5 % девушек (Рис. 7–8), 7,7 % девушек-первокурсниц имели повышенные значения по этому показателю. Были выявлены низкие значения РИ у 94,1 % юношей и 53,8 % девушек. Межполовые различия по величине реографического индекса у девушек и юношей статистически значимы в Fms и Fmd отведениях ( $p < 0,05$ ).

Показатель максимальной скорости быстрого наполнения ( $V_{\max}$ ), несущая информацию о тоне крупных артерий, в Fms отведении у 70,6 % юношей и 53,8 % девушек находился в референсных значениях (Рис. 1–2). Пониженные значения выявлены у 17,6 % юношей, у 11,8 % юношей и 46,2 % девушек данный показатель был выше нормативных значений. В левом окципито-мастоидальном (Oms) отведении 11,8 % юношей-первокурсников имели пониженные значения данного показателя (Рис. 3–4). Допустимые значения на момент исследования имели 76,4 % юношей и 76,9 % девушек. Были выявлены высокие значения  $V_{\max}$  у 11,8 % юношей и 23,1 % девушек. В правом фронтально-мастоидальном отведении (Fmd) значения  $V_{\max}$  у 76,4 % юношей и 53,8 % девушек были в норме, низкие показатели были выявлены у 11,8 % юношей (Рис. 5–6). Повышенные значения данного показателя отмечены у 11,8 % юношей и 46,2 % девушек. В Omd отведении значения максимальной скорости быстрого наполнения были понижены у 5,9 % юношей (Рис. 7–8). В референсных значениях данный показатель был у 76,5 % юношей и 61,5 % девушек, повышенные значения имели 17,6 % юношей и 38,5 % девушек. Межполовые различия статистически значимы в Fms и Fmd отведениях ( $p < 0,05$ ).

Средняя скорость медленного наполнения ( $V_{\text{ср}}$ ), отражающая тонус средних и мелких артерий, в левом фронтально-мастоидальном отведении (Fms) была ниже допустимых значений у 17,6 % юношей (Рис. 1–2). Данный показатель был в норме у 82,4 % обследованных юношей и 76,9 % об-

следованных девушек. Высокие значения имели 23,1 % девушек. В Oms отведении 88,2 % юношей и 84,6 % девушек имели референсные значения, высокие показатели выявлены у 11,8 % юношей первокурсников и 15,4 % девушек первокурсниц (Рис. 3–4). В правом фронтально-мастоидальном отведении (Fmd) низкие значения  $V_{\text{ср}}$  были отмечены у 17,6 % юношей (Рис. 5–6). В норме данный показатель выявлен у 76,5 % юношей и 69,2 % девушек. Повышенные значения  $V_{\text{ср}}$  были у 5,9 % юношей и 30,8 % девушек. В правом окципито-мастоидальном (Omd) отведении у 100 % обследованных юношей и 76,9 % обследованных девушек средняя скорость медленного наполнения была в норме, повышенные значения отмечены у 23,1 % девушек (Рис. 7–8). Значения  $V_{\text{ср}}$  у девушек и юношей статистически значимо различались в Fms и Fmd отведениях ( $p < 0,05$ ).

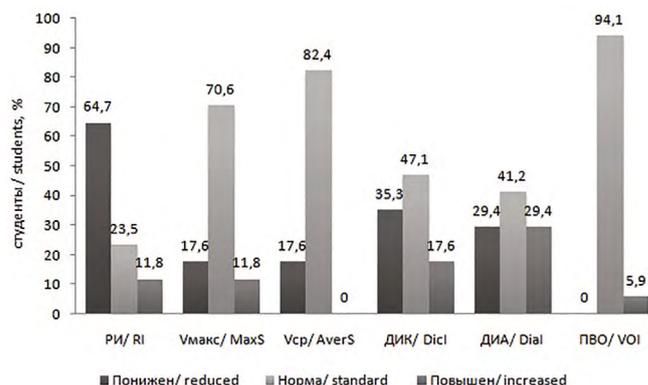
Дикротический индекс (ДИК) в Fms отведении соответствовал норме у 47,1 % юношей-первокурсников, 35,3 % обследованных юношей и 23,1 % девушек имели пониженное значение по данному показателю (Рис. 1–2). Повышенный ДИК был выявлен у 17,6 % юношей и 76,9 % девушек. В Oms отведении дикротический индекс в референсных значениях был у 35,3 % юношей студентов и 30,8 % девушек студенток (Рис. 3–4). У 47,1 % юношей и 15,4 % девушек был выявлен пониженный ДИК. По данному показателю имели повышение 17,6 % юношей, когда у девушек повышенный ДИК составил 53,8 %. В Fmd отведении дикротический индекс у 47,1 % юношей студентов и 23,1 % девушек студенток был в норме (Рис. 5–6). Однако данный показатель был понижен у 35,3 % юношей и 15,4 % девушек. 17,6 % юношей и 61,5 % девушек имели повышенный ДИК. 41,2 % юношей студентов и 23,1 % девушек студенток были с нормой по дикротическому индексу в Omd отведении (Рис. 7–8). Пониженный ДИК выявлен у 35,3 % юношей и 15,4 % девушек, повышенный у 23,5 % юношей и 61,5 % девушек. Повышенный дикротический индекс указывает на увеличение периферического сопротивления сосудов. Межполовые отличия дикротического

индекса были статистически значимыми в Fms, Oms, Fmd и Omd отведениях ( $p < 0,05$ ).

Диастолический индекс (ДИА), который отображает состояние оттока крови из артерий в вены, в Fms отведении соответствовал норме у 41,2 % юношей и 7,7 % девушек (Рис. 1–2). У 69,2 % девушек и 29,4 % юношей ДИА был повышен. 29,4 % юношей и 23,1 % девушек имели пониженный диастолический индекс. ДИА в левом окципито-мастоидальном отведении (Oms) соответствовал норме у 70,6 % юношей первокурсников и 69,2 % девушек-первокурсниц (Рис. 3–4). Пониженный ДИА был у 17,6 % юношей. Повышен данный показатель был у 11,8 % юношей и 30,8 % девушек. У 76,5 % юношей и 76,9 % девушек диастолический индекс в Fmd отведении был в норме (Рис. 5–6); 23,5 % юношей-студентов и 7,7 % девушек-студенток имели пониженное значение по данному показателю. Повышенный ДИА был выявлен только у 15,4 % девушек — первокурсниц. В норме ДИА в Omd отведении был у 70,6 % юношей — первокурсников и 53,8 % девушек — первокурсниц (Рис. 7–8). Данный показатель повышен у 23,5 % юношей и 46,2 % девушек, а понижен только у 5,9 % обследованных юношей. Понижение ДИА говорит о венозном застое. Межполовые различия по данному показателю статистически значимыми были в Fmd отведении ( $p < 0,05$ ).

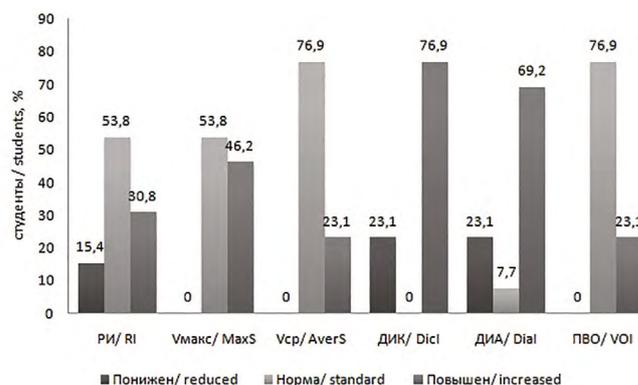
Показатель венозного оттока (ПВО) в левом фронтально-мастоидальном отведении (Fms) у 94,1 % обследованных юношей и 76,9 % девушек находился в референтных значениях, однако у 5,9 % юношей и 23,1 % девушек он был повышен (Рис. 1–2). Увеличение данного показателя характеризует усиленный отток крови из полости черепа в сердце. ПВО в Oms отведении соответствовал норме у 76,5 % обследованных юношей и 69,2 % девушек, однако он был повышен у 23,5 % юношей и 30,8 % девушек (Рис. 3–4). Показатель венозного оттока у 76,5 % юношей и 61,5 % девушек был в референтных значениях в правом фронтально-мастоидальном отведении (Fmd) (Рис. 5–6). Однако этот показатель был повышен у 23,5 % юношей и 38,5 % девушек. ПВО в Omd отведении в норме у 58,8 % юношей

и 53,8 % девушек, однако повышен он у 41,2 % юношей и 46,2 % девушек (Рис. 7–8).



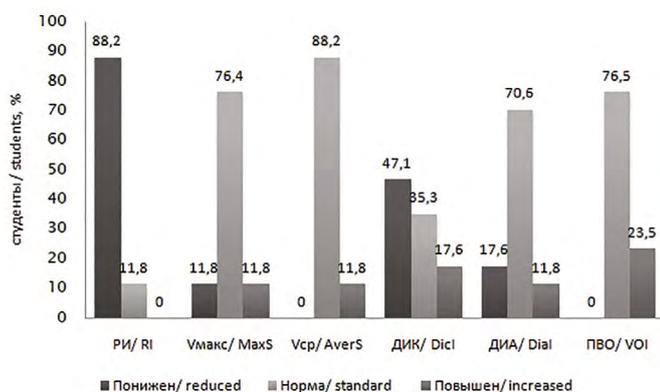
**Рис. 1.** Показатели РЭГ в Fms отведении у юношей — студентов первого курса северного ВУЗа. RI — реографический индекс, Vmax — максимальная скорость быстрого наполнения, Vsp — средняя скорость медленного наполнения, ДИК — дикротический индекс, ДИА — диастолический индекс, ПВО — показатель венозного оттока

**Fig. 1.** Rheoencephalography indicators in Fms indicator of boys first-year students of the Northern University. RI — rheographic index, MaxS — maximum speed of rapid filling, AverS — average slow filling speed, DicI — dicrotic index, Dial — diastolic index, VOI — venous outflow index



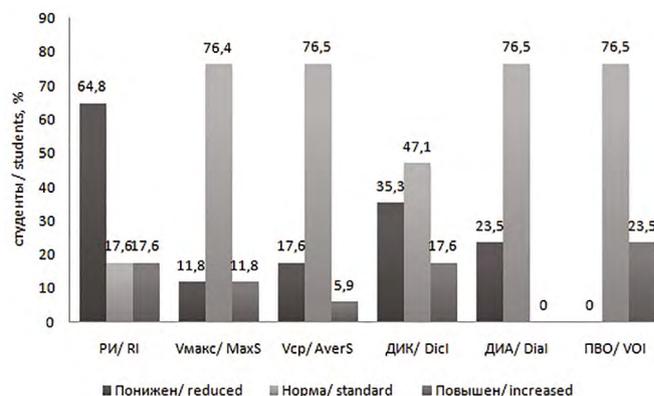
**Рис. 2.** Показатели РЭГ в Fms отведении у девушек — студенток первого курса северного ВУЗа. RI — реографический индекс, Vmax — максимальная скорость быстрого наполнения, Vsp — средняя скорость медленного наполнения, ДИК — дикротический индекс, ДИА — диастолический индекс, ПВО — показатель венозного оттока

**Fig. 2.** Rheoencephalography indicators in Fms indicator of girls first-year students of the Northern University. RI — rheographic index, MaxS — maximum speed of rapid filling, AverS — average slow filling speed, DicI — dicrotic index, Dial — diastolic index, VOI — venous outflow index



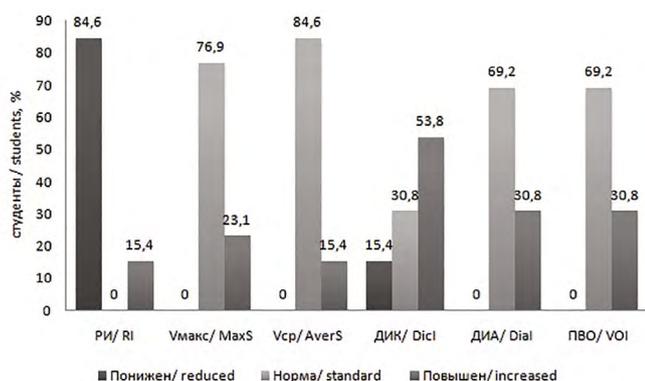
**Рис. 3.** Показатели РЭГ в Oms отведении у юношей – студентов первого курса северного ВУЗа. RI – реографический индекс, Vмакс – максимальная скорость быстрого наполнения, Vсп – средняя скорость медленного наполнения, ДИК – дикротический индекс, ДИА – диастолический индекс, ПВО – показатель венозного оттока

**Fig.3.** Rheoencephalography indicators in Oms indicator in boys first-year students of the Northern University. RI – rheographic index, MaxS – maximum speed of rapid filling, AverS – average slow filling speed, DicI – dicrotic index, Dial – diastolic index, VOI – venous outflow index



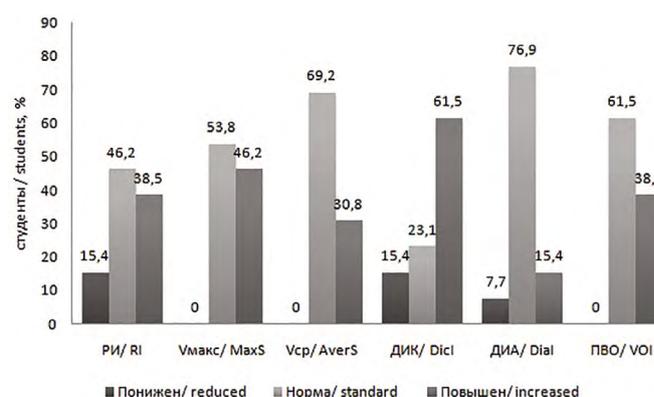
**Рис. 5.** Показатели РЭГ в Fmd отведении у юношей – студентов первого курса северного ВУЗа. RI – реографический индекс, Vмакс – максимальная скорость быстрого наполнения, Vсп – средняя скорость медленного наполнения, ДИК – дикротический индекс, ДИА – диастолический индекс, ПВО – показатель венозного оттока

**Fig.5.** Rheoencephalography indicators in Fmd indicator of boys first-year students of the Northern University. RI – rheographic index, MaxS – maximum speed of rapid filling, AverS – average slow filling speed, DicI – dicrotic index, Dial – diastolic index, VOI – venous outflow index



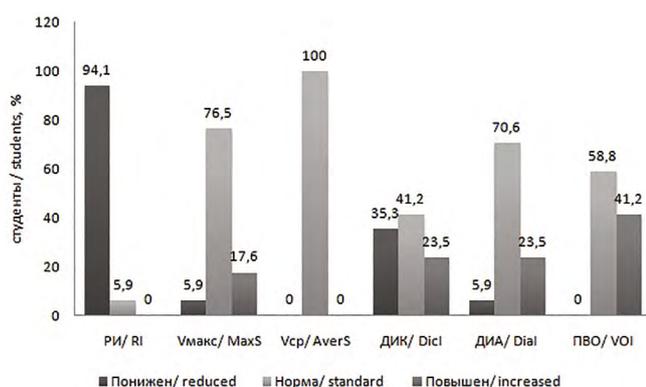
**Рис. 4.** Показатели РЭГ в Oms отведении у девушек – студенток первого курса северного ВУЗа. RI – реографический индекс, Vмакс – максимальная скорость быстрого наполнения, Vсп – средняя скорость медленного наполнения, ДИК – дикротический индекс, ДИА – диастолический индекс, ПВО – показатель венозного оттока

**Fig.4.** Rheoencephalography indicators in Oms indicator of girls first-year students of the Northern University. RI – rheographic index, MaxS – maximum speed of rapid filling, AverS – average slow filling speed, DicI – dicrotic index, Dial – diastolic index, VOI – venous outflow index



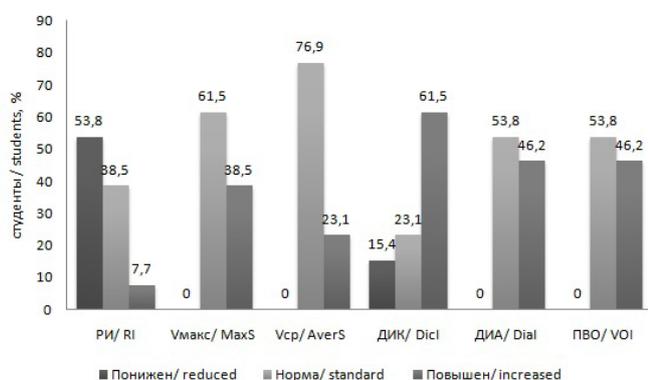
**Рис. 6.** Показатели РЭГ в Fmd отведении у девушек – студенток первого курса северного ВУЗа. RI – реографический индекс, Vмакс – максимальная скорость быстрого наполнения, Vсп – средняя скорость медленного наполнения, ДИК – дикротический индекс, ДИА – диастолический индекс, ПВО – показатель венозного оттока

**Fig.6.** Rheoencephalography indicators in Fmd indicator of girls first-year students of the Northern University. RI – rheographic index, MaxS – maximum speed of rapid filling, AverS – average slow filling speed, DicI – dicrotic index, Dial – diastolic index, VOI – venous outflow index



**Рис. 7.** Показатели РЭГ в Omd отведении у юношей – студентов первого курса северного ВУЗа. RI – реографический индекс, Vмакс – максимальная скорость быстрого наполнения, Vср – средняя скорость медленного наполнения, ДИК – дикротический индекс, ДИА – диастолический индекс, ПВО – показатель венозного оттока

**Fig.7.** Rheoencephalography indicators in Omd indicator in boys first-year students of the Northern University. RI – rheographic index, MaxS – maximum speed of rapid filling, AverS – average slow filling speed, DicI – dicrotic index, Dial – diastolic index, VOI – venous outflow index



**Рис. 8.** Показатели РЭГ в Omd отведении у девушек – студенток первого курса северного ВУЗа. RI – реографический индекс, Vмакс – максимальная скорость быстрого наполнения, Vср – средняя скорость медленного наполнения, ДИК – дикротический индекс, ДИА – диастолический индекс, ПВО – показатель венозного оттока

**Fig.8.** Rheoencephalography indicators in Omd indicator of girls first-year students of the Northern University. RI – rheographic index, MaxS – maximum speed of rapid filling, AverS – average slow filling speed, DicI – dicrotic index, Dial – diastolic index, VOI – venous outflow index

Результаты проведенного исследования показали, что в группе юношей объемный мозговой кровоток снижен в обоих сосудистых бассейнах. При этом тонус крупных, средних и мелких артерий в большинстве случаев соответствуют нормативным показателям. Адекватный мозговой кровоток обеспечивается при этом в основном за счет повышения тонуса артериол, что и обеспечивает адекватный отток крови на фоне нормального тонуса венозных сосудов и далее из полости черепа к сердцу.

В исследуемой группе девушек в бассейне сонной артерии отмечается повышение объемного кровенаполнения сосудов мозга на фоне повышенного тонуса крупных, а также средних и мелких сосудов. Тонус артериол при этом повышен у значительного числа исследуемых девушек. Отток крови из артериол и тонус вен повышен только слева, тогда как справа этот показатель соответствует нормальным значениям. При этом справа отмечается более значительное повышение оттока крови из полости черепа к сердцу. У значительной части этой группы обследованных в бассейне позвоночных артерий отмечается снижение объемного кровенаполнения на фоне нормального или повышенного тонуса крупных, средних и мелких артерий. Тонус артериол в этом сосудистом бассейне повышен у большей части обследованных девушек, что в свою очередь обуславливает повышение оттока крови в большей степени справа.

## Выводы

Анализ параметров реоэнцефалографии у большинства обследованных юношей позволил установить недостаточное кровенаполнение во всех отведениях головного мозга, в особенности окципито-мастоидальных, характеризующих позвоночные артерии. Треть юношей имели сниженные значения ДИК во всех отведениях головного мозга, практически у половины юношей в левом окципито-мастоидальном отведении ДИК был ниже нормы. Гипертонус артериол (более чем в 35 % случаев) позволяет компенсировать кровенаполнение в данном сосудистом регионе.

В окципито-мастоидальных отведениях у девушек также наблюдается снижение реографического индекса, отражающего кровенаполнение в этом бассейне. В левом фронто-мастоидальном отведении у большинства девушек отмечен высокий диастолический индекс, указывающий на повышенный отток крови из артерий в вены. Во всех отведениях головного мозга у девушек установлен повышенный дикротический индекс. Повышение тонуса мелких сосудов является регуляторным механизмом для нормализации сниженного кровенаполнения соответствующего сосудистого региона.

Таким образом, анализ особенностей церебрального кровообращения студентов-первокурсников северного региона свидетельствует о снижении мозгового кровотока как у юношей, так и у девушек, что, возможно, связано с нарушениями регуляции сосудистого тонуса. Это повышает риски сосудистых нарушений у данной категории обследуемых и требует выбора значимых физиологических параметров для донозологической диагностики с целью дальнейшей профилактики этих нарушений.

### Библиографический список

1. *Бабянц А.Я., Хананашвили Я.А.* Мозговое кровообращение: физиологические аспекты и современные методы исследования // Журнал фундаментальной медицины и биологии. 2018. № 3. С. 46–54.
2. Комплекс реографический «Рео-Спектр». Методические указания. Иваново: Нейрософт, 2010. С. 24.
3. *Кулеш А.А., Нуриева Ю.А., Сыромятникова Л.И.* Причины ишемического инсульта у пациентов моложе 45 лет: анализ данных регионального сосудистого центра // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2021. № 1. С. 24–30.
4. *Мансур Т.И., Стуров Н.В., Кузнецов В.И., Яшина Н.В., Подопригора И.В.* Начальные проявления недостаточности церебрального кровоснабжения у студентов в вузе // Справочник врача общей практики. 2022. № 4. С. 10–18.
5. *Грибанов А.В., Депутат И.С.* Распределение уровня постоянного потенциала головного мозга у пожилых женщин в циркулярных условиях // Физиология человека. 2015. Т. 41. № 3. С. 134–136. doi: 10.7868/S0131164615030066.
6. *Погонышева И.А., Погонышев Д.А.* Влияние полушарной организации мозга на процессы адаптации студентов северного вуза // Вестник НВГУ. 2017. № 4. С. 100–104.
7. *Депутат И.С., Дерябина И.Н., Нехорошкова А.Н., Грибанов А.В.* Влияние климатоэкологических условий севера на процессы старения // Журнал медико-биологических исследований. 2017. Т. 5. № 3. С. 5–17. doi: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.3.5.

8. *Верижникова Л.Н., Арямкина О.Л., Терентьева Н.Н.* Соматическая патология у жителей Ханты-Мансийского автономного округа — Югры // Бюллетень сибирской медицины. 2020. Т. 19. № 2. С. 13–19.

9. *Литовченко О.Г., Багнетова Е.А., Тостановский А.В.* Эколого-физиологические аспекты здоровьесбережения молодого населения Югры // Современные вопросы биомедицины. 2022. Т. 6. № 1. С. 138–144. doi: 10.51871/2588-0500\_2022\_06\_01\_18.

10. *Шарапов А.Н., Безобразова В.Н., Догадкина С.Б., Кмить Г.В., Рублёва Л.В.* Комплексный анализ ряда функциональных параметров сердечно-сосудистой системы в онтогенезе школьников младшего возраста // Новые исследования. 2008. Т. 1. № 14–1. С. 41–51.

11. *Дёмин Д.Б., Поскотинова Л.В., Кривоногова Е.В.* Вегетативный статус и мозговая активность у подростков заполярного Севера // Вестник РАМН. 2014. № 9–10. С. 5–9. doi:10.15690/vamn.v69i9-10.1124

12. *Русанов В.Б., Матин Б.В., Лучицкая Е.С.* Анализ функциональных особенностей мозгового кровообращения подростков как компонента системной гемодинамики // Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования. 2018. № 1. С. 8–14.

13. *Исупов И.Б., Панина Н.Г., Занкович А.А., Матохина А.А.* Типологические реакции церебрального кровообращения спортсменов в условиях дозированных физических нагрузок // Вестник ВолГУ. 2008. № 2. С. 163–165.

14. *Гонохова А.С., Замчий Т.П.* Состояние кровотока головного мозга у спортсменов силовых видов спорта и его оптимизация методом транскраниальной электростимуляции // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2019. Т. 3. С. 89–94. doi:10.31588/2413-4201-1883-239-3-89-94.

15. *Акимова Н.А., Букова К.А., Климанова М.Н., Затрудина Е.Б.* Динамические характеристики церебрального кровообращения молодых лиц в условиях комбинированных возмущающих воздействий на организм // Вестник ВолГУ. 2016. № 14. С. 10–14.

16. *Исупов И.Б., Мандриков В.Б., Лиходеева В.А., Букова К.А., Климанова М.Н.* Церебральное кровообращение молодых лиц в условиях комбинированных возмущающих воздействий на организм // Вестник ВолГМУ. 2017. № 2. С. 68–70.

17. *Мельник С.Н., Мельник В.А., Сукач Е.С., Ткаченко П.В.* Влияние физической и умственной нагрузки на состояние центральной и мозговой гемодинамики молодых людей в зависимости от типа кровообращения и церебральной микроциркуляции // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». 2016. № 1. С. 117–123.

18. *Мандриков В.Б., Севрюкова Г.А., Исупов И.Б., Лиходеева В.А.* Церебральное кровообращение российских и иностранных студентов при различных формах умственной деятельности // Вестник ВолГМУ. 2019. № 69. С. 87–90.

19. *Спицин А.П., Железнова А.Д., Кушкова Н.Е.* Особенности церебральной и системной гемодинамики у студентов с оптимальным и высоким нормальным артериальным давлением // Вятский медицинский вестник. 2021. № 3. С. 82–85.

20. *Агаджанян Н.А., Северин А.Е., Силаева А.А., Ермакова Н.В., Миннибаев Т.Ш., Кузнецова Л.Ю.* Изучение образа жизни, состояния здоровья и успеваемости студентов при интенсификации

образовательного процесса // Гигиена и санитария. 2005. № 3. С. 48–52.

21. Исупов И.Б., Занкович А.А., Кочубеева Е.Н. Типологические особенности кровообращения головного мозга молодых людей // Вестник ВолГУ. 2008. Т.7. № 1. С. 124–129.

22. Депутат И.С., Нехорошкова А.Н., Грибанов А.В., Большевидцева И.Л., Старцева Л.Ф. Анализ распределения уровня постоянного потенциала головного мозга в оценке функционального состояния организма (обзор) // Экология человека. 2015. № 10. С. 27–36.

23. Захаров Н.Е., Захарова М.В., Золотникова Г.П., Скачкова Т.А., Сизаева В.Э. Психофизиологические аспекты адаптации организма студентов в процессе вузовского обучения // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2017. № 6. С. 249–253.

24. Никулина А.В., Туйзарова И.А., Шуканов Р.А., Алтынова Н.В., Шуканов А.А. Анализ состояния сердечно-сосудистой системы организма в моделируемых условиях // Человек. Спорт. Медицина. 2019. № 3. С. 7–13.

25. Симонова О.И. Адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы первокурсников обучающихся в вузе // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2020. Том 6. № 2. С. 214–222.

26. Елаева Е.Е., Якимова Е.А., Мамаев А.Р. Мониторинговые показатели кардиореспираторной системы студентов как индикатор адаптационных реакций организма на физическую нагрузку // Теория и практика физической культуры. 2021. № 2. С. 43–45.

27. Тулякова О.В., Авдеева М.С., Смирнова А.А. Функциональное состояние студентов на первом году обучения // Новые исследования. 2021. № 3. С. 40–45. doi: 10.46742/2072-8840-2021-67-3-40-45.

## References

1. Babiyants AYa, Khananashvili Ya A. Cerebral circulation: physiological aspects and modern research methods. *Journal of Fundamental Medicine and Biology*. 2018;3:46–54. (In Russian).
2. Rheographic complex «Reo-Spectrum». *Methodical instructions*. Ivanovo: Neurosoft. 2010. 24 p. (In Russian).
3. Kulesh AA, Nurieva YuA, Syromyatnikova LI. Causes of ischemic stroke in patients younger than 45 years: analysis of data from the regional vascular center. *Neurology, neuropsychiatry, psychosomatics*. 2021;1:24–30. (In Russian).
4. Mansur TI, Sturov NV, Kuznetsov VI, Yashina NV, Podoprigora IV. Initial manifestations of insufficiency of cerebral blood supply in students at the university. *Reference book of a general practitioner*. 2022;4:10–18. (In Russian).
5. Griбанov AV, Deputat IS. Distribution of the level of constant brain potential in elderly women in circumpolar conditions. *Human Physiology*. 2015;41(3):134–136. (In Russian).
6. Pogonyshcheva IA, Pogonyshchev DA. Influence of the hemispheric organization of the brain on the processes of adaptation of students of the northern university. *Bulletin of the Nizhnevartovsk state university*. 2017;4:100–104. (In Russian).
7. Deputy IS, Deryabina IN, Nekhoroshkova AN, Griбанov AV. Influence of climatic and ecological conditions of the north on aging processes. *Journal of Biomedical Research*. 2017;5(3):5–17. (In Russian).

8. Verizhnikova LN, Aryamkina OL, Terentyeva NN. Somatic pathology among residents of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug — Yugra. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2020;19(2):13–19. (In Russian).

9. Litovchenko OG, Bagnetova EA, Tostanovskiy AV. Ecological and physiological aspects of health saving of the young population of Yugra. *Modern issues of biomedicine*. 2022;6(1):138–144. doi: 10.51871/2588-0500\_2022\_06\_01\_18. (In Russian).

10. Sharapov AN, Bezobrazova VN, Dogadkina SB, Kmit GV, Rubleva LV. Comprehensive analysis of a number of functional parameters of the cardiovascular system in the ontogenesis of young schoolchildren. *New research*. 2008;1(14–1):41–51. (In Russian).

11. Demin DB, Poskotinova LV, Krivonogova EV. Vegetative status and brain activity in adolescents of the polar North. *Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2014;9–10:5–9. (In Russian).

12. Rusanov VB, Matin BV, Luchitskaya ES. Analysis of the functional features of cerebral circulation in adolescents as a component of systemic hemodynamics. *Medicine. Sociology. Philosophy. Applied research*. 2018;1:8–14. (In Russian).

13. Isupov IB, Panina NG, Zankovich AA, Matokhina AA. Typological reactions of the cerebral circulation of athletes under conditions of dosed physical activity. *Bulletin of Volgograd state university*. 2008;2:163–165. (In Russian).

14. Gonokhova AS, Zamchiy TP. The state of cerebral blood flow in power sports athletes and its optimization by transcranial electrical stimulation. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine. N.E. Bauman*. 2019;3:89–94. (In Russian). doi: 10.31588/2413-4201-1883-239-3-89-94.

15. Akimova NA, Bukova KA, Klimanova MN, Zatrudina EB. Dynamic characteristics of the cerebral circulation of young people under conditions of combined disturbing effects on the body. *Bulletin of Volgograd state university*. 2016;14:10–14. (In Russian).

16. Isupov IB, Mandrikov VB, Likhodeeva VA, Bukova KA, Klimanova MN. Cerebral circulation of young people under conditions of combined perturbing effects on the body. *Bulletin of the Volgograd State Medical University*. 2017;2:68–70. (In Russian).

17. Melnik SN, Melnik VA, Sukach ES, Tkachenko PV. Influence of physical and mental stress on the state of central and cerebral hemodynamics of young people depending on the type of blood circulation and cerebral microcirculation. *Kursk Scientific-practical bulletin «Man and his health»*. 2016;1:117–123. (In Russian).

18. Mandrikov VB, Sevryukova GA, Isupov IB, Likhodeeva VA. Cerebral circulation of Russian and foreign students in various forms of mental activity. *Volgograd State Medical University*. 2019;69:87–90. (In Russian).

19. Spitsin AP, Zheleznova AD, Kushkova NE. Features of cerebral and systemic hemodynamics in students with optimal and high normal arterial pressure. *Vyatskiy Medical Bulletin*. 2021;3:82–85. (In Russian).

20. Agadzhanian NA, Severin AE, Silaeva AA, Ermakova NV, Minnibaev TSh, Kuznetsova LYu. The study of lifestyle, health status and academic performance of students during the intensification of the educational process. *Hygiene and Sanitation*. 2005;3:48–52. (In Russian).

21. Isupov IB, Zankovich AA, Kochubeeva EN. Typological features of the blood circulation of the brain of young people. *Volgograd state university*. 2008;7(1):124–129. (In Russian).

22. Deputy IS, Nekhoroshkova AN, Griбанov AV, Bolshvidtseva IL, Startseva LF. Analysis of the distribution of the level of the constant potential of the brain in assessing the functional state of the body (review). *Human Ecology*. 2015;10:27–36. (In Russian).
23. Zakharov NE, Zakharova MV, Zolotnikova GP, Skachkova TA, Sizaeva VE. Psychophysiological aspects of students' organism adaptation in the process of university education. *Scientific notes of the University. P.F. Lesgaft*. 2017;6:249–253. (In Russian).
24. Nikulina AV, Tuizarova IA, Shukanov RA, Altynova NV, Shukanov AA. Analysis of the state of the cardiovascular system of the body under simulated conditions. *Human. sport. medicine*. 2019;3:7–13. (In Russian).
25. Simonova OI. Adaptation potential of the cardiovascular system of first-year students studying at the university. *Scientific notes of the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky. Biology. Chemistry*. 2020;6(2):214–222. (In Russian).
26. Elaeva EE, Yakimova EA, Mamaev AR. Monitoring indicators of the cardiorespiratory system of students as an indicator of the body's adaptive responses to physical activity. *Theory and practice of physical culture*. 2021;2:43–45. (In Russian).
27. Tulyakova OV, Avdeeva MS, Smirnova AA. Functional state of students in the first year of study. *Newresearch*. 2021;3:40–45. doi: 10.46742/2072-8840-2021-67-3-40-45. (In Russian).

*Ответственный за переписку:* Наговицина Ульяна Васильевна — аспирант кафедры медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности Сургутского государственного педагогического университета, Российская Федерация, 628404, г. Сургут, ул. Артема, 9. E-mail: infinitt@mail.ru.

Говорухина А.А. SPIN 7772–3522; ORCID 0000–0002–7466–2918

Мальцев В.П. SPIN 6975–8465; ORCID 0000–0002–2453–6585

Мальков О.А. SPIN 5079–4259; ORCID 0000–0002–0895–2079

Наговицина У.В. SPIN 1880–3706; ORCID 0009–0009–1563–1810

*Corresponding author:* Nagovitsina Ulyana Vasil'evna — PhD student of the Department of Biomedical Disciplines and Life Safety, Surgut State Pedagogical University, 628404, Artem str., 9, Surgut, Russian Federation. E-mail: infinitt@mail.ru.

Govorukhina A.A. ORCID 0000–0002–7466–2918

Maltsev V.P. ORCID 0000–0002–2453–6585

Mal'kov O.A. ORCID 0000–0002–0895–2079

Nagovitsina U.V. ORCID 0009–0009–1563–1810