

УДК 612.1

DOI: 10.18413/2409-0298-2017-3-1-25-30

Шарапова В.В.

**ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ
МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ У ДЕВУШЕК С РАЗНЫМ ТОНУСОМ
ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

Аннотация

Проведено изучение variability ритма сердца студентов. Исследованы показатели временного, спектрального анализа и кардиоритмограммы. Методом лазерной доплеровской флоуметрии изучены особенности реакций микроциркуляторного русла у нормотоников и ваготоников в ответ на окклюзионную пробу. Выявлено, что у ваготоников по сравнению с нормотониками выше исходный уровень микроциркуляции, показатель перфузии в процессе развития постокклюзионной гиперемии и величина резерва кровотока, а также значения показателей, характеризующих активные факторы регуляции кровотока.

Ключевые слова: variability сердечного ритма; временной анализ сердечного ритма; частотный (спектральный) анализ ритма сердца; микроциркуляция крови; окклюзионная проба

UDC 612.1

Sharapova V.V.

**FEATURES OF ADAPTIVE CHANGES OF MICROCIRCULATION
PARAMETERS OF GIRLS WITH VARIOUS TONUS
OF THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM**

Abstract

The study of the heart rate variability of the students was carried out. The indices of time-domain, frequency-domain heart rate variability and cardiorythmodrams were investigated. Characteristics of the microcirculatory bed after occlusion test were studied using the laser Doppler flowmetry method in normotonic and vagotonic types. It was revealed that vagotonic type had a higher initial level of microcirculation, a higher index of perfusion during the postocclusion hyperemia and a higher quantity of the blood flow reserve, and even higher indices that characterize active factors of the blood flow regulation in comparison with the normotonic type.

Key words: heart rate variability; time-domain heart rate variability; frequency-domain heart rate variability; blood microcirculation; occlusion test.

Процесс адаптации организма к комплексу действующих факторов является сложным, многоуровневым и сопровождается значительным напряжением компенсаторно-приспособительных систем [6].

Изменения состояния человека в условиях умственных, психоэмоциональных нагрузок в процессе обучения отражает динамика тонуса вегетативной нервной системы (ее симпатического и парасимпатического отделов), объективными индикаторами которого являются показатели variability сердечного ритма (ВСР) [10]. Таким образом, оценка ВСР позволяет охарактеризовать процесс адаптации организма к внешним факторам, выявить особенности функционального состояния различных звеньев регуляторного механизма [2, 5, 14, 18].

При изучении приспособления организма к различным воздействиям актуальным является исследование микроциркуляции крови [11, 20].

Целью работы явилось изучение особенностей адаптационных изменений параметров микроциркуляции у девушек с разным тонусом вегетативной нервной системы при проведении окклюзионной пробы.

Материалы и методы исследования

Работа выполнена на базе кафедры биологии НИУ «БелГУ». В исследование после получения добровольного информированного согласия были включены практически здоровые, некурящие студентки, в возрасте 18-22 лет (n=30). Исследования у девушек проводили в межменструальный период [19].

Вариабельность сердечного ритма регистрировали с помощью оборудования «Поли-Спектр» («Нейрософт», Россия). Регистрацию электрокардиограммы осуществляли согласно общепринятой методике [16], анализировали ритмограмму, спектрограмму и кардиоритмограмму по Р.М. Баевскому [8].

С целью определения типа вегетативной регуляции сердечного ритма у студенток учитывали показатель LF/HF [17]. При нормотонии соотношение LF/HF во время бодрствования в спокойном состоянии находится в диапазоне 0,5-1,5 условных единиц, если LF/HF составляет менее 0,5 условных единиц – это свидетельствует о ваготонии [3]. На основании значения показателя LF/HF испытуемых разделили на две группы в зависимости от влияния соответствующего отдела вегетативной нервной системы на сердечный ритм: ваготоники (n=14) и нормотоники (n=16).

Оценку состояния микроциркуляторного русла кожи проводили с помощью двухканального лазерного анализатора капиллярного кровотока ЛАКК-02 (НПП «ЛАЗМА», Россия) в красной области спектра излучения ($\lambda=632$ нм). Датчик устанавливали на дистальной фаланге II пальца правой руки. С целью исследования резервных возможностей микроциркуляции проводили окклюзионную пробу

путем пережатия плечевой артерии тонометром в течение трех минут, давление в манжете составляло не менее 200 мм рт. ст., чтобы вызвать остановку кровотока в исследуемой области. После декомпрессии происходило восстановление кровоснабжения и максимальное наполнение кровью капилляров [15].

Полученные данные обрабатывали с помощью компьютерных программ Excel 7.0, Statistica 10.0. Учитывали значение средней арифметической выборочной совокупности (M) и стандартной ошибки среднего значения (m).

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования установлено, что у студенток, для которых характерно преобладание тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, мощность высокочастотных колебаний была выше на 19,6%, показатель HFnu – на 54,1% по сравнению со значениями соответствующих показателей нормотоников (табл. 1), что соответствует данным научной литературы. Высокочастотный компонент спектра (HF-компонент) связан с дыхательными движениями и отражает вагусный контроль ритма сердца [7, 9], низкочастотный компонент (LF-компонент) отражает преимущественно симпатические влияния, но парасимпатический тонус также влияет на его формирование [13].

Таблица 1

Спектральные характеристики ритма сердца девушек с различным вегетативным тономусом (M±m)

Table 1

Spectral characteristics of heart rhythm of girls with a different tonus of the autonomic nervous system (M± m)

	Показатели, ед. измерения							
	TP, мс ²	LF, мс ²	HF, мс ²	LF/HF	LF%	HF%	LFnu, у.е.	HFnu, у.е.
Нормотоники	8358,56 ±	2050,81 ±	2960,94 ±	1,14	45,58	39,83	51,81	48,19
	3285,50	526,95	1384,24	±	±	±	±	±
				0,09	7,28	6,30	2,18	2,18
Ваготоники	6158,09 ±	1211,64 ±	3549,18 ±	0,37	25,90	54,73	25,74	74,26
	1281,59	269,83	907,28	±	±	±	±	±
				0,04	7,65	2,73	2,05	2,05

Примечание: полная мощность спектра колебаний кардиоритма (TP); мощность высокочастотного компонента в диапазоне 0,15-0,4 Гц (HF), мощность низкочастотного компонента в диапазоне 0,04-0,15 Гц (LF), соотношение низко- и высокочастотных волн (LF/HF); результаты спектрального анализа представлены как в условных единицах (у.е.), так и в единицах мощности (мс²)

Основные показатели ритмограммы представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели временного анализа вариабельности ритма сердца (ритмограммы) у девушек с разным тономусом вегетативной нервной системы (M±m)

Table 2

Indicators of time-domain heart rate variability (rhythmogram) of girls with a different tonus of the autonomic nervous system (M± m)

	Показатели, ед. измерения						
	R-Rmin, мс	R-Rmax, мс	RRNN, мс	SDNN, мс	RMSSD, мс	pNN50, %	CV, %
Нормотоники	566,75 ± 44,38	1055,19 ± 47,64	855,13 ± 35,76	76,38 ± 13,68	71,63 ± 17,16	30,02 ± 6,28	8,49 ± 1,12
Ваготоники	651,91 ± 50,92	1145,55 ± 44,07	886,23 ± 38,05	76,09 ± 8,97	87,27 ± 13,56	45,95 ± 5,31	8,67 ± 1,13

Примечание: минимальная (R-Rmin), максимальная (R-Rmax) продолжительности интервала R-R; средняя длительность R-R интервалов (RRNN); стандартное отклонение длительности R-R-интервалов (SDNN); квадратный корень из среднеарифметического значения квадрата разности длительностей последовательных «нормальных» интервалов R-R (RMSSD); коэффициент вариации ряда «нормальных» интервалов R-R (CV); процент пар кардиоинтервалов, отличающихся между собой более чем на 50 мс (pNN50, %)

Выявлено, что у ваготоников значение показателя RMSSD, который отражает активность автономного контура регуляции и свидетельствует об активности парасимпатического звена регуляции кровообращения [3,4,5], превышал значение соответствующего показателя нормотоников на

21,8% (табл. 2). Значение показателя pNN50, отражающего степень преобладания парасимпатического звена регуляции над симпатическим, у ваготоников было больше на 53,1%, чем у нормотоников (табл. 2).

В таблице 3 представлены основные показатели кардиоритмограммы.

Таблица 3

Показатели кардиоритмограммы у девушек с разным тономусом вегетативной нервной системы (M±m)

Table 3

Indicators of cardiorythmogram of girls with a different tonus of the autonomic nervous system (M± m)

	Показатели, ед. измерения								
	M, с	СК, с ²	Mo, с	Амо, с	ВР, с	ИВР, с	ПАПР, с	ВПР, с	ИН, с
Нормотоники	0,85 ± 0,04	0,08 ± 0,01	0,87 ± 0,04	35,36 ± 3,56	0,51 ± 0,08	105,91 ± 21,73	44,23 ± 6,04	3,33 ± 0,53	69,65 ± 17,26
Ваготоники	0,91 ± 0,06	0,08 ± 0,01	0,87 ± 0,04	33,42 ± 2,44	0,49 ± 0,04	82,13 ± 11,75	39,85 ± 4,15	2,83 ± 0,37	49,06 ± 8,10

Примечание: среднее арифметическое значение продолжительности интервала R-R (M); среднеквадратичное отклонение продолжительности интервала R-R (СК); наиболее часто встречающаяся величина в вариационном ряду интервалов R-R – мода (Mo); вариационный размах (ВР); индекс вегетативного равновесия (ИВР); показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР); вегетативный показатель ритма (ВПР); индекс напряжения регуляторных систем (ИН)

Установлено, что у ваготоников индекс вегетативного равновесия был меньше на 22,5 %, чем у нормотоников. Значение индекса напряжения регуляторных систем, суммарного показателя состояния центрального контура регуляции сердечного ритма, отражающего общее состояние и функционирование вегетативной нервной системы и ее вклад в регуляцию вариабельности ритма сердца, у ваготоников было менее 60, что свидетельствует о преобладании парасимпатической регуляции, у

нормотоников показатель ИН находился в диапазоне от 60 до 150, свидетельствуя о том, что симпатические и парасимпатические влияния сбалансированы. Выявлено, что у ваготоников значение вегетативного показателя ритма, отражающего активность автономного контура регуляции ВСР, было меньше на 15,0 %, чем значение соответствующего показателя у нормотоников.

Показатель адекватности процессов регуляции, который отражает влияние

симпатической регуляции, у ваготоников был ниже на 9,9 % по сравнению со значением соответствующего показателя нормотоников. Согласно данным научной литературы, чем больше вклад парасимпатического контура регуляции в вариабельность ритма сердца, тем сердечно-сосудистая система в целом оказывается менее подверженной стрессовым воздействиям [12].

В ходе анализа ЛДФ-грамм, зарегистрированных у девушек с разным тоном вегетативной нервной системы при проведении окклюзионной пробы, была отмечена выраженная тенденция у ваготоников к более высокому уровню перфузии. Значение исходного показателя микроциркуляции ($PM_{исх}$) у ваготоников до окклюзии было выше значения

соответствующего показателя, зарегистрированного у нормотоников, на 47,0 %. Показатели микроциркуляции, зарегистрированные в процессе развития реактивной постокклюзионной гиперемии ($PM_{макс}$) и после проведения окклюзионной пробы ($PM_{восст}$), были выше у ваготоников по сравнению с соответствующими показателями нормотоников на 11,3% и 8,7 % (табл. 4). Установлено, что значения показателя, отражающего резерв кровотока, у ваготоников было на 5,3 % выше по сравнению со значением соответствующего показателя у нормотоников (табл. 4). Таким образом, выявлена тенденция к большей перфузии микроциркуляторного русла у ваготоников по сравнению с нормотониками.

Таблица 4

Показатели микроциркуляторного кровотока кожи девушек с разным тоном вегетативной нервной системы при проведении окклюзионной пробы ($M \pm m$)

Table 4

Microcirculation indices of the skin of girls with a different tonus of the autonomic nervous system during occlusion test ($M \pm m$)

	Показатели, единицы измерения				
	$PM_{исх}$, пф.ед.	$PM_{мин}$, пф.ед.	$PM_{макс}$, пф.ед.	$PM_{восст}$, пф.ед.	РКК, %
Нормотоники	$8,77 \pm 0,87$	$0,108 \pm 0,091$	$16,32 \pm 0,96$	$12,23 \pm 0,47$	$190,06 \pm 10,46$
Ваготоники	$12,94 \pm 3,49$	$0,742 \pm 0,392$	$18,16 \pm 1,07$	$13,30 \pm 2,76$	$200,22 \pm 77,65$

Примечание: $PM_{исх}$ – среднее значение показателя микроциркуляции (PM) до окклюзии; $PM_{мин}$ – минимальное значение PM во время окклюзии; $PM_{макс}$ – максимальное значение PM в процессе развития реактивной постокклюзионной гиперемии; $PM_{восст}$ – значение PM, характеризующее восстановление кровотока после окклюзии; РКК – резерв кровотока

Таблица 5

Показатели механизмов регуляции микроциркуляции ($M \pm m$)

Table 5

Indices of microcirculation regulation mechanisms ($M \pm m$)

Показатели, единицы измерения	Нормотоники	Ваготоники
НТ (отн.ед.)	$3,34 \pm 0,24$	$2,36 \pm 0,13$
МТ (отн.ед.)	$5,97 \pm 0,84$	$5,67 \pm 1,10$
ПШ (отн.ед.)	$1,78 \pm 0,18$	$2,46 \pm 0,57$
<i>Эндотелиальные ритмы</i>		
$(A_{max}/3\sigma) \times 100 \%$	$16,58 \pm 1,31$	$20,71 \pm 2,33$
<i>Нейрогенные ритмы</i>		
$(A_{max}/3\sigma) \times 100 \%$	$10,21 \pm 0,77$	$14,24 \pm 0,72$
<i>Миогенные ритмы</i>		
$(A_{max}/3\sigma) \times 100 \%$	$5,98 \pm 0,73$	$6,50 \pm 1,11$
<i>Дыхательные ритмы</i>		
$(A_{max}/3\sigma) \times 100 \%$	$2,21 \pm 0,63$	$2,57 \pm 0,46$
<i>Сердечные ритмы</i>		
$(A_{max}/3\sigma) \times 100 \%$	$1,11 \pm 0,24$	$1,03 \pm 0,27$

Примечание: НТ – нейрогенный тонус; МТ – миогенный тонус; ПШ – показатель шунтирования.

В таблице 5 представлены данные, характеризующие вклад активных и пассивных механизмов регуляции микрокровотока. Выявлено, что у ваготоников были выше значения показателей, характеризующих эндотелиальный, нейрогенный и миогенный факторы регуляции кровотока, по сравнению со значениями показателей нормотоников на 24,9 %, 39,5 % и 8,7 % соответственно, что характерно для устойчивого вазомоторного ритма (табл. 5). Амплитуды, характеризующие пассивные факторы регуляции кровотока – дыхательный и кардиальный ритмы, были у ваготоников выше на 16,3 % и ниже на 7,2 %, по сравнению со значениями соответствующих показателей нормотоников (таблица 5).

Согласно данным научной литературы реактивная гиперемия, наблюдающаяся после окклюзии, является нейрогенной реакцией, которая реализуется преимущественно через высвобождение кокальцигенина и нейронального оксида азота, секретируемых афферентными ноцицептивными С-волоками. Эти факторы индуцируют синтез NO эндотелием, который, в свою очередь, воздействуя на гладкую мускулатуру сосудов, вызывает вазодилатацию [15].

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что адаптивные реакции микроциркуляции имеют особенности у лиц с различным тонусом вегетативной нервной системы. Проведение функциональной пробы, в ходе которой осуществляли окклюзию плечевой артерии, позволило выявить тенденцию, согласно которой у ваготоников по сравнению с нормотониками выше исходный уровень микроциркуляции, показатель перфузии в процессе развития постокклюзионной гиперемии и величина резерва кровотока, а также значения показателей, характеризующих активные факторы регуляции кровотока.

Список литературы

1. Баевский Р.М. Проблема оценки и прогнозирования функционального состояния организма и ее развития в космической медицине // Успехи физиологических наук. 2006. Т. 37, №3. С. 42-57.
2. Баевский Р.М., Берсенёва А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 235 с.
3. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2001. №3. С. 108.
4. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В. и др. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) // Вестник аритмологии. 2001. № 24. С. 65-87.
5. Баевский Р.М., Семенов Ю.Н., Черникова А.Г. Анализ вариабельности сердечного ритма с помощью комплекса «Варикард» и проблем распознавания функциональных состояний // Хронобиологические аспекты артериальной гипертензии в практике врачебно-летней экспертизы. М., 2000. С. 167-178.
6. Батенкова И.В., Токарева Л.В. Особенности вариабельности сердечного ритма у студенток заочной формы обучения в период сессии // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, № 5 (1). С. 623-625.

7. Быков Е.В., Сидоркина Е.Г., Аксенова Н.В. Спектральные характеристики ритма сердца у футболистов с различным типом вегетативной регуляции // Современные проблемы науки и образования. 2014. №6. С. 1-7.

8. Гурова О.А., Станишевская Т.И. Реактивность системы микроциркуляции у девушек при тепловой пробе // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2006. Т.5, №1. С.58-63.

9. Кашицина К.А., Горбачёва Ю.В. Спектральные характеристики ритма сердца детей с различным уровнем физических нагрузок // Вестник ЮРГУ. 2012. № 28. С. 124-125.

10. Ковалева А.В., Панова Е.Н., Горбачева А.К. Анализ вариабельности ритма сердца и возможности его применения в психологии и психофизиологии // Современная зарубежная психология. 2013. №1. С. 35-50.

11. Козлов В.И. Система микроциркуляции крови: клиничко-морфологические аспекты изучения // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2006. Т.5, № 2. С. 84-101.

12. Лаптева Е.А. Морфофункциональные перестройки организма детей школьного возраста, их возможности при государственной итоговой аттестации Дисс. ... к.б.н. М., 2015. 136 с.

13. Национальные Российские рекомендации по применению методики Холтеровского мониторирования в клинической практике // Российский кардиологический журнал. 2014. № 2 (106). С. 6-71.

14. Оценка адаптации в хирургической и онкологической практике методом математического анализа сердечного ритма / Семионкин Е.И., Куликов Е.П., Трушин С.Н., Бубликов И.Д. // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2012. №2. С. 244-247.

15. Станкевич А.В., Ахапкина А.А., Тихомирова И.А. Функциональные пробы в оценке резервных возможностей кровотока у спортсменов // Ярославский педагогический вестник. 2013. №4. Т. III. С. 190-194.

16. Струтынский А.В. Электрокардиограмма. Анализ и интерпретация // 14-е изд. М.: МЕДпресс-информ, 2012. 224 с.

17. Цехмистренко Т.А., Станишевская Т.И. Индивидуально-типологические особенности состояния микроциркуляции крови у девушек // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2006. № 1 (17). С. 51-57.

18. Шлык Н.И., Зуфарова Э.И. Нормативы показателей вариабельности сердечного ритма у исследуемых 16-21 года с разными преобладающими типами вегетативной регуляции // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. 2013. Вып. 4. С. 96-105.

19. Charkoudian N., Johnson J.M. Reflex control of cutaneous vasoconstrictor system is reset by exogenous female reproductive hormones // J. Appl. Physiol. 1999. Vol. 87. P. 381-385.

20. Pries A.R., Secomb T.W. Blood flow in microvascular networks // Handbook of physiology microcirculation / Eds.: R.F. Tuma, W.N. Duran, R. Ley. Amsterdam-Tokyo, 2008. P. 3-36.

References

1. Baevskiy R.M. The problem of estimation and prediction of the functional state of the organism and its development in space medicine // *Uspehi fiziologicheskikh nauk*. 2006. V. 37, No3. Pp. 42-57.
2. Baevskiy R.M., Berseneva A.P. Estimation of the adaptive abilities of the organism and risk of clinical behavior. M.: Medicina, 1997. 235 p.
3. Baevskiy R.M., Ivanov G.G. Heart rate variability: theoretical aspects and possibilities of clinical use // *Ul'trazvukovaja i funkcional'naja diagnostika*. 2001. No 3. P. 108.
4. Baevskiy R.M., Ivanov G.G., Chireikin L.V. et al. Analysis of heart rate variability during the use of various electrocardiographic systems (methodical guidelines) // *Vestnik aritmologii*. 2001. No 24. Pp. 65-87.
5. Baevskiy R.M., Semenov Ju.N., Chernikova A.G. Analysis of heart rate variability using «Varikard» complex and problems of recognition of functional states // *Hronobiologicheskie aspekty arterial'noj gipertenzii v praktike vrachebno-letnoj jekspertizy*. M., 2000. Pp. 167-178.
6. Batenkova I.V., Tokareva L.V. Peculiarities of heart rate variability of the students of extra-mural education form during the session // *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*. 2014. V. 16, No 5(1). Pp. 623-625.
7. Bykov E.V., Sidorkina E.G., Aksenova N.V. Spectral characteristics of heart rhythm of the football-players with various types of vegetative regulation // *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. 2014. No 6. Pp. 1-7.
8. Gurova O.A., Stanishevskaya T.I. Reactivity of microcirculation system of girls during thermal test // *Regionarnoe krovoobrashhenie i mikroциркуляcija*. 2006. V.5, No 1. Pp. 58-63.
9. Kashitsina K.A., Gorbachyova Ju.V. Spectral characteristics of heart rhythm of the children with various level of physical loads // *Vestnik JuRGU*. 2012. No 28. Pp. 124-125.
10. Kovaleva A.V., Panova E.N., Gorbacheva A.K. Analysis of heart rate variability and possibilities of its use in psychology and psychophysiology // *Sovremennaja zarubezhnaja psihologija*. 2013. No 1. Pp. 35-50.
11. Kozlov V.I. System of blood microcirculation: clinical-morphological aspects of studying // *Regionarnoe krovoobrashhenie i mikroциркуляcija*. 2006. V.5, No 2. Pp. 84-101.
12. Lapteva E.A. Morphofunctional reorganization of the organism of the children of school-age, their possibilities during the state final attestation Diss. ... k.b.n. M., 2015. 136 p.
13. National Russian guidelines on application of method of Holter monitoring in clinical practice // *Rossijskij kardiologicheskij zhurnal*. 2014. No 2 (106). Pp. 6-71.
14. Semionkin E.I., Kulikov E.P., Trushin S.N., Bublikov I.D. Estimation of the adaptation in surgical and oncological practice with method of mathematical analysis of heart rhythm // *Rossijskij mediko-biologicheskij vestnik imeni akademika I.P. Pavlova*. 2012. No 2. Pp. 244-247.
15. Stankevich A.V., Akhappkina A.A., Tikhomirova I.A. Functional tests in the estimation of the reserve possibilities of the sportsman blood flow // *Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik*. 2013. No 4. V. III. Pp. 190-194.
16. Strutynskiy A.V. Electrocardiogram. Analysis and interpretation // 14th edition. M.: MEDpress-inform, 2012. 224 p.
17. Tsekhmistrenko T.A., Stanishevskaya T.I. Individual typological peculiarities of blood microcirculation state of girls // *Regionarnoe krovoobrashhenie i mikroциркуляcija*. 2006. No 1 (17). Pp. 51-57.
18. Shlyk N.I., Zufarova Je.I. Standards of indices of heart rate variability of investigated of 16-21 years old with various prevalent types of vegetative regulation // *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Biologija. Nauki o Zemle*. 2013. V. 4. Pp. 96-105.
19. Charkoudian N., Johnson J.M. Reflex control of cutaneous vasoconstrictor system is reset by exogenous female reproductive hormones // *J. Appl. Physiol*. 1999. Vol. 87. P. 381-385.
20. Pries A.R., Secomb T.W. Blood flow in microvascular networks // Handbook of physiology microcirculation / Eds.: R.F. Tuma, W.N. Duran, R. Ley. Amsterdam-Tokyo, 2008. P. 3-36.

Шарапова Вита Викторовна, магистрант

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
улица Победы, 85, г. Белгород, 308015, Россия
E-mail: vita.sharapova@yandex.ru

Sharapova Vita Victorovna, Undergraduate

Belgorod State National Research University,
85 Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: vita.sharapova@yandex.ru