

## ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ГЕМОДИНАМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

© *Е.В. Бирюкова, Н.А. Василюк, В.В. Андрианов*

ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский  
университет им. И.М. Сеченова Минздрава России  
(Сеченовский Университет), Москва, Россия

**Цель.** Изучение гендерных особенностей физиологического и психофизического обеспечения учебной деятельности студентов. **Материалы и методы.** Обследовано 32 студента-медика (16 юношей и 16 девушек в возрасте от 19 до 22 лет). Испытуемым был предложен альтернативный способ сдачи коллоквиума по курсу физиологии в виде решения компьютерного тестового задания, состоявшего из 30 вопросов. Время решения теста не ограничивалось, задание считалось выполненным, если количество правильных ответов достигало  $\geq 50\%$ . Исследование variability сердечного ритма, гемодинамических показателей и психофизиологических характеристик студентов проводилось перед и сразу после выполнения компьютерного контрольного теста. Регистрация кардиоинтервалограммы осуществлялась с использованием аппаратно-программного комплекса «Варикард» в течение 5 мин. **Результаты.** Было продемонстрировано, что решение теста юношами осуществлялось на фоне снижения значений гемодинамических показателей при ослаблении парасимпатических и активации симпатических надсегментарных и центральных механизмов регуляции сердечного ритма. У девушек при меньших средних значениях отмечена стабильность гемодинамических показателей и усиление надсегментарных влияний на динамику сердечного ритма. Выявлены «сопряженные» пары, два компонента которых включали в себя различные психофизические и физиологические показатели, время и эффективность выполнения учебного задания. Общее число «сопряженных» и устойчивых пар в группе девушек как до, так и после компьютерного тестирования было больше, чем в группе юношей. **Заключение.** Выявлены гендерные особенности гемодинамического обеспечения учебной деятельности студентов. Описанную динамику можно рассматривать как проявление большей стабильности и относительно меньшей подвижности регуляторных механизмов у девушек.

**Ключевые слова:** гендерные особенности; variability сердечного ритма; гемодинамические показатели; гемодинамика; гемодинамическое обеспечение; студенты.

## GENDER PECULIARITIES OF HEART RATE VARIABILITY AND HEMODYNAMIC BASIS OF STUDENTS' EDUCATIONAL ACTIVITY

*E.V. Biryukova, N.A. Vasilyuk, V.V. Andrianov*

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University  
(Sechenov University), Moscow, Russia

**Aim** of this study is to analyze gender peculiarities of physiological and psychophysical basis of students' academic activity. **Materials and Methods.** 32 medical students (16 men and



16 women, 19-22 years) were examined. Students were proposed an alternative method of a colloquium on normal physiology in the form of a computer test. The test consisted of 30 questions, time of testing was not limited. The test was considered to be done if the number of correct answers was 50% or more. Examination of students' heart rhythm, hemodynamic, and psychological parameters was conducted before and immediately after the test. Cardio-intervalogram was recorded within 5 minutes using Varicard hardware-software complex. The Students t-test, Mann-Whitney analysis, Wilcoxon analysis were used to determine the significance of differences between parameters among and within groups of men and women. Relationships of the studied parameters were determined using Spearman's method of rank correlation. **Results.** It was demonstrated that fulfilment of the test by men was associated with reduction of hemodynamic parameters, with reduction of parasympathetic component and activation of sympathetic suprasedgmental and central mechanisms of regulation of heart rhythm. Women showed stability of hemodynamic parameters and increase in suprasedgmental influences on the dynamics of heart rhythm with lower average values. In correlation analysis conjugated pairs were found with the two components being different psychophysiological and physiological parameters, time and effectiveness of fulfilment of the test. The total number of conjugated and stable parameters were higher in women than in men both before and after computer testing. **Conclusions.** Gender peculiarities of hemodynamic basis of academic activity of students were found. The described dynamics can be considered a manifestation of a higher stability and relatively lower mobility of regulatory mechanisms in women.

**Keywords:** *gender peculiarities; heart rhythm variability; psychophysiological parameters; hemodynamics; computer test; students.*

Физиологическое обеспечение интеллектуальной деятельности человека остается важным вопросом в теории и практике процессов обучения человека. В настоящее время количество людей, разнообразная деятельность которых теснейшим образом связана с использованием компьютерных технологий, огромно. Среди них большой процент приходится на студентов высших учебных заведений (ВУЗов). Так, отмечены индивидуальные особенности вегетативного обеспечения решения психофизических задач при компьютерном тестировании [1]. Наряду с внедрением новых технологий, важным фактором, характеризующим реальную деятельность студентов, является значительная неравномерность интеллектуальной и психологической нагрузки на протяжении учебного года [2,3]. Безусловно, основные нагрузки студенты испытывают во время сессии [2,4]. Вместе с тем, для рационализации учебного процесса представляется важным изучение физиологических механизмов, обеспечивающих те-

кущую учебную активность студентов в условиях средних нагрузок с учетом состава групп. Большинство студенческих групп состоит из юношей и девушек, соотношение которых различно в зависимости от специфики ВУЗа. Известно, что имеется ряд особенностей в динамике психологических и физиологических показателей при физических, эмоциональных и интеллектуальных нагрузках у лиц разного пола [5-8].

*Цель* – выявление особенностей динамики физиологических и психофизических показателей при выполнении компьютерного зачетного тестового задания юношами и девушками.

#### **Материалы и методы**

Проведенная работа включала в себя сравнительный анализ психофизиологических, гемодинамических и кардиотермальных показателей студентов-медиков (16 юношей и 16 девушек в возрасте от 19 до 22 лет) в процессе выполнения зачетного компьютерного теста по курсу нормальной физиологии. Исследование

проведено в соответствии с правовыми основами, после подписания участниками добровольного информированного согласия. Испытуемым был предложен альтернативный способ сдачи коллоквиума по текущему разделу курса в виде решения учебного компьютерного теста по физиологии возбудимых тканей, включающего в себя 30 вопросов различного уровня сложности. Время выполнения теста не ограничивалось. Тест считался выполненным, если количество правильных ответов достигало  $\geq 50\%$ .

Программа исследования состояла из следующих этапов:

1. За неделю до основного испытания определяли уровень личностной тревожности по Спилбергеру, психофизиологическую установку по Айзенку, параметры простой сенсомоторной реакции и реакции на движущийся объект.

2. В день компьютерного тестирования определяли уровень ситуационной тревожности по Спилбергеру, непосредственно перед решением теста проводили измерение систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления по методу Короткова, частоты сердечных сокращений (ЧСС), регистрировали кардиоинтервалограмму (КИГ) в отведении II с использованием аппаратно-программного комплекса «Варикард» (РАМЕНА) в течение 5 минут.

3. Выполнение компьютерного тестового задания.

4. Окончание теста. Повторная регистрация КИГ в течение 5 минут, определение САД, ДАД и ЧСС после решения теста.

На основе полученных данных, расчетным способом были определены следующие гемодинамические показатели: пульсовое давление (ПД), среднединамическое давление (СДД), ударный и минутный объем крови (УОК и МОК), периферическое сопротивление сосудов (ПСС), сердечный цикл (СЦ).

После преобразования Фурье были проанализированы статистические характеристики динамического ряда кардиоин-

тервалов: среднееквадратичное отклонение (SDNN), коэффициент вариации (CV), pNN50 – процент пар последовательных кардиоинтервалов, различающихся более чем на 50 мс, RMSDD – квадратный корень из суммы квадратов разности последовательных пар нормальных интервалов (NN). По данным вариационной пульсометрии определены мода (Mo), амплитуда моды (Amo), стресс-индекс напряжения (SI). Были изучены спектральные характеристики, выраженные в условных единицах от суммарной мощности (TP): высокочастотный (PHF), низко (PLF) и очень низкочастотный (PVLF) компоненты спектра; рассчитан индекс централизации (IC).

Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи пакета программ Statistica 6.0 (Stat Soft Inc., США), Office Excel 2007 (Microsoft, США). Статистическую значимость различий исследуемых показателей внутри и между группами юношей и девушек определяли в случае нормального распределения при помощи критерия Стьюдента, при распределении, отличном от нормального, использовали критерий Манна-Уитни (для независимых выборок) и Уилкоксона (для зависимых). С целью установки взаимосвязей изучаемых параметров использовали метод ранговой корреляции по Спирмену. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты и их обсуждение

Все испытуемые были разделены на две равные группы по 16 человек: девушки (группа 1) и юноши (группа 2). Рейтинг результативности выполнения всеми студентами задания имел диапазон от 19,3% до 65,0%. Средняя результативность выполнения тестового задания девушками оказалась выше, чем в группе юношей ( $48,5 \pm 11,7\%$  и  $38,6 \pm 11,3\%$  соответственно,  $p < 0,05$ ). Возможно, это связано с различиями когнитивной деятельности в достижении результатов лицами разного пола при решении задания данного типа [7]. При сравнении психофизиологических показателей обнаружено, что среднее время

простой сенсомоторной реакции у девушек было больше, чем у юношей ( $274,7 \pm 17,8$  мс и  $261,1 \pm 17,3$  мс соответственно,  $p < 0,05$ ). Среднее значение реакции на движущийся объект, а также время выполнения компьютерного тестового задания в группах не отличались.

Анализ гемодинамических показателей (табл. 1) указывает на снижение САД, ДАД, СДД, ПСС у юношей и на уменьшение САД у девушек после выполнения компьютерного теста. Из различий между группами следует отметить, что значения САД, СДД у девушек по сравнению с юношами было меньше как до, так и после тестирования, а ДАД – достоверно ниже лишь до выполнения задания. У

юношей после тестирования имело место снижение показателей гемодинамики и периферического сопротивления сосудов, чего не наблюдалось у девушек. Эти факты могут быть рассмотрены как проявление особенности, прежде всего, сосудистого компонента психоэмоционального напряжения как до, так и после достижения результата с большим динамизмом у юношей. Последнее может определяться имеющимся различием в цитоархитонике 24-го поля лимбической коры у мужчин и женщин. Это поле тесно связано с префронтальной корой, особенно в правом полушарии [9] и участвует в регуляции сердечного ритма и гемодинамического обеспечения [10].

Таблица 1

**Сравнительная характеристика гемодинамических показателей в группах девушек и юношей до и после теста**

Показатели	До выполнения задания		После выполнения задания	
	Группа 1 (девушки)	Группа 2 (юноши)	Группа 3 (девушки)	Группа 4 (юноши)
n	16	16	16	16
САД, мм рт. ст.	$115,8 \pm 11,8^{++, **}$	$131,6 \pm 13,6^x$	$109,1 \pm 11,1^{xx}$	$126,0 \pm 15,4$
ДАД, мм рт. ст.	$68,1 \pm 7,4^*$	$74,3 \pm 8,4^{xx}$	$65,9 \pm 6,1$	$70,1 \pm 10,3$
ЧСС, уд./мин	$71,3 \pm 9,5$	$65,6 \pm 10,4$	$71,3 \pm 10,1$	$64,8 \pm 9,4$
СДД, мм рт. ст.	$84,0 \pm 8,1^{**}$	$93,4 \pm 9,4^{xx}$	$80,3 \pm 6,8^x$	$88,8 \pm 11,4$
УО, мл	$66,7 \pm 6,1$	$67,9 \pm 6,9$	$65,4 \pm 5,9$	$69,5 \pm 7,3$
МОК, мл/мин	$4757,0 \pm 825,9$	$4473,9 \pm 973,2$	$4677,9 \pm 876,5$	$4519,9 \pm 941,5$
ПСС, дин. с. см <sup>-5</sup>	$1445,5 \pm 258,0$	$1743,6 \pm 450,1^x$	$1411,4 \pm 253,6$	$1650,8 \pm 487,2$

*Примечание:* \* –  $p < 0,05$  при сравнении с группой 2; \*\* –  $p < 0,01$  при сравнении с группой 2; ++ –  $p < 0,01$  при сравнении с группой 3; x –  $p < 0,05$  при сравнении с группой 4; xx –  $p < 0,01$  при сравнении с группой 4

Исследование интегральных показателей variability сердечного ритма выявило следующие закономерности (табл. 2). После тестирования для юношей характерно достоверно более высокое значение общей мощности спектра. При этом, у юношей после тестирования снижалась доля высокочастотного компонента (PHF) при увеличении низко- и очень низкочастотного компонентов спектра (PLF и PVLf, со-

ответственно). Отмечалось увеличение индекса вагосимпатического взаимодействия (LF/HF) и индекса централизации (IC). Подобная динамика свидетельствует об ослаблении влияния автономного контура и усилении центральных и надсегментарных механизмов регуляции сердечного ритма. После выполнения тестового задания вегетативный баланс у юношей смещался в сторону симпатического звена.

Таблица 2

**Показатели вариабельности сердечного ритма в группах юношей и девушек до и после выполнения теста**

Показатели	До выполнения задания		После выполнения задания	
	Группа 1 (девушки)	Группа 2 (юноши)	Группа 3 (девушки)	Группа 4 (юноши)
pNN50, %	30,62±19,28	36,91±21,51	28,78±18,38	33,31±17,89
SDNN, мс	67,31±24,44	74,13±25,88	69,69±26,09	81,81±27,22
AMo50, %	35,10±11,47	31,59±13,64	35,24±10,87	29,82±9,27
SI, условные единицы	84,38±55,15	67,94±61,13	77,38±52,22 <sup>x</sup>	45,38±20,81
TP, мс <sup>2</sup>	4467,03±3004,13	4874,44±2980,38	4910,51±4001,38 <sup>x</sup>	6207,11±3837,72
PHF, %	37,71±14,83	45,48±18,13 <sup>xxx</sup>	35,64±13,89	30,04±11,11
PLF, %	48,36±13,40	39,14±12,34 <sup>x</sup>	45,09±11,31	44,75±10,12
PVLF, %	13,94±7,14 <sup>+</sup>	15,37±7,22 <sup>xx</sup>	19,28±8,50	25,21±10,73
LF/HF	1,58±0,88	1,22±1,07 <sup>xx</sup>	1,52±0,79	1,97±1,64
IC	2,04±1,18	1,73±1,58 <sup>xx</sup>	2,18±1,12	3,11±2,48
HF, мс <sup>2</sup>	1749,21±1729,27	5822,00±14546,82	1572,00±1351,00	1702,17±1406,89
LF, мс <sup>2</sup>	1952,49±1444,68	1499,74±1032,37 <sup>x</sup>	2086,16±2434,50	2123,63±1154,23
VLF, мс <sup>2</sup>	510,15±444,99	613,93±531,79 <sup>xx</sup>	805,05±801,42 <sup>x</sup>	1321,76±1133,69

*Примечание:* <sup>+</sup>– p<0,05 при сравнении с группой 3, <sup>x</sup>– p<0,05 при сравнении с группой 4, <sup>xx</sup>– p<0,01 при сравнении с группой 4, <sup>xxx</sup>– p<0,001 при сравнении с группой 4

Следует отметить, что в работах ряда авторов установлено, что при умственной нагрузке наблюдается нарастание симпатико-адреналовой активности, отмечена роль симпатических влияний в динамике сердечного ритма и артериального давления при решении задач вербально-логического типа [11,12]. Показана связь состояния сердечно-сосудистой системы с психоэмоциональным статусом [4,6]. В связи с более низким уровнем эффективности выполнения учебного задания юношами можно предположить, что вышеописанная динамика ритма сердца представляет собой сердечный компонент эмоционального состояния, связанного с отрицательной субъективной оценкой полученного результата. В группе девушек наблюдался рост очень низкого компонента спектра (PVLF), что указывает на усиление надсегментарных механизмов регуляции ритма сердца. У девушек, по сравнению с юношами, после тестирования имело ме-

сто большее значение стресс-индекса регуляторных систем (SI), характеризующего симпатическое звено регуляции.

При проведении корреляционного анализа выявлены взаимосвязи между изучаемыми гемодинамическими и психофизическими параметрами, а также показателями вариабельности сердечного ритма (ВСР), времени и результативности выполнения учебного задания. Такие связи были обозначены нами, как функциональные «сопряженные» пары. Наибольшее число сопряженных пар включало в себя два показателя ВСР, затем пары с психофизическим показателем и показателем ВСР, далее – пары с двумя гемодинамическими показателями и, наконец, пары с показателем ВСР и гемодинамическим показателем (рис. 1). У девушек до выполнения задания отмечено достоверно большее число сопряженных пар, имеющих в своем составе психофизиологические показатели и параметры ВСР, чем у юношей (p<0,05).

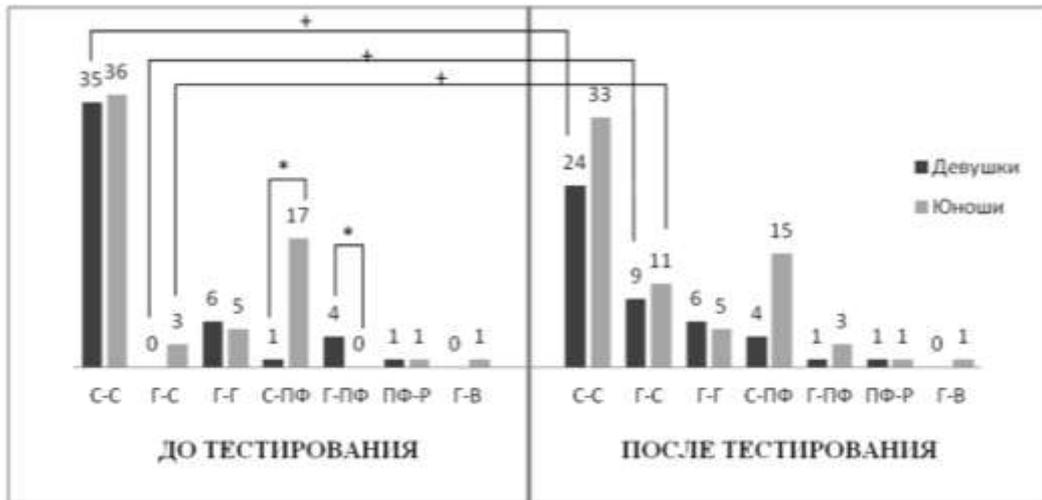


Рис. 1. Основные группы и состав сопряженных пар исследуемых показателей до и после выполнения учебного компьютерного теста у девушек и юношей

*Примечание:* С – показатель ВСР; Г – показатель гемодинамики; ПФ – психофизиологический показатель; В – время выполнения учебного задания; Р – результативность; + –  $p < 0,05$  при сравнении с одноименным показателем внутри группы после тестирования; \* –  $p < 0,05$  при сравнении одноименных показателей между группами девушек и юношей

В процессе выполнения испытуемыми учебного задания выделили устойчивые, распавшиеся и возникшие пары (табл. 3). Общее число сопряженных пар в группе девушек как до, так и после компьютерного тестирования было больше, чем в группе юношей. При этом, в исследуемых группах преобладали устойчивые пары.

После тестирования доля устойчивых пар у девушек была больше, а возникших – меньше, чем в группе юношей. Значимо большее число устойчивых сопряженных пар можно рассматривать как проявление стабильности и меньшей подвижности регуляторных механизмов у девушек.

Таблица 3

*Динамика сопряженных пар исследуемых показателей до и после выполнения учебного задания у девушек и юношей*

Число пар ДО выполнения задания		
Динамика пар	Девушки	Юноши
Распавшиеся пары	20 <sup>+</sup>	13 <sup>+</sup>
Устойчивые пары	40	28
Всего	60	41
Число пар ПОСЛЕ выполнения задания		
Устойчивые пары	40 <sup>*+</sup>	28 <sup>+</sup>
Возникшие пары	8 <sup>*</sup>	15
Всего	48	43

*Примечание:* \* –  $p < 0,05$  при сравнении с ячейкой, расположенной справа; + –  $p < 0,05$  при сравнении с нижерасположенной ячейкой

Помимо этого, наибольшее количество сопряженных пар с психофизиологическими показателями и показателями ВСР в исходном состоянии у девушек можно рассматривать как реализацию центральных доминирующих связей, обеспечивающих в масштабах мозга успешное выполнение интеллектуального задания. Известно, что заданному уровню функционирования целостного организма соответствует эквивалентный уровень функционирования аппарата кровообращения [18].

В литературе отмечена связь уровня активности передних областей коры мозга и параметров ритма сердца [13]. Имеются данные, указывающие на вовлечение различных отделов центральной нервной системы в когнитивную, аффективную и вегетативную функции и, в частности, в регуляцию гемодинамики и сердечного ритма [14-16]. Установлена связь между показателями ритма сердца и показателями будущего результата у лиц, успешно выполнивших опознание зрительных образов [17]. Такое вовлечение возможно при наличии динамических связей между группами нейронов, входящих в состав центров, контролирующих работу сердца и тонус кровеносных сосудов, а также нейронов, обеспечивающих психосоматическую сферу и моторную деятельность. Вероятно, преобладание устойчивых сопряженных пар у девушек указывает как на большую стабильность механизмов, так и на более широкое взаимодействие центров, участвующих в решении интеллектуальной задачи данного вида. Тогда изме-

нение числа и состава сопряженных пар после выполнения задания будет указывать на изменение уровня динамических связей между центрами.

Таким образом, можно полагать, что динамика взаимодействия исследованных показателей сердечно-сосудистой системы, вариабельности ритма сердца, а также сопряженных пар будет, согласно П.К. Анохину [19], обеспечивать достижение конечного полезного результата – успешное выполнение учебного компьютерного задания.

### Выводы

1. Решение теста юношами осуществлялось на фоне снижения значений гемодинамических показателей при ослаблении парасимпатических и активации симпатических надсегментарных и центральных механизмов регуляции сердечного ритма.

2. У девушек при меньших средних значениях отмечена стабильность гемодинамических показателей и усиление надсегментарных влияний на динамику сердечного ритма.

3. При корреляционном анализе выявлены «сопряженные» пары, два компонента которых включали в себя исследуемые показатели. Общее число «сопряженных» и, в частности, устойчивых пар в группе девушек как до, так и после компьютерного тестирования было больше, чем в группе юношей. Описанную динамику числа устойчивых сопряженных пар можно рассматривать как проявление большей стабильности и относительно меньшей подвижности регуляторных механизмов у девушек.

### Литература

1. Джебраилова Т.Д., Сулейманова Р.Г., Иванова Л.И., и др. Индивидуальные особенности вегетативного обеспечения целенаправленной деятельности студентов при компьютерном тестировании // Физиология человека. 2012. Т. 38, №5. С. 58-66.
2. Ахмедова О.О., Овезгельдыева Г.О., Григорьян А.Г. Психофизиологическое состояние студентов-первокурсников с разным уровнем двигательной активности // Физиология человека. 2011. Т. 37, №5. С. 84-90.
3. Судаков К.В., Андрианов В.В. Теория функциональных систем как основа формирования системного мировоззрения студентов-медиков // Сеченовский вестник. 2012. №1(7). С. 29-33.
4. Зарипов В.Н., Барина М.О. Изменение показателей кардиоинтервалографии и вариабельности сердечного ритма у студентов с разным уровнем психоэмоционального напряжения и типом темперамента во время зачетной недели // Физиология человека. 2008. Т. 34, №4. С. 73-79.
5. Лысенко Н.Е., Давыдов Д.М. Половые различия регуляции эмоциональных реакций при предъ-

- явлении текстов с агрессивным содержанием // Физиология человека. 2012. Т. 38, №4, С. 26.
6. Панкова Н.Б., Надоров С.А., Карганов М.Ю. Анализ variability сердечного ритма и артериального давления при разных функциональных пробах у женщин и мужчин // Физиология человека. 2008. Т. 34, №4. С. 64-72.
  7. Разумникова О.М., Вольф Н.В. Селекция зрительных иерархических стимулов на глобальном и локальном уровнях у мужчин и женщин // Физиология человека. 2011. Т. 37, №2. С. 14-19.
  8. Славущая А.В., Герасименко Н.Ю., Михайлова Е.С. Распознавание пространственно преобразованных фигур мужчинами и женщинами: анализ поведения и вызванных потенциалов // Физиология человека. 2012. Т. 38, №3. С. 18-29.
  9. Боголепова И.Н., Малофеева Л.И., Свешников А.В., и др. Нейронная организация корковых полей как показатель межполушарной асимметрии мужчин и женщин // Асимметрия. 2017. Т. 11, №3. С. 5-16.
  10. Хаспекова Н.Б. Регуляция вариативности ритма сердца у здоровых и больных с психогенной и органической патологией мозга. Дис. ... д-ра мед. наук. М.; 1996.
  11. Стоянов З., Вартанян И., Николова П. Психофизиологическая реактивность и личностные черты леворуких и праворуких во время интенсивной умственной нагрузки // Физиология человека. 2011. Т. 37, №6. С. 42-45.
  12. Мартынова О.В., Роик А.О., Иваницкий Г.А. Изменение некоторых показателей функционирования сердечно-сосудистой системы при различных мыслительных операциях // Физиология человека. 2011. Т. 37, №6. С. 35-41.
  13. Горев А.С., Ковалева А.В., Панова Е.Н., и др. Динамика пространственной синхронизации ритмических компонентов ЭЭГ при релаксации и их связь с регуляцией сердечного ритма // Физиология человека. 2014. Т. 40, №5. С. 38-47.
  14. Афтанас Л.И., Брак И.В., Рева Н.В., и др. Осцилляторные системы мозга и индивидуальная variability оборонительного рефлекса сердца у человека // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2013. Т. 99, №11. С. 1342-1356.
  15. Григорян В.Г., Степанян А.Ю., Степанян Л.С. Гендерные различия динамических изменений уровня активности передних областей коры головного мозга при негативной эмоциональной нагрузке // Физиология человека. 2012. Т. 38, №4. С. 35-40.
  16. Thayer J.F., Johnsen B.H. Autonomic Nervous system activity and its relationship to attention and working memory. In: Monitoring metabolic status: predicting decrements in physiological and cognitive performance. Washington: National Academic Press; 2004. P. 366-371.
  17. Меркулова М.А., Лапкин М.М., Куликова Н.А. Обратная связь и фактор времени в формировании системной организации целенаправленного поведения человека при воспроизведении зрительных образов // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2014. №1. С. 50-59.
  18. Баевский Р.М. Проблема оценки и прогнозирования функционального состояния организма и ее развитие в космической медицине // Успехи физиологических наук. 2006. Т. 37, №3. С. 42-57.
  19. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. М.: Медицина; 1968.
- ### References
1. Dzhebrailova TD, Sulejmanova RG, Ivanova LI, et al. Students' knowledge level computer testing results and individual specificity of purposeful activity vegetative support. *Human Physiology*. 2012; 38(5):58-66. (In Russ).
  2. Akhmedova OO, Ovezgeldyeva GO, Grigoryan AG. The psychophysiological condition of first year students with different levels of physical activity. *Human Physiology*. 2011;37(5):84-90. (In Russ).
  3. Sudakov KV, Andrianov VV. Teoriya funktsional'nykh sistem kak osnova formirovaniya sistemnogo mirovozzreniya studentov-medikov. *Sechenovskiy vestnik*. 2012;1(7):29-33. (In Russ).
  4. Zaripov VN, Barinova MO. Changes in parameters of tachography and heart rate variability in students differing in the level of psychoemotional stress and type of temperament during an academic test week. *Human Physiology*. 2008;34(4):73-9. (In Russ).
  5. Lysenko NE, Davydov DM. Gender differences in regulating emotions in response to text with violent content. *Human Physiology*. 2012;38(4):26. (In Russ).
  6. Pankova NB, Karganov MYu, Nadorov SA. Analysis of heart rate variability and arterial blood pressure in different functional tests in men and women. *Human Physiology*. 2008;34(4):64-72. (In Russ).
  7. Razumnikova OM, Volf NV. Information processing specialization during interference between global and local aspects of visual hierarchical stimuli in men and women. *Human Physiology*. 2011; 37(2):14-9. (In Russ).
  8. Slavutzkaya AV, Gerasimenko NY, Mikhailova ES. Recognition of spatially transformed objects in men and women: Analysis of behavior and evoked potentials. *Human Physiology*. 2012;38(3):18-29. (In Russ).
  9. Bogolepova IN, Malofeeva LI, Sveshnikov AV, et al. Neural organization of cortical areas as the index of inter-detained asymmetry of the brain of men and women. *Journal of Asymmetry*. 2017;11(3):5-16. (In Russ).
  10. Khaspekova NB. Regulyatsiya variabel'nosti ritma serdtsa u zdorovykh i bol'nykh s psikhogennoy i organicheskoy patologiyey mozga [dissertation]. Moscow; 1996. (In Russ).
  11. Stoyanov Z, Vartanyan I, Nikolova P. Psychophysiological reactivity and personality traits of left-

- and right-handers during intense mental load. *Human Physiology*. 2011;37(6):42-5. (In Russ).
12. Martynova OV, Roik AO, Ivanitsky GA. Changes in some indices of the cardiovascular system in different mental tasks. *Human Physiology*. 2011;37(6):35-41. (In Russ).
13. Gorev AS, Kovaleva AV, Panova EN, et al. Dynamics of spatial synchronization of EEG parameters during relaxation and their relationship with regulation of heart rate. *Human Physiology*. 2014;40(5):38-47. (In Russ).
14. Aftanas LI, Brak IV, Reva NV, et al. Brain oscillations and individual variability of cardiac defense in human. *Russian Journal of Physiology*. 2013;99(11):1342-56. (In Russ).
15. Grigoryan VH, Stepanyan AY, Stepanyan LS. Gender differences of dynamic changes of anterior cortical activity under negative emotional strain. *Human Physiology*. 2012;38(4):35-40. (In Russ).
16. Thayer JF, Johnsen BH. Autonomic Nervous system activity and its relationship to attention and working memory. In: *Monitoring metabolic status: predicting decrements in physiological and cognitive performance*. Washington: National Academic Press; 2004. P. 366-371.
17. Merkulova MA, Lapkin MM, Kulikova NA. Obratnaya svyaz i faktor vremeni v formirovani sistemnoj organizacii celenapravlenno go povedeniya cheloveka pri vosproizvedenii zritelnyh obrazov. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2014;(1):50-9. (In Russ).
18. Baevsky RM. Problem of the estimation and forecasting of the organisms functional state and its development in space medicine. *Physics-USpekhi*. 2006;37(3):42-57. (In Russ).
19. Anokhin PK. *Biologiya i neyrofiziologiya uslovnogo refleksa*. Moscow: Meditsina; 1968. (In Russ).

#### Дополнительная информация [Additional Info]

**Источник финансирования.** Бюджет ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) [Financing of study. Budget of I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).]

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, о которых необходимо сообщить в связи с публикацией данной статьи. [Conflict of interests. The authors declare no actual and potential conflict of interests which should be stated in connection with publication of the article.]

**Участие авторов.** Бирюкова Е.В. – сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста. Василюк Н.А. – сбор и обработка материала, редактирование. Андрианов В.В. – концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование. [Participation of authors. E.V. Biryukova – acquisition and processing of the material, statistical processing, writing the text, N.A. Vasilyuk – acquisition and processing of the material, editing, V.V. Andrianov – concept of the study, writing the text, editing.]

#### Информация об авторах [Authors Info]

\***Бирюкова Екатерина Владимировна** – ассистент кафедры нормальной физиологии, ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия. [Ekaterina V. Biryukova – Assistant of the Department of Normal Physiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia.]

SPIN: 7147-5950, ORCID ID: 0000-0002-2721-5402, Researcher ID: H-7602-2016. E-mail: biryukova\_kate@bk.ru

**Василюк Николай Александрович** – главный специалист кафедры нормальной физиологии, ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия. [Nicolaj A. Vasilyuk – Main Specialist of the Department of Normal Physiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia.]

SPIN: 6503-4310, ORCID ID: 0000-0002-7447-6648, Researcher ID: V-9883-2018.

**Андрианов Владимир Васильевич** – д.м.н., профессор кафедры нормальной физиологии, ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия. [Vladimir V. Andrianov – MD, PhD, Professor of the Department of Normal Physiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia.]

SPIN: 1402-0080, ORCID ID: 0000-0002-0988-7918, Researcher ID: W-1057-2018.

**Цитировать:** Бирюкова Е.В., Василюк Н.А., Андрианов В.В. Гендерные особенности вариабельности сердечного ритма и гемодинамического обеспечения учебной деятельности студентов // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2019. Т. 27, №2. С. 188-196. doi:10.23888/PAVLOVJ2019272188-196

**To cite this article:** Biryukova EV, Vasilyuk NA, Andrianov VV. Gender peculiarities of heart rate variability and hemodynamic basis of students' educational activity. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2019;27(2):188-96. doi:10.23888/PAVLOVJ2019272188-196

Поступила/Received: 21.11.2018  
Принята в печать/Accepted: 17.06.2019