Дата публикации: 01.03.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_12
УДК 612.176.4

Publication date: 01.03.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_12
UDC 612.176.4

ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ КОГНИТИВНОЙ НАГРУЗКЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕАКТИВНОСТИ СИМПАТИЧЕСКОГО ОТДЕЛА ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

Т.М. Николаева, Е.К. Голубева
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Иваново, Россия

Аннотация. Динамика показателей сердечного ритма при когнитивной деятельности может быть обусловлена степенью напряжения и особенностями реактивности вегетативной нервной системы (ВНС). Цель исследования – оценка вариабельности сердечного ритма при когнитивной нагрузке у студентов с разной реактивностью симпатической нервной системы. Реактивность симпатической нервной системы оценивали по особенностям изменения частоты сердечных сокращений в активной ортостатической пробе. При когнитивной нагрузке возникают сходные изменения показателей вариабельности сердечного ритма у студентов с нормальной и гиперсимпатической реактивностью, связанные с усилением эффекта симпатического звена ВНС. У испытуемых с повышенной симпатической реактивностью корректурная проба инициирует более выраженный адаптационный ответ, обеспечивающийся большим напряжением регуляторных механизмов.
Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, когнитивная нагрузка, реактивность симпатического отдела вегетативной нервной системы.

HEART RATE VARIABILITY UNDER COGNITIVE LOAD DEPENDING ON THE REACTIVITY OF THE SYMPATHETIC DIVISION OF THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM IN MEDICAL UNIVERSITY STUDENTS

T.M. Nikolaeva, E.K. Golubeva
Ivanovo State Medical Academy, Ivanovo, Russia

Abstract. The changes of heart rate indices during cognitive activity may be identified by the degree of tension and features of the reactivity of the autonomic nervous system (ANS). The purpose of the study is to assess heart rate variability under cognitive load in students with different reactivity of the sympathetic nervous system. The reactivity of the sympathetic nervous system was assessed by the features of changes in heart rate in an active orthostatic test. Under cognitive load, similar changes in heart rate variability occur in students with normal and hypersympathetic reactivity, associated with an increased effect of the ANS sympathetic component. In subjects with increased sympathetic reactivity, the correction test initiates a more pronounced adaptation response, which is ensured by greater tension in the regulatory mechanisms.
Keywords: heart rate variability, cognitive load, reactivity of the sympathetic division of the autonomic nervous system.

Введение. Известно, что студенты медицинских вузов относятся к особой категории обучающихся, которая подвергается повышенным нагрузкам в процессе обучения [1]. В связи с этим одним из актуальных вопросов является изучение адаптации студентов-медиков к комплексу факторов, специфичных для современных условий учебной деятельности. Согласно литературным данным, организм студентов часто работает на пределе своих функциональных возможностей в связи с развитием длительного утомления из-за значительной академической нагрузки [2]. Наиболее чувствительным индикатором напряжения компенсаторно-адаптационных реакций

организма является деятельность сердца. Изменение сердечного ритма при умственной деятельности может быть обусловлено степенью напряжения и особенностями реактивности вегетативной нервной системы (ВНС) [3]. Для изучения вегетативной регуляции системы кровообращения используют оценку вариабельности сердечного ритма (ВСР) [4]. Нарушение вегетативной регуляции сердечного ритма является ранним признаком срыва адаптационных реакций организма и приводит к снижению работоспособности и затруднению учебной деятельности студентов [5]. Снижение показателей сердечного ритма свидетельствует о нарушении вегетативного управления работы сердца и является неблагоприятным признаком [6]. Важную роль в индивидуальной вариативности приспособительных процессов играет тип вегетативной регуляции, для оценки которого применяют активную ортостатическую пробу [7]. Имеющиеся литературные данные об особенностях реакции сердечно-сосудистой системы и ее вегетативном обеспечении при когнитивной нагрузке у студентов (нетренированных лиц) в зависимости от реактивности центральных структур разрозненны и носят описательный характер, отражая среднестатистические изменения изучаемых показателей у испытуемых при том или ином воздействии. Актуальным является исследование особенностей изменения сердечного ритма и умственной работоспособности при действии когнитивной нагрузки в зависимости от индивидуальных особенностей реактивности симпатического отдела ВНС.

Цель исследования – оценить вариабельность сердечного ритма при когнитивной нагрузке у студентов с разной реактивностью симпатической нервной системы.

Методы и организация исследования. В исследовании принимали участие 40 добровольцев мужского пола (студентов ИвГМА). Возраст испытуемых составил 19-21 год. Изменение функционального состояния вегетативной нервной системы оценивали в динамике параметров вариабельности сердечного ритма. Регистрацию ВСР осуществляли с использованием комплекса «Поли-Спектр» компании «Нейрософт» (г. Иваново). Запись кардиоритмограммы производили в течение 5-ти минут в соответствии с Международным стандартом. Анализировали следующие показатели ВСР: ЧСС, уд/мин – частота сердечных сокращений; R-R min – минимальный интервал R-R; R-R max – максимальный интервал R-R; RRNN (мс) – средняя длительность интервала R-R; SDNN (мс) – стандартное отклонение нормальных интервалов RR за весь рассматриваемый период; pNN50 (%) – количество пар соседних интервалов, различающихся более, чем на 50 мс, полученное за весь период записи; CV (%) – коэффициент вариации; TP ($мс^2$) – общая мощность спектра; LFnorm (усл.ед.) – нормированная мощность низких частот; HFnorm (усл.ед.) – нормированная мощность высоких частот; %HF (%) – процент высокочастотных колебаний (0,15-0,40 Гц); %LF (%) – процент низкочастотных колебаний (0,04-0,15 Гц); VLF ($мс^2$) – мощность очень низкочастотных колебаний (0,003-0,04 Гц); LF/HF – симпатовагальный индекс; ИЦ (усл.ед.) – индекс централизации; SI (усл.ед.) – стресс-индекс; Me (с) – медиана; Mo (с) – мода; AMo (%) – амплитуда моды; ИВР (усл.ед.) – индекс вегетативного равновесия; ВПР (усл.ед.) – вегетативный показатель ритма; ПАПР (усл.ед.) – показатель адекватности процессов регуляции; ИАП (усл.ед.) – индекс активации подкорковых нервных центров.

Моделирование когнитивной нагрузки производили с помощью корректурной пробы. Реактивность симпатической нервной системы оценивали по особенностям изменения частоты сердечных сокращений в активной ортостатической пробе. При увеличении ЧСС в диапазоне от 6 до 24 ударов в минуту тип реактивности характеризовали как нормальный, при увеличении более чем

на 24 удара – как гиперсимпатический, при увеличении менее чем на 6 ударов – как асимпатический.

Для статистической обработки результатов применяли программы Excel, Statistica, MedCalc. Нормальность распределения в выборках оценивали по критериям Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. В случае отсутствия нормального распределения использовали непараметрические критерии Вилкоксона и Манна-Уитни. Количественные показатели описывали с помощью значений медианы и межквартильного размаха (Me [Q1; Q3]). Различия считались достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. По изменению ЧСС в активной ортостатической пробе студенты были разделены на две группы: с нормальной реактивностью симпатического отдела нервной системы (n=25) и повышенной реактивностью (n=15). При проведении ортостатической пробы у испытуемых с гиперсимпатической реактивностью было выявлено более значительное укорочение минимального, максимального и среднего значения кардиоинтервала, чем при нормальной реактивности (табл. 1).

Таблица 1

Отклонение показателей вариабельности сердечного ритма при активном ортостазе, Me [Q1; Q3]

Показатели	Нормальная симпатическая реактивность (n=25)	Повышенная симпатическая реактивность (n=15)
ΔЧСС,уд/мин	+18,70 [15,62;21,40]	+32,25 [28,50;34,95] *(p<0,0001)
ΔR-R min, мс	-108,00 [70,25;180,50]	-177,50 [166,00;197,50] *(p=0,0345)
ΔR-R max, мс	-216,00 [153,00;547,75]	-362,00 [253,50;773,00] *(p=0,0184)
ΔRRNN, мс	-178,00 [119,50;221,00]	-254,00 [219,50;278,50] *(p=0,0045)
ΔLF/HF, усл.ед.	+2,11 [1,23;3,16]	+3,22 [2,42;5,46] *(p=0,0203)
ΔVLF, мс²	-653,00 [263,50;144,50]	-1132,00 [773,50;1666,00] *(p=0,0473)
ΔИЦ, усл.ед.	+3,22 [2,41;5,40]	+4,35 [3,86; 7,64] *(p=0,0473)
ΔSI, усл.ед.	+67,14 [33,93;98,90]	+240,40 [209,94;422,32] *(p<0,0001)
ΔПАПР, усл.ед.	+21,30 [12,50;35,47]	+62,35 [57,35;67,30] *(p=0,0007)
ΔAMo, %	+10,80 [4,15;18,02]	+19,25 [10,35;27,85] *(p=0,0300)
ΔMo, с	-0,18 [0,11;0,23]	-0,26 [0,22;0,30] *(p=0,0109)
ΔMe, с	-0,18 [0,12;0,22]	-0,26 [0,22;0,28] *(p=0,0044)
ΔИВР, усл.ед.	+67,70 [38,85;134,60]	+228,25 [183,65;322,00] *(p=0,0002)
ΔВПР, усл.ед.	+2,16 [0,95;2,99]	+5,68 [3,81;7,40] *(p=0,0001)

Примечание: * – статистически значимые различия показателей при нормальной и повышенной симпатической реактивности ($p \leq 0,05$); Δ – отклонение показателей ВСР при активном ортостазе от контрольных значений; ЧСС – частота сердечных сокращений; R-R min – минимальный интервал R-R; R-R max – максимальный интервал R-R; RRNN – средняя длительность интервалов R-R; LF/HF – коэффициент симпато-вагусного баланса; VLF – мощность очень низкочастотных колебаний; ИЦ – индекс централизации; SI – стресс-индекс; ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции; AMo – амплитуда моды; Mo – мода; Me – медиана; ИВР – индекс вегетативного равновесия; ВПР – вегетативный показатель ритма

Показатели LF/HF, ИН, SI, характеризующие симпатическую активность регуляторных механизмов, также в большей степени увеличиваются у испытуемых с повышенной симпатической реактивностью, что может свидетельствовать о большем напряжении регуляторных механизмов при изменении положения тела из

горизонтального в вертикальное. У лиц с высокой симпатической реактивностью наблюдается более выраженная степень снижения компонента VLF, который тесно связан с психоэмоциональным напряжением. Это может свидетельствовать о большем напряжении и менее рациональной работе регуляторных механизмов [8]. О повышенной активности симпатического отдела ВНС у лиц с гиперсимпатической реактивностью свидетельствует более значительное уменьшение медианы и моды. Повышение показателя Амо, отражающего стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца, обусловлено влиянием симпатического отдела вегетативной нервной системы. Большая степень увеличения ИВР, ПАПР, ВПР у испытуемых с высокой реактивностью симпатического отдела характеризует более выраженное смещение вегетативного баланса в сторону симпатических влияний.

Таблица 2

Вариабельность сердечного ритма при когнитивной нагрузке у лиц с нормальной симпатической реактивностью, Me [Q1; Q3]

Показатель	Контроль (n=25)	Корректурная проба (n=25)
ЧСС, уд/мин	72,20 [69,47;75,35]	76,70 [70,35;80,97] *(p=0,0003)
R-R min, мс	643,00 [612,50;668,75]	579,00 [390,00;638,50] *(p=0,0024)
RRNN, мс	833,00 [797,25;880,00]	781,00 [741,50;833,75] *(p=0,0009)
pNN50, %	27,70 [16,97;40,25]	23,30 [12,37;32,65] *(p=0,0208)
CV, %	8,78 [7,14;10,54]	3,30 [2;27;4,15] *(p=0,0001)
TP, мс²	5670,00 [4300,75;7046,00]	4037,00 [2860,00;5167,25] *(p=0,0041)
LFnorm, усл.ед.	37,56 [29,95;46,65]	69,00 [52,87;79,72] *(p=0,0003)
HFnorm, усл.ед.	55,90 [49,42;64,12]	32,20 [25,77;47,95] *(p=0,0002)
LF/HF, усл.ед.	0,62 [0,45;0,87]	2,10 [1,17;3,33] *(p=0,0001)
%LF, %	26,20 [15,39;33,40]	41,60 [33,72;48,15] *(p=0,0001)
%HF, %	40,96 [31,37;46,35]	22,40 [17,62;34,05] *(p=0,0046)
ИЦ, усл.ед.	1,44 [1,10;2,18]	3,46 [1,93;4,68] *(p=0,0123)
SI, усл.ед.	37,28 [27,34;51,74]	57,56 [42,96;123,25] *(p=0,0005)
ПАПР, усл.ед.	36,30 [30,02;51,92]	49,50 [34,72;59,75] *(p=0,0129)

Примечание: * – статистически значимые различия с контролем (p≤0,05); ЧСС – частота сердечных сокращений; R-R min – минимальный интервал R-R; RRNN – средняя длительность интервалов R-R; pNN50 – процент пар NN-интервалов, отличающихся между собой более чем на 50 мс; CV – коэффициент вариации; TP – общая мощность спектра; LFnorm – нормированная мощность низких частот; HFnorm – нормированная мощность высоких частот; LF/HF – коэффициент симпатовагусного баланса; %HF – процент высокочастотных колебаний; %LF – процент низкочастотных колебаний; ИЦ – индекс централизации; SI – стресс-индекс; ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции

Сравнение изменений кардиоритмограммы при когнитивной нагрузке у испытуемых с нормальной симпатической реактивностью позволило выявить снижение временных показателей сердечного ритма: RRNN, R-R min, pNN50, CV, что может свидетельствовать о смещении симпато-парасимпатического баланса в сторону превалирования симпатической регуляции (табл. 2). Анализ изменений частотных показателей сердечного ритма после корректурной пробы выявил снижение общей мощности спектра, что можно связать с уменьшением доли вагусных влияний на деятельность сердца в результате умственной нагрузки. Соотношение показателей, характеризующих высокочастотные (HF) и низкочастотные (LF) составляющие спектра

после стимулированной умственной активности выявляет выраженное снижение доли %HF, HFnorm при одновременном повышении %LF, LFnorm, что объясняется сдвигом вегетативного равновесия в сторону увеличения активности симпатических влияний. Повышение значений индекса централизации (ИЦ) и стресс-индекса (SI) у испытуемых с нормальной реактивностью подтверждает превалирование центрального контура регуляции над автономным и может указывать на усиление симпатического эффекта после проведения корректурной пробы. Показатель адекватности процессов регуляции после корректурной пробы также повышается, что свидетельствует о преобладании симпатических влияний над парасимпатическими.

Исследование влияния когнитивной нагрузки на сердечный ритм у испытуемых с повышенной реактивностью симпатического отдела позволило выявить схожую тенденцию изменения временных и спектральных показателей сердечного ритма, что и у студентов с нормальной реактивностью, выраженную в усилении симпатического эффекта. Так, после корректурной пробы в группе с гиперсимпатической реактивностью происходит повышение ЧСС, которое сопровождается укорочением среднего значения кардиоинтервала (табл. 3). Также отмечаются уменьшение мощности спектра в диапазоне высоких частот (LF) и повышение низкочастотных компонентов (HF). После корректурной пробы у испытуемых этой группы наблюдается увеличение LF/HF, ИЦ, SI, что подтверждает преобладание симпатического эффекта в регуляции сердечного ритма. Индекс активации подкорковых нервных центров, характеризующий активность сердечно-сосудистого подкоркового центра по отношению к более высоким уровням управления после когнитивной нагрузки, повышается.

Таблица 3

Вариабельность сердечного ритма при когнитивной нагрузке у лиц с высокой симпатической реактивностью, Me [Q1; Q3]

Показатель	Контроль (n=25)	Корректурная проба (n=25)
ЧСС, уд/мин	75,75 [69,75;79,65]	85,20 [81,65;87,95] *(p=0,0010)
RRNN, мс	690,00 [655,50;755,50]	668,50 [636,00;712,00] *(p=0,0504)
LFnorm, усл.ед.	34,20 [25,95;41,45]	71,35 [60,05;74,75] *(p=0,0005)
HFnorm, усл.ед.	65,80 [58,55;74,05]	28,65 [26,55;39,95] *(p=0,0005)
LF/HF, усл.ед.	0,58 [0,41;0,75]	2,49 [1,51;2,99] *(p=0,0005)
%LF, %	22,05 [14,98;27,15]	39,05 [31,85;45,95] *(p=0,0034)
%HF, %	36,36 [29,05;39,70]	18,05 [14,10;26,05] *(p=0,0024)
ИЦ, усл.ед.	1,75 [1,51;2,44]	4,50 [2,82;6,11] *(p=0,0024)
SI, усл.ед.	54,31 [27,68;93,31]	132,20 [70,07;192,00] *(p=0,0010)
ИАП, усл.ед.	1,16 [0,81;1,66]	2,59 [1,12;4,01] *(p=0,0210)

Примечание: * – статистически значимые различия с контролем ($p \leq 0,05$); ЧСС – частота сердечных сокращений; RRNN – средняя длительность интервалов R-R; LFnorm – нормированная мощность низких частот; HFnorm – нормированная мощность высоких частот; LF/HF – коэффициент симпатовагусного баланса; %HF – процент высокочастотных колебаний; %LF – процент низкочастотных колебаний; ИЦ – индекс централизации; SI – стресс-индекс; ИАП – индекс активации подкорковых нервных центров

Сравнительный анализ влияния когнитивной нагрузки на кардиоритм у испытуемых с нормальной и повышенной симпатической реактивностью позволил выявить более значительные изменения сердечного ритма при гиперсимпатической реактивности. Так, выполнение корректурного теста у испытуемых с высокой

симпатической реактивностью приводит к более выраженному укорочению кардиоинтервала, что подтверждается большим приростом ЧСС в этой группе по сравнению с исходно нормальным уровнем реакции симпатического отдела (табл. 4). После когнитивной нагрузки у испытуемых с повышенной симпатической реактивностью наблюдается большее уменьшение доли HFnorm в общей мощности спектра, что свидетельствует о большей степени снижения парасимпатического влияния по сравнению с нормальной реактивностью. Это подтверждается значительным уменьшением pNN50 и SDNN. У студентов с гиперсимпатической реактивностью наблюдается более выраженное уменьшение VLF в результате умственной нагрузки, чем при нормальной реактивности, что может быть связано с напряжением регуляторных механизмов. Больший прирост значений ИЦ и SI в группе с гиперсимпатической активностью указывает на более выраженное возбуждение симпатической системы по сравнению с лицами, имеющими нормальную реактивность симпатической нервной системы.

Таблица 4

Отклонение показателей ВСР при когнитивной нагрузке, Me [Q1; Q3]

Показатели	Нормальная симпатическая реактивность (n=25)	Высокая симпатическая реактивность (n=15)
ΔЧСС, уд/мин	+3,10 [2,00;5,00]	+12,40 [7,32;17,95] *(p=0,0008)
ΔRRNN, мс	-16,00 [10,00;36,25]	-36,00 [23,87;63,25] *(p=0,0118)
ΔSDNN, мс	-14,00 [10,50;26,00]	-25,00 [15,00;40,25] *(p=0,0411)
ΔpNN50, %	-1,40 [0,97;5,47]	-6,60 [2,77;9,77] *(p=0,0142)
ΔHFnorm, усл.ед.	-12,80 [7,42;32,37]	-36,8000 [21,07;48,87] *(p=0,0168)
ΔVLF, мс²	-664,00 [353,25;1143,00]	-1015,50 [700,00;1676,00] *(p=0,0473)
ΔИЦ, усл.ед.	+1,40 [0,58;3,08]	+3,1500 [1,94;5,28] *(p=0,0316)
ΔSI, усл.ед.	+28,79 [15,73;61,59]	+83,76 [39,93;133,30] *(p=0,0148)
ΔИВР, усл.ед.	+23,10 [11,42;61,30]	+49,20 [25,15;98,37] *(p=0,0500)

Примечание: * – статистически значимые различия показателей при нормальной и повышенной симпатической реактивности (p≤0,05); Δ – отклонение показателей ВСР при когнитивной нагрузке от контрольных значений; ЧСС – частота сердечных сокращений; RRNN – средняя длительность интервалов R-R; SDNN – стандартное отклонение интервалов RR за весь рассматриваемый период; pNN50 – процент пар NN-интервалов, отличающихся между собой более чем на 50 мс; HFnorm – нормированная мощность высоких частот; VLF – мощность очень низкочастотных колебаний; ИЦ – индекс централизации; SI – стресс-индекс; ИВР – индекс вегетативного равновесия.

Заключение. Таким образом, динамика показателей ВСР при когнитивной нагрузке зависит от индивидуальных особенностей реактивности симпатического звена ВНС. Умственная деятельность приводит к аналогичным изменениям показателей сердечного ритма у студентов с нормальной и высокой реактивностью симпатической нервной системы. У испытуемых с повышенной симпатической реактивностью корректурная проба инициирует более выраженный адаптационный ответ за счет большего напряжения регуляторных механизмов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Особенности функционального состояния организма студентов в процессе обучения в медицинском вузе / Павлова В. И., Котова Н. В., Кислякова С. С. [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 1. – С. 17.
2. Зашихина, В. В. Психофизиологические аспекты адаптации студентов вузов / В. В. Зашихина, Т. В. Цыганок // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 2. – С. 64-68.
3. Беляева, В. А. Адаптационный потенциал системы кровообращения и вариабельность сердечного ритма у студентов-медиков / В. А. Беляева, Е. А. Такоева // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 6. – С. 124. DOI: 10.17513/spno.29313.
4. Новиков, А. А. Подходы к оценке показателей вариабельности сердечного ритма (обзор литературы) / А. А. Новиков, А. В. Смоленский, А. В. Михайлова // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2023. – №3. URL: http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/-E2023-3/3-3 (дата обращения: 17.11.2023)
5. Аль-Шаммари, М. Я. И. Особенности функционального статуса студентов-первокурсников с разным типом вегетативной регуляции сердечного ритма / М. Я. И. Аль-Шаммари, Т. А. Погребняк, С. Д. Чернявских // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2019. – Т. 237, № 1. – С. 14-21. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-237-1-14-21.
6. Сарыг, С. К. Вариабельность ритма сердца у студентов Тувинского государственного университета: монография / С. К. Сарыг. – Кызыл: Издательство ТувГУ, 2020. – 140 с.
7. Аверьянова, И. В. Особенности гемодинамики и вариабельности сердечного ритма у юношей-европеоидов при проведении активной ортостатической пробы. Сообщение 1 / И. В. Аверьянова, А. Л. Максимов // Экология человека. – 2021. – № 1. – С. 22-31. DOI: 10.33396/1728-0869-2021-1-22-31.
8. Спектральный анализ сердечного ритма велосипедистов в возрастном аспекте по показателям вариабельности сердечного ритма / Шаханова А. В., Гречишкина С. С., Челышкова Т. В. [и др.] // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2020. – № 4(34). – С. 164-173.

REFERENCES

1. Pavlova V.I., Kotova N.V., Kislyakova D.A., Saraikin S.S., Kamskova Yu.G. Features of the functional condition of the organism of students in the course of training in medical school. *Modern problems of science and education*, 2016, no. 1, p. 17. (in Russ.)
2. Zashikhina V.V., Gypsy T.V. Psycho-physiological aspects of adaptation of high school students. *Fundamental Research*, 2014, no. 2, pp. 64-68. (in Russ.)
3. Belyaeva V.A., Takoeva E.A. Adaptation potential of the circulatory system and variability of the heart rhythm in medical students. *Modern problems of science and education,* 2019, no. 6, p. 124. DOI: 10.17513/spno.29313. (in Russ.)
4. Novikov A.A., Smolenskij A.V., Mikhajlova A.V. Approaches to assessing heart rate variability (literature review). *Bulletin of new medical technologies. eEdition,* 2023, no. 3. URL: http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2023-3/3-3. (accessed 17.11.2023) (in Russ.)
5. Al-Shammari M.Y.I., Pogrebnyak T.A., Chernyavskikh S.D. Features of the functional status of first-year students with different types of autonomic regulation of heart rate. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine,* 2019, vol. 237, no. 1, pp. 14-21. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-237-1-14-21. (in Russ)
6. Saryg S.K. Heart rate variability in students of Tuvan State University: a monograph. Kyzyl: TuvSU Publishing House, 2020, 140 p. (in Russ.)
7. Aver'yanova I.V., Maksimov A.L. Hemodynamics and heart rate variability under orthostatic challenge test in young Caucasian men: part 1. *Human Ecology*, 2021, no. 1, pp. 22-31. DOI: 10.33396/1728-0869-2021-1-22-31. (in Russ.)
8. Shakhanova A.V., Grechishkina S.S., Chelyshkova T.V., Kuz'min A.A., Kuzmina V.V., Tkzch T.N. Spectral analysis of cyclists' heart rate in the age aspect by indicators of heart rate variability. *Physical education and sports training,* 2020, no. 4(34), pp. 164-173. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Михайловна Николаева – старший преподаватель кафедры патофизиологии и иммунологии ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, Иваново, e-mail: tania020480@yandex.ru.

Елена Константиновна Голубева – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, Иваново, e-mail: elkgol@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Tat'yana M. Nikolaeva – Senior Lecturer of the Department of Pathophysiology and Immunology, Ivanovo State Medical Academy, Ivanovo, e-mail: tania020480@yandex.ru.
Elena K. Golubeva – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Normal Physiology, Ivanovo State Medical Academy, Ivanovo, e-mail: elkgol@yandex.ru.

Для цитирования: Николаева, Т. М. Особенности вариабельности сердечного ритма при когнитивной нагрузке в зависимости от реактивности симпатического отдела вегетативной нервной системы у студентов медицинского вуза / Т. М. Николаева, Е. К. Голубева // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_12

For citation: Nikolaeva T.M., Golubeva E.K. Heart rate variability under cognitive load depending on the reactivity of the sympathetic division of the autonomic nervous system in medical university students. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_12