Дата публикации: 01.06.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_17
УДК 612.176.4

Publication date: 01.06.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_17
UDC 612.176.4

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ УМСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕАКТИВНОСТИ ПАРАСИМПАТИЧЕСКОГО ОТДЕЛА ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Т.М. Николаева, Е.К. Голубева
ФГБОУ ВО ИвГМА Минздрава России, г. Иваново, Россия

Аннотация. Цель исследования – изучить влияние физической нагрузки на умственную работоспособность и вариабельность сердечного ритма при когнитивной деятельности у студентов с разной реактивностью парасимпатической нервной системы. Умственная нагрузка приводит к активации симпатической системы. Изменение показателей вариабельности сердечного ритма не зависит от типа парасимпатической реактивности. Предварительная физическая нагрузка сопровождается уменьшением стимулирующего эффекта умственной деятельности на симпатические механизмы регуляции. У лиц с низкой парасимпатической реактивностью напряжение регуляторных механизмов более выражено. Физическая активность приводит к снижению умственной работоспособности и развитию утомления вне зависимости от парасимпатической реактивности.

Ключевые слова: умственная деятельность, физическая нагрузка, вариабельность сердечного ритма, вегетативная нервная система.

INFLUENCE OF PHYSICAL LOAD ON HEART RATE VARIABILITY DURING MENTAL ACTIVITY DEPENDING ON THE REACTIVITY OF THE PARASYMPATHETIC DIVISION OF THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM

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

Annotation. The purpose of the study is to examine the effect of physical activity on mental performance and heart rate variability in cognitive work of students with different reactivity of the parasympathetic nervous system. Mental stress leads to the sympathetic system's activation. The change in heart rate variability parameters does not depend on the type of parasympathetic reactivity. Preliminary physical activity is accompanied by a decrease in the stimulating effect of mental activity on the sympathetic mechanisms of regulation. In people with low parasympathetic reactivity, the tension of regulatory mechanisms is more pronounced. Physical activity leads to a decrease in mental performance and the development of fatigue, regardless of parasympathetic reactivity.

Keywords: mental activity, physical activity, heart rate variability, autonomic nervous system.

Введение. Учебный процесс в высшей школе вызывает напряжение приспособительных реакций у студентов [1]. Систематические умственные нагрузки, низкая двигательная активность влияют на адаптационные возможности организма, приводят к рассогласованию механизмов вегетативной регуляции и характеризуются снижением работоспособности, развитием утомления. Поэтому актуальными являются оптимизация двигательной активности и объективная оценка суммарного влияния умственных и физических нагрузок на механизмы, обеспечивающие адаптацию к учебной деятельности [2]. В значительной мере адаптивные способности организма зависят от состояния системы кровообращения, которая является связующим звеном во взаимоотношении механизмов нейрогуморальной регуляции. Для оценки адаптивных резервов и диагностики функционального состояния регуляторных систем используют метод анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) [3]. Изменения параметров

ВСР при физической и умственной деятельности зависят от степени напряжения и индивидуальных особенностей реактивности вегетативной нервной системы (ВНС) [4]. Согласно литературным данным, специфика приспособления юношей к умственной нагрузке связана с активацией парасимпатического отдела ВНС [5]. Однако в результате физической активности происходит смещение симпато-парасимпатического баланса, что может изменить характер адаптационных реакций на последующую умственную нагрузку [6]. В связи с этим актуальным также является исследование влияния мышечной деятельности на когнитивные способности и функциональное состояние сердечно-сосудистой системы в зависимости от особенностей реакции вегетативной нервной системы.

Цель исследования – изучить влияние физической нагрузки на умственную работоспособность и ВСР при когнитивной деятельности у студентов с разной реактивностью парасимпатической нервной системы.

Методы и организация исследования. В исследовании приняли участие 35 студентов-добровольцев мужского пола с нормальным физическим развитием и двигательным режимом. Средний возраст испытуемых составил 20,50±0,3 г, масса тела – 75,80±4,40 кг, рост – 177,50±3,90 см. В качестве физической нагрузки применяли Гарвардский степ-тест: испытуемый выполнял подъемы на ступеньку высотой 25 см в течение 5 минут. Количество подъемов в 1 минуту устанавливалось в зависимости от массы тела и мощности нагрузки (600 кг·м/мин). Умственную нагрузку моделировали с помощью корректурной пробы, по результатам которой рассчитывали количество правильных ответов (N, %), количество пропущенных ответов (P, %), производительность внимания (A, знаков/с), точность работы (T, усл.ед.), коэффициент умственной продуктивности (E, знаков), умственную работоспособность (Au, знаков/с), устойчивость концентрации внимания (Ku, усл.ед), скорость переработки информации (Q, бит/с) и время выполнения теста (t, с).

Вариабельность сердечного ритма исследовали с помощью комплекса «Поли-Спектр» («Нейрософт», Иваново). Кардиоритмограмму записывали в течение 5 минут в положении сидя до и после выполнения нагрузочных проб в соответствии с Международным стандартом. Определяли следующие показатели ВСР: частота сердечных сокращений (HR, уд/мин), средняя длительность интервалов R-R (RRNN, мс), стандартное отклонение SD величин нормальных интервалов R-R (SDNN, мс), количество пар соседних интервалов, различающихся более, чем на 50 мс, полученное за весь период записи (pNN50, %), общая мощность спектра (TP, мс^2), нормированная мощность низких частот (LFnorm, усл.ед.), нормированная мощность высоких частот (HFnorm, усл.ед.), коэффициент симпато-вагусного баланса (LF/HF, усл.ед.), мощность высокочастотных (HF, мс^2), низкочастотных (LF, мс^2) и очень низкочастотных (VLF, мс^2) колебаний, индекс централизации (IC, усл.ед.), показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР, усл.ед.), индекс напряжения (ИН, усл.ед.), индекс активации подкорковых нервных центров (ИАП, усл.ед.). Исследовали ВСР при умственной нагрузке (далее – умственная нагрузка 1) и ее особенности после предварительной мышечной деятельности (далее – умственная нагрузка 2). Рассчитывали величину отклонения параметров ВСР (Δ) при выполнении нагрузочных проб. Реактивность парасимпатической системы оценивали по коэффициенту К30:15. 68% испытуемых имели нормальную парасимпатическую реактивность (К30:15 составлял 1,25-1,75), 32% – низкую (К30:15 находился в диапазоне 1-1,25).

Для статистической обработки результатов применяли программы Excel, Statistica, MedCalc. Нормальность распределения в выборках оценивали по критериям Колмогорова-Смирнова

(с поправкой Лиллиефорса) и Шапиро-Уилка. В случае отсутствия нормального распределения использовали непараметрические критерии Вилкоксона и Манна-Уитни. Количественные показатели описывали с помощью значений медианы (Me), нижнего (Q1, 25% перцентиль) и верхнего (Q3, 75% перцентиль) квартилей. Различия считались достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Исследование изменения ВСР при умственной нагрузке позволило выявить увеличение ЧСС, LFnorm, LFмс^2, LF/HF и SI, что свидетельствует об активации симпатической системы (табл. 1). Увеличение ПАПР и ИАП характеризует высокую активность подкорковых центров регуляции сердечной деятельности [7]. Уменьшение RRNN, pNN50%, TP, HFnorm, HFмс^2 сопряжено с уменьшением парасимпатических влияний на работу сердца и подтверждает напряжение механизмов регуляции.

Умственная деятельность после предварительной физической нагрузки сопровождается снижением ЧСС, LFnorm, LF/HF, ИН на фоне повышения значений RRNN, TP, HFnorm, HF%, HFмс^2 с одновременным увеличением LFмс^2. Это может быть связано с уменьшением активности центрального контура регуляции в результате адаптационного эффекта последовательных нагрузок [8]. Отмечается снижение ПАПР и ИАП, отражающее повышение активности высших вегетативных центров управления, способствующих торможению симпатической реакции на умственную нагрузку, выполняемую непосредственно после физической. Умственная нагрузка 1 приводит к более выраженному уменьшению мощности компонента VLF (-763,00 [459,00; 1541,00] мс^2), чем при умственной нагрузке 2 (-511,00 [200,00; 813,00] мс^2) (p=0,0139). Это может свидетельствовать о более высоком напряжении и менее рациональной работе регуляторных механизмов при умственной нагрузке 1 по сравнению с умственной нагрузкой 2.

У испытуемых с нормальной и низкой парасимпатической реактивностью наблюдаются сходные изменения ВСР под влиянием умственной нагрузки 1 (табл. 2). Увеличение ЧСС, LFnorm, LFмс^2, LF/HF, IC и ИН подтверждает возбуждение симпатической системы в результате когнитивной деятельности. У испытуемых с низкой реактивностью SDNN снижается до 54,00 [47,00;75,00] по сравнению с 57,50 [42,00;64,00] в контроле ($p<0,0001$), что связано с высоким напряжением функциональных резервов и уменьшением степени вагусных влияний на сердечный ритм. У испытуемых с нормальной парасимпатической реактивностью SDNN после корректурной пробы не изменяется. Уменьшение показателей TP, HFnorm, HFмс^2 свидетельствует о состоянии повышенного напряжения, централизации управления сердечным ритмом и минимизации парасимпатических влияний у испытуемых обеих групп [9].

Анализ ВСР по окончании умственной нагрузки 2 позволил выявить тенденцию к восстановлению парасимпатических влияний в регуляции сердечной деятельности. Так, ЧСС у лиц с низкой реактивностью снижается до 88,25 [87,00;93,70] при 94,85 [86,70;100,90] в контроле (p=0,0023), а у испытуемых с нормальной парасимпатической реактивностью – до 81,20 [76,10;86,90] при 87,70 [82,90;91,80] в контроле (p=0,0163). LFnorm у лиц с низкой реактивностью уменьшается с 64,15 [58,40;84,10] до 57,90 [52,70;60,60] (p=0,0452), а при нормальной реактивности не изменяется. Однако в группе с нормальной реактивностью парасимпатической системы после умственной нагрузки LF уменьшается до 1107,00 [607,00;1523,00] по сравнению с 1471,00 [991,00;2784,00] в контроле (p=0,0483), а HF возрастает до 1056,00 [721,00;1238,00] при 505,00 [366,00;880,00] в контроле (p=0,0107), что может указывать снижение активности симпатической системы.

Таблица 1

Вариабельность сердечного ритма при умственной нагрузке, Me [Q1; Q3]

Показатель	Умственная нагрузка 1		Умственная нагрузка 2	
	Контроль (n=35)	Умственная нагрузка (n=35)	Контроль (n=35)	Умственная нагрузка (n=35)
HR, уд/мин	71,50 [68,50; 76,50]	78,50 [73,80; 84,80] *p<0,0001	86,90 [80,60; 95,40]	83,900 [75,30; 88,40] *p<0,0001
RRNN, мс	814,00 [716,00; 862,00]	754,00 [664,00; 803,00] *p=0,0001	689,00 [625,00; 772,00]	706,00 [670,00; 804,00] *p=0,0003
TP, мс²	5194,00 [4118,00; 6918,00]	3949,00 [2670,00; 5636,00] *p=0,0084	3261,00 [1831,00; 5177,00]	4300,00 [2769,00; 5962,00] *p=0,0280
LFnorm, усл.ед.	38,20 [28,70; 46,30]	71,10 [59,00; 78,10] *p<0,0001	66,00 [58,80; 77,30]	61,60 [55,50; 71,80] *p=0,0201
HFnorm, усл.ед.	58,80 [51,60; 69,80]	32,00 [25,90; 44,60] *p<0,0001	34,60 [22,70;43,20]	39,30 [29,40; 43,50] *p=0,0179
LF/HF, усл.ед.	0,64 [0,44; 0,83]	2,26 [1,40; 3,40] *p<0,0001	2,29 [1,50; 3,560]	1,68 [1,43; 2,47] *p=0,0167
HF, мс^2	1907,00 [1251,00; 2818,00]	993,00 [482,00; 1283,00] *p<0,0001	546,00 [367,00; 1305,00]	1055,00 [691,00;1288,00] *p=0,0280
LF, мс^2	1188,00 [759,00; 1649,00]	1476,00 [944,00; 2339,00] *p=0,0179	1343,00 [806,00;2161,00]	1566,00 [1057,00; 2784,00] *p=0,0061
ИН, усл.ед.	38,50 [28,20; 66,97]	88,80 [49,00; 132,80] *p<0,0001	132,20 [74,80; 213,70]	99,80 [56,10; 142,80] *p=0,001
ПАПР, усл.ед.	45,60 [31,50; 62,90]	56,20 [42,30; 73,20] *p=0,0173	66,50 [51,60; 90,20]	55,50 [45,30; 74,90] *p=0,0024
ИАП, усл.ед.	1,10 [0,70; 1,60]	1,70 [0,80; 2,90] *p=0,0132	1,90 [1,50; 3,30]	1,40 [0,90; 1,80] *p=0,028

Примечание: HR – частота сердечных сокращений; RRNN – средняя длительность интервалов R-R; TP – общая мощность спектра; LFnorm – нормированная мощность низких частот; HFnorm – нормированная мощность высоких частот; LF/HF – коэффициент симпатовагусного баланса; HF – мощность высокочастотных колебаний; LF – мощность низкочастотных колебаний; ИН – индекс напряжения; ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции; ИАП – индекс активации подкорковых нервных центров; * – статистически значимые различия с контролем (p≤0,05)

Таблица 2

Вариабельность сердечного ритма при умственной нагрузке в зависимости от реактивности парасимпатической системы Me [Q1; Q3]

Показатель	Низкая реактивность		Нормальная реактивность	
	Контроль (n=11)	Умственная нагрузка 1 (n=11)	Контроль (n=22)	Умственная нагрузка 1 (n=22)
HR, уд/мин	75,70 [73,80; 79,70]	84,10 [80,20; 85,80] *p=0,0041	72,10 [69,40; 74,80]	76,80 [72,60; 85,90] *p=0,0236
TP, мс²	5092,00 [3891,00; 6744,00]	3061,00 [2809,00; 5637,00] *p=0,049	5193,00 [4159,00; 6377,00]	3950,00 [2312,00; 5090,00] *p=0,0296
LFnorm, усл.ед.	34,20 [28,10; 40,20]	74,50 [63,30; 79,20] *p<0,0001	37,20 [27,70;45,30]	67,80 [54,40; 72,50]
HFnorm, усл.ед.	62,80 [56,50; 69,30]	27,30 [21,90; 36,70] *p=0,0001	62,30 [53,40;68,70]	36,10 [28,00;47,10] *p<0,0001
LF/HF, усл.ед.	0,58 [0,44; 0,76]	2,49 [1,72; 3,43] *p<0,0001	0,60 [0,46;0,83]	2,10 [1,38; 2,64] *p<0,0001
HF, мс^2	1849,50 [1383,00; 2294,00]	995,00 [481,00;1282,00] *p=0,0029	1906,00 [1252,00; 2817,00]	915,00 [561,00; 1252,00] *p<0,0001
IC, усл.ед.	1,60 [1,51; 2,08]	3,57 [2,40; 5,58] *p=0,0029	1,47 [1,22; 2,38]	3,46 [1,96; 5,06] *p= 0,0023
ИН, усл.ед.	34,40 [25,07; 69,80]	91,93 [49,91; 153,92] *p=0,0059	41,47 [30,51; 52,03]	82,82 [43,82; 125,66] *p=0,0003

Примечание: HR – частота сердечных сокращений; RRNN – средняя длительность интервалов R-R; TP – общая мощность спектра; LFnorm – нормированная мощность низких частот; HFnorm – нормированная мощность высоких частот; LF/HF – коэффициент симпатовагусного баланса; HF – мощность высокочастотных колебаний; IC – индекс централизации; ИН – индекс напряжения; * – статистически значимые различия с контролем (p≤0,05)

Степень отклонения большинства временных (ΔRRNN, ΔSDNN, ΔpNN50%) и спектральных показателей (ΔLFnorm, ΔHFnorm, ΔLF/HF, ΔIC) не имеет достоверных отличий в зависимости от реактивности парасимпатической системы. Однако у испытуемых с низкой реактивностью наблюдается более выраженное уменьшение VLFмс^2 в результате умственной нагрузки 2 (-1125,00 [918,00;1809,00]), чем при нормальной реактивности (-593,00 [374,00;961,00]) (p=0,0160). Это может быть связано с напряжением регуляторных механизмов, их недостаточностью и ухудшением функционального состояния [10]. У испытуемых с низкой реактивностью прирост SDNN после умственной нагрузки 2 составляет 14,50 [12,00;25,00], что больше, чем при нормальной реактивности (8,00 [5,00;20,00]) (p=0,0494). Это может быть обусловлено повышенным напряжением регуляторных

механизмов и большей степенью влияния симпатического отдела. Увеличение pNN50 при нормальной реактивности составляет 5,70 [1,30;11,70], что больше, чем при низкой (1,55 [0,70;4,20]) (p=0,027), и возможно, связано с нормализацией вагусной активности.

Физическая нагрузка приводит к снижению когнитивных способностей испытуемых (табл. 3).

Таблица 3

Влияние физической нагрузки на умственную работоспособность, Me [Q1; Q3]

Показатель корректурной пробы	Умственная нагрузка 1 (n=35)	Умственная нагрузка 2 (n=35)
N, %	97,92 [95,80;100,00]	89,77 [84,90;95,00] *p<0,0001
P, %	0,00 [0,00;4,20]	8,72 [5,00;11,80] *p<0,0001
t, c	149,50 [126,00;171,00]	217,00 [189,00;250,00] *p<0,0001
A, знаков/с	8,93 [7,80;10,59]	6,15 [5,03;7,06] *p<0,0001
T, усл.ед.	1,00 [0,95;1,00]	0,89 [0,87;0,93] *p<0,0001
Au, знаков/с	8,39 [7,50;10,59]	5,00 [4,25;5,41] *p<0,0001
Ku, усл.ед.	1334,00 [1267,00;1334,00]	428,17 [371,20;482,00] *(p<0,0001)
Q, бит/с	5,35 [4,77;6,38]	3,77 [3,26;4,09] *p<0,0001

Примечание: N – количество правильных ответов; P – количество пропущенных ответов; t – время выполнения теста; A – производительность внимания; T – точность работы; Au – умственная работоспособность; Ku – показатель устойчивости концентрации внимания; Q – скорость переработки информации; * – статистически значимые различия с контролем (p≤0,05)

При умственной нагрузке 2 уменьшается количество верно выбранных ответов, увеличивается количество ошибок и пропущенных знаков, а также время выполнения корректурной пробы, что сопровождается уменьшением скорости переработки информации. Коэффициент умственной продуктивности, концентрация и устойчивость внимания также уменьшаются. Снижается точность выполнения работы, что связано с уменьшением сосредоточенности при прохождении теста и может свидетельствовать об утомлении. У испытуемых с нормальной и низкой парасимпатической реактивностью статистически значимые различия параметров умственной работоспособности отсутствуют.

Заключение. Умственная деятельность сопровождается активацией симпатических механизмов регуляции сердечного ритма. Влияние предварительной физической работы проявляется уменьшением стимулирующего эффекта когнитивной нагрузки на симпатическую систему. У лиц с низкой парасимпатической реактивностью при умственной деятельности более выражено напряжение регуляторных механизмов, что в большей степени проявляется после предшествующей физической нагрузки. Физическая активность приводит к снижению умственной работоспособности и развитию утомления вне зависимости от реактивности парасимпатической системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красникова, И. В. Психофизиологические показатели функционального состояния и успеваемость студентов / И. В. Красникова, А. И. Жарова // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2021. – № 4. – С. 47-56. DOI: 10.24412/2071-6176-2021-4-47-56.

2. Маслова, И. Н. Физическая культура в вузе: критерии оценок: учебное пособие / И. Н. Маслова, М. А. Ефремов. – Воронеж: ВГИФК, 2019. – 129 с.

3. Шлык, Н. И. Вариабельность сердечного ритма и методы ее определения у спортсменов в тренировочном процессе: методическое

пособие / Н. И. Шлык. – Ижевск: Удмуртский государственный университет, 2022. – 80 с.
4. Адамовская, О. Н. Изменение вегетативной регуляции сердечного ритма и уровня гормонов при умственной нагрузке у старших подростков / О. Н. Адамовская, И. В. Ермакова, Н. Б. Сельверова // Новые исследования. – 2017. – № 1(50). – С. 19-31.
5. Лукина, С. Ф. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма в процессе решения прогностической задачи у студентов северного вуза / С. Ф. Лукина, И. С. Чуб, А. П. Борейко // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2018. – Т. 15. – № 2. – С. 184-196. DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-2-184-196.
6. Влияние тренировочной работы на адаптационные характеристики организма / Похачевский А. Л., Голубева Н. К., Петров А. Б. [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2020. – № 11. – С. 100.
7. Ковалева, М. Е. Психофизиологические особенности регуляции эмоциональных реакций у специалистов опасных профессий / М. Е. Ковалева, В. Г. Булыгина // Психология и право. – 2017. – Т. 7. – № 1. – С. 53-67. DOI: 10.17759/psylaw.2017070105.
8. Балабохина, Т. В. Особенности вариабельности сердечного ритма в зависимости от типа вегетативной регуляции у мальчиков 8-12 лет при занятиях футболом / Т. В. Балабохина, Ф. Б. Литвин, М. В. Рудин // Современные вопросы биомедицины. – 2021. – Т. 5. – № 4(17). DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_04_12.
9. Пономарев, А. Е. Оперативный и текущий контроль методом вариационной кардиоинтервалометрии функционального состояния студентов 1 курса в процессе физкультурно-оздоровительных занятий / А. Е. Пономарев, И. А. Пономарева // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 1(18). DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_24.
10. Тишутин, Н. А. Вегетативный баланс в оценке функционального состояния организма / Н. А. Тишутин, Э. С. Питкевич, Т. Ю. Крестьянинова. – Витебск: Витебский государственный университет им. П.М. Машерова, 2022. – 177 с. ISBN: 978-985-517-917-8.

REFERENCES

1. Krasnikova I.V., Zharova A.I. Psychophysiological indicators of functional state and academic performance of students. *Izvestiya Tula State University. Natural Sciences*, 2021, no. 4, pp. 47-56. DOI: 10.24412/2071-6176-2021-4-47-56. (in Russ.)
2. Maslova I.N., Efremov M.A. Physical culture at the university: assessment criteria: study guide: a study guide. Voronezh: Voronezh State Institute of Physical Culture, 2019. 129 p. (in Russ.)
3. Shlyk N.I. Heart rate variability and methods for its identification in athletes in the training process: a manual. Izhevsk: Udmurt State University, 2022. 80 p. (in Russ.)
4. Adamovskaya O.N., Ermakova I.V., Selverova N.B. Change in vegetative regulation of heart rate and level of hormones in senior adolescents involved into mental work. *Novye Issledovania*, 2017, no. 1 (50), pp. 19-31. (in Russ.)
5. Lukina S.F., Chub I.S., Borejko A.P. Features of vegetative regulation of heart rate in the process of solving the prognostic problem in students of northern high school. *Journal of Ural Medical Academic Science*, 2018, vol. 15, no. 2, pp. 184-196. DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-2-184-196. (in Russ.)
6. Pokhachevskij A.L., Golubeva N.K., Petrov A.B., Shuliko Yu.V., Kalinin A.V. Effect of training work on body adaptive characteristics. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2020, no. 11, p. 100. (in Russ.)
7. Kovaleva M.E., Bulygina V.G. Physiological characteristics of regulation of emotional responses among specialists of extreme profile. *Psikhologia i pravo*, 2017, vol. 7, no. 1, pp. 53-67. DOI: 10.17759/psylaw.2017070105. (in Russ.)
8. Balabokhina, T.V., Litvin F.B., Rudin M.V. Features of heart rate variability depending on the type of vegetative regulation in boys aged 8-12 years when playing soccer. *Modern Issues of Biomedicine*, 2021, vol. 5, no. 4 (17). DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_04_12.
9. Ponomarev, A. E. Operant and current control with the method of variational beat-to-beat detection of the functional state of 1st year students within process of physical culture and health-improving classes. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 1 (18). DOI 10.51871/2588-0500_2022_06_01_24. (in Russ.)
10. Tishutin N.A., Pitkevich E.S., Krestyaninova T.Yu. Autonomic balance in assessing the functional state of the body. Vitebsk: Vitebsk State University named after P.M. Masherov, 2022. 177 p. ISBN: 978-985-517-917-8. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Татьяна Михайловна Николаева – старший преподаватель кафедры патофизиологии и иммунологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Иваново, e-mail: tania020480@yandex.ru.
Елена Константиновна Голубева – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры нормальной физиологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Иваново, e-mail: elkgol@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Tat'yana Mikhajlovna Nikolaeva – Senior Lecturer of the Department of Pathophysiology and Immunology, Ivanovo State Medical Academy, Ivanovo, e-mail: tania020480@yandex.ru.
Elena Konstantinovna 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. Влияние физической нагрузки на вариабельность сердечного ритма при умственной деятельности в зависимости от реактивности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы / Т. М. Николаева, Е. К. Голубева // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 2. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_17

For citation: Nikolaeva T.M., Golubeva E.K. Influence of physical load on heart rate variability during mental activity depending on the reactivity of the parasympathetic division of the autonomic nervous system. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 2. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_17