

РЕАКТИВНОСТЬ АВТОНОМНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У ЛИЦ С РАЗЛИЧНОЙ МОТИВАЦИЕЙ К ВЫПОЛНЕНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

П.А. Байгужин, К.А. Наумова

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Аннотация. Цель работы: выявить особенности изменения параметров variability сердечного ритма в динамике функционального тестирования лиц с различной исходной мотивацией. **Организация и методы исследования.** Проведен анализ показателей variability сердечного ритма у 35 студентов до, после и на этапе восстановления после выполнения функциональной нагрузки. Обследованные были разделены на группы с различным уровнем интереса (мотивации) к функциональной нагрузке. Статистическую значимость полученных данных определяли с помощью непараметрических критериев Уилкоксона и Манна-Уитни. Для установления различия распределений относительных величин применяли критерий согласия χ^2 . Математико-статистическая обработка данных проводилась с использованием программного пакета SPSS v. 17.0. **Результаты.** Фоновые значения параметров спектрального анализа variability сердечного ритма определяются различным уровнем мотивации испытуемых к выполнению функциональной нагрузки. Установлено, что у испытуемых со средним уровнем интереса на всех этапах исследования: до и после выполнения функциональной нагрузки, а также на этапе восстановления сохраняется относительно высокая активность симпатического отдела автономной нервной системы. **Заключение.** Особенности реакции автономной нервной системы у лиц со средним уровнем проявления интереса свидетельствуют о реализации состояния мобилизации ресурсов организма, необходимых для эффективного выполнения функциональной нагрузки; у лиц с высоким уровнем проявления интереса – о функциональной готовности организма к выполнению тестовой нагрузки. Определена перспектива исследования связи когнитивного контроля и саморегуляции, основанной на анализе механизмов вегетативной регуляции деятельности в условиях функционального тестирования.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, спектральный анализ, мотивация, интерес, симуляция, функциональная нагрузка.

Введение

Анализ результатов современных исследований как на индивидуальном, так и на популяционном уровне позволяет констатировать зависимость variability сердечного ритма от возрастных [1], половых [2], поведенческих особенностей и факторов среды различного характера [3]. Среди последних функциональная нагрузка рассматривается как способ целенаправленного воздействия на организм с целью активации функциональных систем организма. При этом известны объем и требования к функциональному тестированию [4], оценена специфичность тестовых нагрузочных проб, доказана эффективность диагностических технологий в клинике [5],

в практике военной [6] и спортивной медицины [7].

Принципиальным условием достижения эффективности (действенности) функциональной нагрузки является исходное состояние обследуемого – его готовность к нагрузочному тестированию. Очевидно, что психологический аспект готовности как функционального состояния детерминирован *мотивацией* обследуемого, выраженной в желании, *заинтересованности*, вовлеченности на фоне активного сотрудничества, что определяет высокую вероятность достижения полезного результата [8, 9], производительность и эффективность деятельности [10]. Интерес – одна из основных психофизиологических кате-

горий, с помощью которой может объясняться связь между процессом принятия решения и действиями (поведением) личности, направленность ее деятельности в конкретной ситуации [11].

В свете вышеуказанного актуализируются данные о связи интереса как мотивационного текущего психического состояния с функциональным состоянием автономной нервной системы. Однако результаты исследований параллелизма и взаимосвязи вегетативных и психических изменений в организме, детерминированных состоянием мотивационной сферы личности, немногочисленны и противоречивы.

Достаточно информативным психофизиологическим критерием оценивания *вовлеченности* студентов в учебную деятельность является пульс [9, 11]. Частота сердечных сокращений у обучающихся в ходе лекционных занятий – в ситуации низкой вовлеченности (интереса) – устойчиво снижалась в динамике наблюдения. Напротив, включение методов активного обучения (решение вопросов в ходе коллегиального обсуждения) привело к значимому приросту частоты сердечных сокращений [12]. Анализ результатов решения обследуемыми тестовой арифметической задачи выявил значимо более высокую вазомоторную активность и потребление кислорода миокардом у лиц с высокой индивидуальной заинтересованностью [13].

При оценивании сформированности компетенций у обучающихся объективными считаются результаты, полученные в ситуации экзамена, когда уровень мотивации достижения у студентов относительно высокий. Так, анализ динамики показателей сердечного ритма выявил значимое уменьшение коэффициента вариации длительности R-R-интервалов у студентов со средним уровнем мотивации, достигавших во время экзамена наиболее высокого результата [14]. Отмеченное снижение коэффициента вариации R-R-интервалов, отражающего суммарный эффект вегетативной регуляции кровообращения, свидетельствует о мобилизации функциональных резервов организма [15].

Очевидно, что и феномен экзаменационного стресса, как мощного эмоциогенного фактора, целесообразно рассматривать с учетом уровня активации мотивационной сферы индивида. В исследуемом контексте эмоциогенное воздействие – основной фактор риска возникновения сердечно-сосудистой патоло-

гии. Установлено, что тесная прямая взаимосвязь мощности LF-компонента, LF/HF и интенсивности эмоциональной реактивности ассоциирована с риском возникновения ишемической болезни сердца, артериальной гипертензии, хронической сердечной недостаточности [16].

Таким образом, изучение роли мотивации в модуляции variability сердечного ритма является перспективным [17], в частности актуальны исследования функциональной связи когнитивного контроля и саморегуляции (составляющих мотивации), основанной на анализе механизмов вегетативной регуляции деятельности [18, 19].

Цель исследования: выявить особенности изменения параметров variability сердечного ритма в динамике выполнения функциональной нагрузки у лиц с различной исходной мотивацией.

Организация и методы исследования. В обследовании добровольно, на основании информированного согласия, приняли участие 35 студенток (без учета фаз овариально-менструального цикла), средний возраст которых составил 20,5 лет ($SD = 1,2$). Обследование проводилось во второй половине дня стационарно – в условиях лаборатории. Программа обследования включала четыре этапа: первый (фон) – регистрация электрокардиограммы; второй – пятиминутная симуляция сердечно-легочной реанимации, проводимая на пружинно-механическом тренажере «МАКСИМ III-01»; третий – регистрация электрокардиограммы после нагрузки; четвертый – то же, после 15 минут восстановления. Общее время обследования составляло 30 минут.

Регистрация электрокардиограммы проводилась на компьютерном кардиографе «ПолиСпектр-8» в течение пяти минут в положении сидя во втором стандартном отведении. Спектральный анализ кардиоритмограммы проводился автоматически после исключения артефактов и нестационарных участков ЭКГ. Исследовали следующие показатели: частоту сердечных сокращений, уд/мин (ЧСС); общую мощность спектра, Гц/мс² (TP); высокочастотный и низкочастотный компонент мощности спектра, Гц/мс² (HF и LF); очень низкочастотный компонент мощности спектра, Гц/мс² (VLF) и LF/HF.

Уровень мотивации обследуемых к выполнению функциональной пробы определяли

в результате анализа данных шкалы «Интерес» методики диагностики психической активации, интереса, эмоционального тонуса, напряжения и комфортности (по Л.А. Курганскому, Т.А. Немчину)¹. Обследуемые дифференцированы по степени выраженности интереса в группы с высоким ($n = 18$) и средним ($n = 16$) уровнем. Лиц с низким уровнем проявления интереса не выявлено.

Математико-статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием программного пакета SPSS v. 17.0, графический материал подготовлен в табличном редакторе Excel пакета Microsoft Office 2016. С помощью критерия Колмогорова – Смирнова определено отличие выборки значений исследуемых показателей от нормального их распределения. Для проверки статистической значимости полученных данных использовались непараметрические статистические критерии: Уилкоксона (для связанных выборок) и Манна – Уитни (для несвязанных выборок). Для установления различия распределений относительных величин (долей) применяли критерий согласия – χ^2 . Уровень значимости критериев задавали при $p \leq 0,05$. Полученные данные в таблице представлены как медиана и 25-й и 75-й центили (Me; 25–75 %).

Результаты исследования и их обсуждение

Сравнительная оценка распределения уровней проявления психического состояния у обследуемых выявила особенности, выраженные в неравномерном их соотношении по шкалам методики Л.А. Курганского и Т.А. Немчина (рис. 1). В группе лиц с высоким уровнем проявления интереса к функциональной нагрузке отмечается статистически значимое преобладание обследуемых с высоким уровнем самооенок состояния комфортности² ($\chi^2 = 5,56$ при $p = 0,018$) и эмоцио-

нального тонуса ($\chi^2 = 10,89$ при $p = 0,001$). При этом у всех обследованных самооценка напряженности соответствовала среднему уровню. В группе лиц со средним уровнем проявления интереса к функциональной нагрузке однородность самооенок (соответствующих среднему уровню) установлена относительно шкал «Напряженность» и «Активность» ($\chi^2 = 11,27$ при $p = 0,001$ и $\chi^2 = 9,0$ при $p = 0,003$ соответственно).

Можно предположить детерминирующую роль определенного психического состояния по отношению к регуляторным механизмам, выраженным в особенностях функционирования автономной нервной системы у обследованных сравниваемых групп.

Известно, что функциональная нагрузка предъявляет повышенные требования к организму. Считаем, что пятиминутная симуляция сердечно-легочной реанимации по всем признакам соответствует параметрам функциональной пробы: ограниченное время, унифицированная техника (что выполнять) и методика (как выполнять) проведения процедуры, наличие и учет критических ошибок (действий, снижающих эффективность реанимации, а значит – приводящих к летальному исходу), наличие «сбивающих факторов» (сторонний шум, порицания, замечания свидетелей и т. п.) [20]. Подобные подходы к моделированию стресс-реактивности организма реализуются достаточно эффективно [21, 22].

Исходный уровень интереса к выполнению функциональной нагрузки определил различия вегетативного обеспечения организма на этапе антиципации, а именно значимую активизацию симпатического отдела автономной нервной системы у лиц со средним уровнем интереса. Отмечалось двукратное превышение LF-компонента ($U = 72$ при $p = 0,013$) по сравнению с группой лиц, демонстрирующих высокую заинтересованность к функциональному тестированию (см. таблицу).

Выраженную симпатическую активность у лиц со средним уровнем мотивации дополняют относительно высокие значения VLF-компонента ($U = 82,5$ при $p = 0,034$), что в целом предопределяет и сравнительное превышение в 2,6 раза общей мощности спектра ($U = 95$ при $p = 0,091$).

Установленные различия обосновывают значимость учета вариабельности показателей эмоциональной сферы при оценке функциональных состояний.

¹ Methods of diagnostics of the emotional sphere: psychological practice. O.V. Baranova [Series: Library of Actual Psychology]. Is. 2. Krasnoyarsk. Lite-ra-print. 2009. 237 p.

² Комфортность – состояние удобства и удовлетворения, обеспеченное совокупностью положительных психологических и физиологических ощущений человека в процессе конкретного вида деятельности (Russian Encyclopedia of Labor Protection / Ed. V.K. Uvarov, I.A. Vorobyov, A.F. Zubkov, N.F. Izmerov. Moscow. NTS ENAS. 2007).



Рис. 1. Распределение уровней психических состояний у лиц с различным проявлением интереса к выполнению функциональной пробы
Fig. 1. The distribution of levels of psychological states in persons with different motivation for exercise

Примечание. * – статистическая значимость различия долей при $p = 0,18$; ** – то же, при $p = 0,003$; *** – то же, $p = 0,001$.
Note. * statistical significance at $p = 0.18$; ** – $p = 0.003$; *** – $p = 0.001$.

Выявленная симпатикотония у лиц со средним уровнем интереса сохраняется в динамике трех этапов наблюдения: после выполнения функциональной пробы – относительно высокий LF-компонент ($U = 88$ при $p = 0,053$); на этапе восстановления, спустя 15 минут, – статистически значимые высокие значения LF-компонента ($U = 75$ при $p = 0,017$), относительной доли вклада LF-компонента в общую мощность спектра ($U = 85$ при $p = 0,042$), значения которого в данной группе лиц в два раза выше ($U = 92$ при $p = 0,073$) по сравнению с лицами высоко мотивированными на выполнение функциональной пробы.

Возможно, средний уровень мотивации обследованных на фоне выявленных у них особенностей вегетативного обеспечения деятельности детерминирован первой фазой развития умственного утомления [10]. При этом имеет место преобладание гуморально-метаболического компонента в регуляции сердечного ритма [23], что отражает мобилизацию усилий у лиц со средним уровнем интереса [14, 24].

Графический анализ клиренса показателей спектрального анализа в группах обследуемых с различным уровнем интереса к функциональной нагрузке представлен на рис. 2, 3.

Показатели спектрального анализа ритма сердца у лиц с различным уровнем интереса к выполнению функциональной нагрузки в динамике наблюдения (Me, 25; 75 %)
HR spectral characteristics in persons with different levels of motivation for exercise (Me, 25, 75 %)

Показатель, ед. Indicator, unit	До нагрузки Before exercise		После нагрузки After exercise		Восстановление Recovery	
	Высокий High level	Средний Average level	Высокий High level	Средний Average level	Высокий High level	Средний Average level
ЧСС, уд/мин HR, bpm	74,1 65,5; 85,9	73,4 70,8; 81,6	78,45 69,2; 87,9	79,4 71,8; 82,9	77,6 68,7; 88,9	77,8 71,2; 81,4
TP, Гц/мс ² TP, Hz/ms ²	1501,5 1108,5; 3267,0	3845,0 1999,0; 4696,5	1275,5 828,8; 4341,5	2919,5 1790,3; 4320,5	1460,0 1005,3; 2908,5	2797,5 1709,5; 5305,0
HF, Гц/мс ² HF, Hz/ms ²	465,5 151,5; 1331,8	748,0 419,0; 1302,0	262,5 117,5; 1009,5	766,5 289,8; 1057,3	355,5 137,8; 791,3	726 318,3; 1253,5
LF, Гц/мс ² LF, Hz/ms ²	483,5 307,8; 626,5	1043,0 * 701,0; 1298,3	457,5 307,0; 805,8	877,5 * 537,0; 1541,0	552,0 351,5; 800,3	800,0 * 701,5; 2210,5
VLF, Гц/мс ² VLF, Hz/ms ²	612 474,8; 1202,3	1284,5 * 841,8; 2076,3	560,5 327,8; 2240,3	921 617,8; 1586,0	612 347,8; 1453,5	978,5 613,8; 1715,5
LF/HF, stand. unit	0,97 0,38 1,81	1,3 0,7; 1,9	1,3 0,7; 3,1	1,7 1,1; 2,4	1,2 0,6; 2,9	2,1 1,2; 2,3
HF, %	24,4 17,1; 40,9	20,7 17,4; 33,3	22,5 13,1; 30,6	20,5 17,5; 29,8	24,2 14,8; 40,9	24,6 17,6; 30,1
LF, %	23,7 16,9; 31,8	27,1 24,9; 33,4	28,2 19,5; 46,0	33,1 28,1; 43,1	25,5 21,8; 39,2	39,3 * 31,4; 46,9
VLF, %	46,5 34,3; 50,5	39,2 33,3; 53,9	42,4 35,4; 55,4	45,3 31,9; 49,2	37,7 30,9; 50,8	33,9 26,3; 48,1

Примечание. * – статистическая значимость различий показателей при межгрупповом сравнении (p-уровень указан в тексте).

Note. * – statistical significance of differences in intergroup comparison (p-level is provided in the text).

После выполнения функциональной нагрузки в группе лиц с высоким уровнем проявления интереса (см. рис. 2) статистически значимые изменения функционального состояния выражены в приросте ЧСС – на 5,9 % ($Z = -2,391$ при $p = 0,017$), LF/HF – на 33 % ($Z = -2,461$ при $p = 0,014$), доли LF – на 18,8 % ($Z = -2,156$ при $p = 0,031$).

Реактивность автономной нервной системы у лиц со средним уровнем проявления интереса к выполнению функциональной нагрузки характеризуется незначимым, но стойким отрицательным клиренсом ряда показателей сердечного ритма (см. рис. 3): TP – на 24,1 %

после нагрузки и на 27,2 % – спустя 10 минут восстановительного периода (при $p > 0,05$). Снижение общей мощности спектра сердечного ритма обусловлено сокращением вклада LF-компонента на 15,9 % после нагрузки и на 23,3 % – спустя 10 минут периода восстановления (при $p > 0,05$). Значимый прирост показателя LF – на 45 % ($Z = -2,534$ при $p = 0,011$) приходится на период восстановления и свидетельствует о напряжении регуляторных систем организма, что также отражается в приросте показателя LF/HF – на 70,5 % (при $p > 0,05$).

Примечательно, что показатель, характеризующий гуморально-метаболическую ак-



Рис. 2. Прирост показателей спектрального анализа сердечного ритма у лиц с высоким уровнем проявления интереса к выполнению функциональной нагрузки, %
Fig. 2. The increase in HR indicators in persons with a high level of motivation for exercise, %

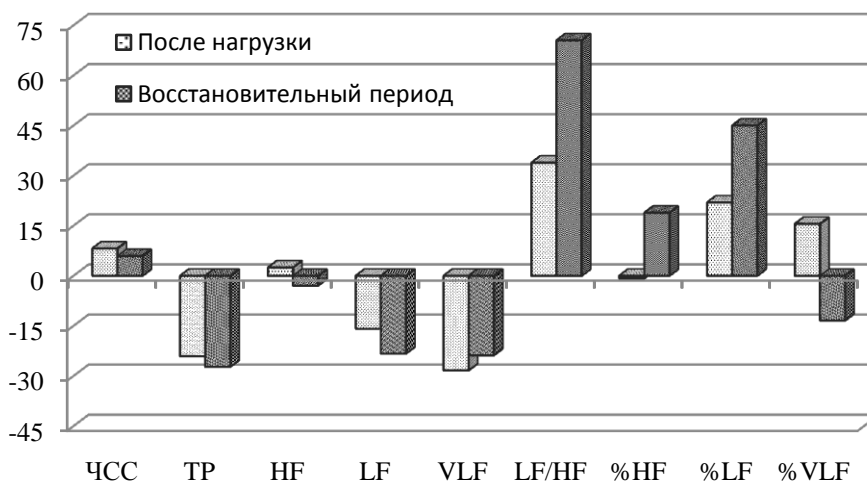


Рис. 3. Прирост показателей спектрального анализа сердечного ритма у лиц со средним уровнем проявления интереса к выполнению функциональной нагрузки, %
Fig. 3. The increase in HR indicators in persons with an average level of motivation for exercise, %

тивность механизма регуляции сердечного ритма – VLF – в этой группе обследуемых, после нагрузки снижается на треть ($Z = -1,154$ при $p = 0,248$), а в период восстановления – на четверть ($Z = -1,655$ при $p = 0,098$) по отношению к фоновому значению.

Мотивированное выполнение функциональной нагрузки, активизирует соответствующие по силе психические процессы и степень вовлеченности обследованного [13]. Оценивание вегетативной регуляции в условиях нагрузочного тестирования (пробы) должно дополняться результатами оперативной диагностики психических состояний,

принимая во внимание определенное влияние интереса как ситуативного, мотивационного психического состояния.

Полученные результаты в целом соответствуют установленной ранее закономерности, в соответствии с которой наиболее высокий результат целенаправленной деятельности наблюдается при некотором среднем (оптимальном) уровне мотивации³.

Выявленные особенности функционального состояния автономной нервной системы

³ Heckhausen H. Motivation and activity. St. Petersburg: Piter; Moscow: Smysl. 2003. 860 p.

у испытуемых обеспечиваются различными по направленности центральными механизмами проявления мотивации, в частности отражаются в осцилляторной активности нейрональных сетей, формирующей ЭЭГ. Так, например, в работе Т.Д. Джебраиловой с соавторами (2014), выявлена взаимосвязь уменьшения длительности и коэффициента вариации R-R-интервалов ЭКГ с выраженностью бета2-колебаний в спектре ЭЭГ правой заднелобной области. Увеличение общей спектральной мощности потенциалов бета2-диапазона ЭЭГ и уменьшение длительности сердечного цикла было характерно для студентов со средним уровнем мотивации [14]. Таким образом, указанные особенности свидетельствуют о реализации состояния *мобилизации* ресурсов организма, необходимых для эффективной деятельности – выполнения функциональной нагрузки.

Анализ показателей вариабельности сердечного ритма у лиц с высоким уровнем проявления интереса выявил функциональную *готовность* автономной нервной системы к выполнению тестовой нагрузки. При этом сравнительный анализ показателей сердечного ритма у испытуемых на этапе восстановления, указывает на благоприятный прогноз длительности эффективной деятельности у лиц со средним уровнем проявления интереса.

При этом очевидно, что проявление интереса к выполнению значимых задач детерминруется рядом таких психологических особенностей, как тревожность [25–27], ответственность [13, 28], сложность [18, 29]. Указанные предикторы формируют сложный конструкт внутренней мотивации (в отличие от внешней – обеспечивающейся, как правило, вознаграждением), исследование которой в контексте психофизиологической модификации поведения актуально и перспективно.

Заключение

Установлено, что фоновые значения параметров спектрального анализа вариабельности сердечного ритма определяются различным уровнем интереса испытуемых к условиям выполнения функциональной нагрузки. Наибольшую вариабельность сердечного ритма регистрировали у лиц со средним уровнем интереса (высокие фоновые значения LF- и VLF-компонентов спектра).

Выявлено, что после выполнения функциональной нагрузки, а также на этапе вос-

становления, испытуемые со средним уровнем интереса сохраняют вегетативный дисбаланс в сторону активации симпатoadреналового звена, снижения эффективности регуляции барорефлекса, что в целом свидетельствует о напряжении регуляторных систем организма.

Полученные результаты позволяют актуализировать необходимость комплексного (междисциплинарного) подхода к решению задач когнитивного контроля деятельности, саморегуляции поведения в условиях экстремальной деятельности.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Благодарность

Авторы благодарят А.А. Наливайченко и И.А. Крестовских – студентов Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета за помощь в проведении практической части настоящего исследования.

Литература

1. Прокопенко Н.А. Влияние индивидуальных особенностей личности на вариабельность ритма сердца у женщин разного возраста при эмоциональном воздействии // *Успехи геронтологии*. 2011. Т. 24, № 3. С. 498–504. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16824411>
2. Панкова Н.Б., Надоров С.А., Карганов М.Ю. Анализ вариабельности сердечного ритма и артериального давления при разных функциональных пробах у женщин и мужчин // *Физиология человека*. 2008. Т. 34, № 4. С. 64–72. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11032418>
3. Карпенко Ю.Д. Изучение зависимости вариабельности сердечного ритма от факторов внутренней и внешней среды // *Фундаментальные исследования*. 2011. № 10-3. С. 619–623. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17001215>
4. Методы тестирования и контрольных испытаний в научных исследованиях в сфере физической культуры и спорта / А.А. Горелов, О.Г. Румба, А.В. Сысоев, Е.Р. Яхонтов // *Новое в психолого-педагогических исследованиях*. 2020. № 2 (58). С. 14–26. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44673255>
5. Григорьев А.И., Носков В.Б. Функциональные нагрузочные пробы в оценке состоя-

ния почек и водно-солевого обмена // Физиология человека. 2013. Т. 39, № 2. С. 10. DOI: 10.7868/S0131164613020069

6. Современные методы оценки функционального состояния организма и физической работоспособности военнослужащего при решении научно-исследовательских задач биомедицинской направленности / А.М. Гергей, А.С. Ковалёв, О.В. Ветряков и др. // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2018. № 2 (62). С. 202–208. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35185377>

7. Методологические аспекты оценки эффективности технологий спортивной медицины / А.С. Самойлов, С.М. Разинкин, В.В. Петрова, П.А. Фомкин, И.Т. Выходец // Медицина экстремальных ситуаций. 2015. № 4 (54). С. 45–55. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25001492>

8. Связь между субъективными и объективными оценками функционального состояния человека (апробация методики экспресс-оценки уровня стрессированности) / А.А. Катаев, А.В. Бахчин, С.А. Полевая, А.И. Федотчев // Вестник психофизиологии. 2017. № 2. С. 62–67. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29842609>

9. Development of a self-report instrument for measuring in-class student engagement reveals that pretending to engage is a significant unrecognized problem / K.A. Fuller, N.S. Karumaratne, S. Naidu et al. // PLoS One. 2018. Vol. 13 (10). e0205828. DOI: 10.1371/journal.pone.0205828

10. Herlambang M.B., Taatgen N.A., Cnossen F. The Role of Motivation as a Factor in Mental Fatigue // Hum Factors. 2019. Vol. 61 (7). P. 1171–1185. DOI: 10.1177/0018720819828569

11. Мусаев Н.М. Понятие интереса, его виды и соотношение публичного и частного интереса // Вестник нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Право. 2000. № 1. С. 137–142. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9117745>

12. Darnell D.K., Krieg P.A. Student engagement, assessed using heart rate, shows no reset following active learning sessions in lectures // PLoS One. 2019. Vol. 14 (12): e0225709. DOI: 10.1371/journal.pone.0225709

13. Impact of a motivated performance task on autonomic and hemodynamic cardiovascular reactivity / R.W. May, M.A. Sanchez-Gonzalez, G.S. Seibert et al. // Stress. 2016. Vol. 19 (3). P.280–286. DOI: 10.1080/10253890.2016.1191467

14. Джебраилова Т.Д., Коробейникова И.И., Руднева Л.П. Влияние мотивации на спектральные характеристики ЭЭГ и

сердечный ритм у студентов в экзаменационной ситуации // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2014. Т. 100. № 9. С. 1076–1087. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22018792>

15. 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. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17327792>

16. Лапанов П.С. Влияние эмоционального реагирования на вариабельность сердечного ритма как фактор риска сердечно-сосудистой патологии // Проблемы здоровья и экологии. 2020. № 1 (63). С. 71–76. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42703771>

17. Effects of medical training scenarios on heart rate variability and motivation in students and simulated patients / N. Rieber, L. Betz, P. Enck et al. // Med. Educ. 2009. Vol. 43 (6). P. 553–536. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2009.03374.x

18. Silvestrini N., Gendolla G.H.E. Affect and cognitive control: Insights from research on effort mobilization // Int. J. Psychophysiol. 2019. Vol. 143. P. 116–125. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2019.07.003

19. Spangler D.P., Friedman B.H. Effortful control and resiliency exhibit different patterns of cardiac autonomic control // Int. J. Psychophysiol. 2015. Vol. 96 (2). P. 95–103. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2015.03.002

20. Наливайченко А.А., Байгужина А.П. Реактивность организма студентов при выполнении сердечно-легочной реанимации в условиях симуляционной модели // Молодой ученый. 2020. № 51 (341). С. 410–415. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44438682>

21. Cardiovascular correlates of emotional state, cognitive workload and time-on-task effect during a realistic flight simulation / A.R. Hidalgo-Muñoz, D. Mouratille, N. Matton et al. // Int. J. Psychophysiol. 2018. Vol. 128. P. 62–69. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2018.04.002

22. Heart rate variability can clarify students level of stress during nursing simulation / N. Nakayama, N. Arakawa, H. Ejiri et al. // PLoS One. 2018. Vol. 13 (4). e0195280. DOI: 10.1371/journal.pone.0195280

23. Конарева И.Н. Кардиоинтерваллографические корреляты мотивационных свойств личности // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: Биология, химия.

2011. Т. 24, № 4. С. 119–129. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25383288>

24. Сара R.L., Audiffren M. How does achievement motivation influence mental effort mobilization? Physiological evidence of deteriorative effects of negative affects on the level of engagement // *Int. J. Psychophysiol.* 2009. Vol. 74 (3). P. 236–242. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2009.09.007

25. Максимов О.Л., Квасов А.П. Взаимосвязь показателей кардиоинтервалографии с показателями школьной тревожности и субъективного восприятия урока и учителя учащимися образовательных школ // *Профилактическая и клиническая медицина.* 2015. № 1 (54). С. 99–103. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24246640>

26. Николаев А.Б., Джебраилова Т.Д. Взаимосвязь между тревожностью и вариабельностью сердечного ритма при коррекции психоэмоционального напряжения // *Россий-*

ский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2018. Т. 104, № 8. С. 984–995. DOI: 10.7868/S0869813918070092

27. Jerath R., Beveridge C. Respiratory rhythm, autonomic modulation, and the spectrum of emotions: the future of emotion recognition and modulation // *Front Psychol.* 2020. Vol. 11. P. 1980. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.01980

28. Mental engagement during cognitive and psychomotor tasks: Effects of task type, processing demands, and practice / D.M. Pendleton, M.L. Sakalik, M.L. Moore, Tomporowski P.D. // *Int J Psychophysiol.* 2016. Vol. 109. P. 124–131. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2016.08.012

29. Neural and psychophysiological correlates of human performance under stress and high mental workload / K. Mandrick, V. Peysakhovich, F. Rémy et al. // *Biol Psychol.* 2016. Vol. 121 (Pt A). P. 62–73. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2016.10.002

Байгузин Павел Азифович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Научно-исследовательский центр спортивной науки, Институт спорта, туризма и сервиса, Южно-Уральский государственный университет (Россия, 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76), baiguzhinpa@susu.ru, ORCID: 0000-0002-5092-0943.

Наумова Ксения Андреевна, младший научный сотрудник, Научно-исследовательский центр спортивной науки, Институт спорта, туризма и сервиса, Южно-Уральский государственный университет (Россия, 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76), naumova.ksenia94@mail.ru, ORCID: 0000-0002-1729-395X.

Поступила в редакцию 12 февраля 2021 г.; принята 10 апреля 2021 г.

DOI: 10.14529/jpps210210

REACTIVITY OF THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM IN PERSONS WITH DIFFERENT LEVELS OF MOTIVATION FOR EXERCISE

P.A. Baiguzhin, baiguzhinpa@susu.ru, ORCID: 0000-0002-5092-0943

K.A. Naumova, naumova.ksenia94@mail.ru, ORCID: 0000-0002-1729-395X

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation (76, Lenin prospekt, Chelyabinsk, Russian Federation, 454080)

Aim. The paper aims to reveal the features of heart rate variability under exercise in persons with different levels of initial motivation. **Materials and methods.** Spectral analysis of heart rate variability was performed in 35 female students before and after exercise and during recovery. All female students were divided into groups depending on their levels of motivation for exercise. Statistical significance of data was calculated by means of Wilcoxon and Mann Whitney tests. The χ^2 test was used for establishing the difference in the distributions of relative values. Mathematical and statistical data processing was carried out using the SPSS v. 17.0.

Results. Background values of heart rate variability in female students are characterized by different levels of motivation for exercise. It was established that female students with an average level of motivation at all stages of the experiment (before and after exercise, during recovery) preserved a relatively high activity of the sympathetic system. **Conclusion.** The features of the response of the autonomic nervous system in persons with an average level of motivation were associated with the mobilization of body resources required for effective performance; in persons with a high level of motivation, functional fitness for exercise was found. The prospect of studying the relationship between cognitive control and self-regulation was determined based on the analysis of the mechanisms of autonomic regulation under exercise.

Keywords: heart rate variability, spectral analysis, motivation, interest, simulation, functional exercise.

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

Acknowledgment. The authors thank A. Nalyvaichenko and I. Krestovskikh, students of the South Ural State Humanitarian Pedagogical University, for their help in the practical part of this study.

References

1. Prokopenko N.A. Individual specificities and heart rhythm variability under emotional influence in women of various age. *Uspekhi gerontologii = Adv Gerontol.* 2011; 24 (3): 498–504. (in Russ.) <https://elibrary.ru/item.asp?id=16824411>
2. Pankova N.B., Karganov M.Yu., Nadorov S.A. Analysis of heart rate variability and arterial blood pressure in different functional tests in men and women. *Fiziologiya cheloveka = Human Physiology.* 2008; 34 (4): 64–72. (in Russ.) <https://elibrary.ru/item.asp?id=11032418>
3. Karpenko Yu.D. Research of heartbeat variability and defferent environment characteristics dependence. *Fundamentalnye issledovaniya = Fundamental research.* 2011; 10-3: 619–623. (in Russ.) <https://elibrary.ru/item.asp?id=17001215>
4. Gorelov A.A., Rumba O.G., Sysoev A.V., Yakhontov E.R. Testing methods and control tests in scientific research in the field of physical culture and sports. *Novoe v psikhologo-pedagogicheskikh issledovaniyakh = Innovation in psychological and pedagogical studies.* 2020; 2 (58): 14–26. (in Russ.) <https://elibrary.ru/item.asp?id=44673255>
5. Grigoriev A.I., Noskov V.B. Functional load tests in the assessment of the state of the kidneys and water-electrolyte metabolism. *Fiziologiya cheloveka = Human Physiology.* 2013; 39 (2): 10. (in Russ.) DOI: 10.7868/S0131164613020069
6. Geregey A.M., Kovalev A.S., Vetryakov O.V., Malahova I.S., Mavrenkov E.M. Modern methods of the functional state assessing of the body and the physical performance of a serviceman in solving scientific research problems of biomedical direction. *Vestnik Rossiiskoi Voenno-meditsinskoi akademii = Bulletin of the Russian Military Medical Academy.* 2018; 2 (62): 202–208. (in Russ.) <https://elibrary.ru/item.asp?id=35185377>
7. Samoylov A.S., Razinkin S.M., Petrova V.V., Fomkin P.A., Vykhodets I.T. Methodology assessment for technologies applied in sports medicine. *Meditsina ekstremalnykh situatsii = Extreme Medicine.* 2015; 4 (54): 45–55. (in Russ.) <https://elibrary.ru/item.asp?id=25001492>
8. Kataev A.A., Bakhchin A.V., Polevaya S.A., Fedotchev A.I. Connection between subjective and objective estimates of human functional state (approbation of rapid test for measurement of stress level). *Vestnik psikhofiziologii = Psychophysiology news.* 2017; 2: 62–67. (in Russ.) <https://elibrary.ru/item.asp?id=29842609>
9. Fuller K.A., Karunaratne N.S., Naidu S., Exintaris B., Short J.L., Wolcott M.D., Singleton S., White P.J. Development of a self-report instrument for measuring in-class student engagement reveals that pretending to engage is a significant unrecognized problem. *PLoS One.* 2018; 13 (10): e0205828. DOI: 10.1371/journal.pone.0205828
10. Herlambang M.B., Taatgen N.A., Cnossen F. The Role of Motivation as a Factor in Mental Fatigue. *Hum Factors.* 2019; 61 (7): 1171–1185. DOI: 10.1177/0018720819828569

11. Musaev N.M. The concept of interest, its types and the ratio of public and private interest. *Vestnik nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Seriya: Pravo = Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod. Series: Law.* 2000; 1: 137–142. (in Russ.) <https://elibrary.ru/item.asp?id=9117745>
12. Darnell D.K., Krieg P.A. Student engagement, assessed using heart rate, shows no reset following active learning sessions in lectures. *PLoS One.* 2019; 14 (12): e0225709. DOI: 10.1371/journal.pone.0225709
13. May R.W., Sanchez-Gonzalez M.A., Seibert G.S., Samaan J.S., Fincham F.D. Impact of a motivated performance task on autonomic and hemodynamic cardiovascular reactivity. *Stress.* 2016; 19 (3): 280–286. DOI: 10.1080/10253890.2016.1191467
14. Dzhebrailova T.D., Korobeynikova I.I., Rudneva L.P. Motivation effect on EEG spectral power and heart rate parameters in students during examination stress. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova = Russian Journal of Physiology.* 2014; 100 (9): 1076–1087. (in Russ.) <https://elibrary.ru/item.asp?id=22018792>
15. Baevsky R.M. Problem of the estimation and forecasting of the organisms functional state and its development in space medicine. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk.* 2006; 37 (3): 42–57. (in Russ.) <https://elibrary.ru/item.asp?id=17327792>
16. Lapanov P.S. The effect of emotional responses on heart rate variability as a risk factor for cardiovascular disease. *Problemy zdorovâ i èkologii = Health and Ecology Issues.* 2020; 1 (63): 71–76. (in Russ.) <https://elibrary.ru/item.asp?id=42703771>
17. Rieber N., Betz L., Enck P., Muth E., Nikendei C., Schrauth M., Werner A., Kowalski A., Zipfel S. Effects of medical training scenarios on heart rate variability and motivation in students and simulated patients. *Med. Educ.* 2009; 43 (6): 553–536. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2009.03374.x
18. Silvestrini N., Gendolla G.H.E. Affect and cognitive control: Insights from research on effort mobilization. *Int. J. Psychophysiol.* 2019; 143: P. 116–125. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2019.07.003
19. Spangler D.P., Friedman B.H. Effortful control and resiliency exhibit different patterns of cardiac autonomic control. *Int. J. Psychophysiol.* 2015; 96 (2): 95–103. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2015.03.002
20. Nalyvaichenko A.A., Baiguzhina A.P. Reactivity of the body of students when performing cardiopulmonary resuscitation in a simulation model. *Molodoi uchenyi = Young scientist.* 2020; 51 (341): 410–415. (in Russ.) <https://elibrary.ru/item.asp?id=44438682>
21. Hidalgo-Muñoz A.R., Mouratille D., Matton N., Causse M., Rouillard Y., El-Yagoubi R. Cardiovascular correlates of emotional state, cognitive workload and time-on-task effect during a realistic flight simulation. *Int. J. Psychophysiol.* 2018; 128: 62–69. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2018.04.002
22. Nakayama N., Arakawa N., Ejiri H., Matsuda R., Makino T. Heart rate variability can clarify students level of stress during nursing simulation. *PLoS One.* 2018; 13 (4): e0195280. DOI: 10.1371/journal.pone.0195280
23. Konareva I.N. Cardiointervalographic correlates of motivational properties of the personality. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Seriya: Biologiya, khimiya = Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. Series: Biology, chemistry.* 2011; 24 (4): 119–129 (in Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=25383288>
24. Capa R.L., Audiffren M. How does achievement motivation influence mental effort mobilization? Physiological evidence of deteriorative effects of negative affects on the level of engagement. *Int. J. Psychophysiol.* 2009; 74 (3): 236–242. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2009.09.007
25. Maksimov O.L., Kvasov A.R. Interrelation of cardiointervalometry parameters with the parameters of school anxiety and subjective perception of a lesson and a teacher by pupils of secondary schools. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina = Preventive and clinical medicine.* 2015; 1 (54): 99–103. (in Russ.) <https://elibrary.ru/item.asp?id=24246640>
26. Nikolaev A.B., Dzhebrailova T.D. Relationships between anxiety and heart rate variability during correction of psychoemotional stress. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova = Russian Journal of Physiology.* 2018; 104 (8): 984–995. (in Russ.) DOI: 10.7868/S0869813918070092
27. Jerath R., Beveridge C. Respiratory rhythm, autonomic modulation, and the spectrum of emotions: the future of emotion recognition and modulation. *Front Psychol.* 2020; 11: 1980. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.01980

28. Pendleton D.M., Sakalik M.L., Moore M.L., Tomporowski P.D. Mental engagement during cognitive and psychomotor tasks: Effects of task type, processing demands, and practice. *Int J Psychophysiol.* 2016; 109: 124–131. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2016.08.012

29. Mandrick K., Peysakhovich V., Rémy F., Lepron E., Causse M. Neural and psychophysiological correlates of human performance under stress and high mental workload. *Biol Psychol.* 2016; 121 (Pt A): 62–73. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2016.10.002.

Received 12 February 2021; accepted 10 April 2021

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Байгужин, П.А. Реактивность автономной нервной системы у лиц с различной мотивацией к выполнению функциональной нагрузки / П.А. Байгужин, К.А. Наумова // Психология. Психофизиология. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 96–107. DOI: 10.14529/jpps210210

FOR CITATION

Baiguzhin P.A., Naumova K.A. Reactivity of the Autonomic Nervous System in Persons with Different Levels of Motivation for Exercise. *Psychology. Psychophysiology.* 2021, vol. 14, no. 2, pp. 96–107. (in Russ.). DOI: 10.14529/jpps210210
