

Взаимосвязь показателей variability сердечного ритма с психофизиологическими характеристиками подростков

Н.В. Немолочная^{1✉}, Л.А. Варич¹, Е.В. Мурышкина², Л.А. Саваль²

¹ Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

² Губернаторский многопрофильный лицей-интернат, г. Кемерово, Россия

✉ nina-nem@mail.ru

Аннотация

Обоснование. Формирование психофизиологических характеристик индивидуума, проявляющихся в силе, скорости и устойчивости реакций, в темпе и ритме психических процессов, в значительной мере определяется генотипически во взаимодействии с окружающей средой. Влияние экзогенных факторов может оказывать корректирующий эффект. **Цель:** выявить особенности взаимосвязи показателей variability сердечного ритма с психофизиологическими характеристиками подростков, обучающихся в образовательном учреждении интернатного типа. **Материалы и методы.** Проведена комплексная психофизиологическая диагностика 256 обучающихся в возрасте 14–16 лет, включающая оценку показателей variability сердечного ритма, нейродинамических и психодинамических характеристик. С помощью пакета прикладных программ Statistica v. 10.0 проведен корреляционный анализ исследуемых показателей. **Результаты.** Показано, что в зависимости от возраста и пола подростки демонстрируют отличительные особенности в формировании взаимосвязей между показателями variability сердечного ритма и психофизиологическими характеристиками: у мальчиков-подростков преобладание парасимпатической регуляции вегетативной нервной системы положительно влияет на работоспособность головного мозга и память, но сопровождается снижением уровня функциональной подвижности нервных процессов; преобладание симпатических влияний на сердечный ритм у девочек-подростков выражается в увеличении функциональной подвижности нервных процессов и показателей кратковременной памяти. **Заключение.** В пубертатный период онтогенеза функциональная система адаптации подростков обоего пола отличается увеличением количества связей между показателями вегетативной регуляции, нейродинамическими и когнитивными характеристиками, указывающим на напряжение на внутрисистемном уровне.

Ключевые слова: подростки, показатели variability сердечного ритма, тип вегетативной регуляции, нейродинамические и психодинамические характеристики, адаптация, лицей-интернат

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Взаимосвязь показателей variability сердечного ритма с психофизиологическими характеристиками подростков / Н.В. Немолочная, Л.А. Варич, Е.В. Мурышкина, Л.А. Саваль // Психология. Психофизиология. 2023. Т. 16, № 1. С. 117–125. DOI: 10.14529/jpps230112

Original article
DOI: 10.14529/jpps230112

Study of the correlation between heart rate variability and the psychophysiological characteristics of adolescents

N.V. Nemolochnaya^{1✉}, L.A. Varich¹, E.V. Muryshkina², L.A. Saval²

¹ Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

² Governor's Multidisciplinary Boarding School, Kemerovo, Russia

✉ nina-nem@mail.ru

Abstract

Introduction. The psychophysiological characteristics of a person, including the strength, speed, and stability of response, as well as the rate and frequency of mental processes, are mostly determined genotypically in their association with external factors, which can provide corrective effects. **Aim.** The paper aims

at identifying correlations between HRV parameters and psychophysiological characteristics in adolescents from a boarding school. **Materials and methods.** A comprehensive psychophysiological diagnostics involved 256 students from 14 to 16 years of age and consisted of the assessment of HRV parameters as well as neurodynamic and psychodynamic characteristics. The data obtained was processed with the Statistica v.10.0 software. **Results.** The data obtained shows age- and sex-dependent features of correlations between HRV parameters and psychophysiological characteristics in adolescents. In male students, a predominance of the parasympathetic nervous system contributes to cerebral performance but is accompanied by a decrease in the functional mobility of nervous processes. In female students, a predominance of the sympathetic nervous system contributes to the functional mobility of nervous processes and short-term memory. **Conclusion.** During puberty, the functional system of adaptation in adolescents is characterized by an increased number of correlations between autonomic parameters and neurodynamic and cognitive characteristics, indicating intra-system stress.

Keywords: adolescents, heart rate variability, autonomic regulation, neurodynamic and psychodynamic characteristics, adaptation, boarding school

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Nemolochnaya N.V., Varich L.A., Muryshkina E.V., Saval L.A. Study of the correlation between heart rate variability and the psychophysiological characteristics of adolescents. *Psikhofiziologiya = Psychology. Psychophysiology.* 2023;16(1):117–125. (in Russ.) DOI: 10.14529/jpps230112

Введение

Общеизвестно, что формирование психофизиологических характеристик индивидуума, проявляющихся в силе, скорости и устойчивости реакций, в темпе и ритме психических процессов, в значительной мере определяется генотипически, взаимодействием с окружающей средой, влияние которой может оказывать корректирующий эффект [1, 2].

В этой связи подростковый возраст представляет особый интерес, так как развивающийся организм отличается от взрослого целым рядом функциональных и адаптационных возможностей, которые могут быть связаны с различными гормональными перестройками, возникающими с наступлением подросткового периода, и с незрелостью нейрогуморальной регуляции процессов адаптации [3, 4]. Несмотря на то, что по данному вопросу было проведено множество исследований, до сих пор причины и механизмы, определяющие специфику физиологических и психологических перестроек данного этапа взросления, недостаточно определены.

Обзор литературы

Адаптация к любому процессу, в том числе к обучению, сопровождается изменениями в функционировании организма. Процессы адаптации определяются индивидуальными особенностями организма, к числу которых относятся свойства нервной системы и активность регуляторных механизмов вегетативных функций.

Основными свойствами нервной системы принято считать силу, стабильность и подвижность-инертность нервных процессов [7]. Силой нервных процессов называют работоспособность нервных клеток или способность выдерживать длительное напряжение, не переходя в состояние охранительного торможения. Уравновешенность нервных процессов – это соотношение между силой процессов возбуждения и торможения, их сбалансированность или преобладание одного процесса над другим. Подвижностью нервных процессов является скорость смены процессов возбуждения торможением и наоборот [8, 9].

Регуляция работы внутренних органов и систем органов происходит с помощью вегетативной нервной системы. По современным представлениям вегетативная нервная система – это комплекс центральных и периферических клеточных структур, регулирующих необходимый для адекватной реакции всех систем функциональный уровень организма [10, 11]. Высший уровень вегетативной нервной системы представлен гипоталамусом, в котором находятся ядра как симпатического, так и парасимпатического отделов. Гипоталамус является интегративным центром регуляции функционирования организма, реагирующим на изменения условий необходимыми изменениями параметров жизнедеятельности [12, 13].

Сердце обладает автономной внутрисердечной нервной регуляцией, которая обеспечивает его автоматизм. Эта собственная система регуляции представлена метасимпатиче-

ской нервной системой, расположенной в интрамуральных ганглиях сердца. Однако, несмотря на имеющийся автоматизм, работа сердца регулируется также центральной нервной системой, а волокна собственных метасимпатических нейронов непосредственно связаны с нейронами симпатической и парасимпатической нервной системы [14, 15]. Сердечный ритм отражает соотношение тонуса парасимпатической и симпатической вегетативной нервной системы, способен изменяться под воздействием среды [16].

По преобладающему типу вегетативных регуляций общепринято деление на: эйтонический, симпатотонический и ваготонический типы. Для эйтонического типа характерно состояние равновесия симпатической и парасимпатической частей вегетативной нервной системы [17]. Симпатотонический тип отличается преобладанием симпатической вегетативной нервной системы. Ваготоническому типу присуще выраженное вагусное влияние на сердечный ритм [18, 19].

Н.И. Шлык и другими авторами показано, что преобладание определенного типа регуляции может изменяться в зависимости от возраста, пола, физической активности, объема стресса. Изменение типа вегетативной регуляции с возрастом основано на процессах саморегуляции и самосохранения [18, 20].

Такая сложная система регуляции сердечной деятельности обеспечивает ее надежность и функциональное совершенство, способность адаптироваться под условия окружающей среды без срывов физиологических механизмов. В результате нарушения сердечного ритма могут свидетельствовать об изменениях, произошедших в каком-либо звене регуляторной системы [18, 21].

Подростковый возраст, в этой связи, являясь одним из самых сложных периодов онтогенеза, представляет особый интерес, так как именно в этом возрастном промежутке происходит ряд существенных физиологических и анатомических преобразований организма. Подростки претерпевают многочисленные изменения в себе и своей социальной среде на фоне биологического созревания, когнитивного развития, развития сексуальности и изменений в социальных отношениях [2, 22].

Цель настоящего исследования заключалась в изучении взаимосвязи показателей вариабельности сердечного ритма с нейродинамическими и когнитивными характеристика-

ми подростков, обучающихся в лицей-интернате.

Материалы и методы

В исследовании участвовали 256 подростков в возрасте 14–16 лет, обучающиеся в ГБНОУ «Губернаторский многопрофильный лицей-интернат» г. Кемерово.

Согласно методике, разработанной Р.А. Галеевым, лежащей в основе автоматизированной кардиоритмологической программы ORTO-Expert, проводилась «оценка показателей вариабельности сердечного ритма (BCP) в покое: частота пульса (ЧСС, уд./мин); мода (M_0 , с) – наиболее часто встречающиеся значения кардиоинтервалов R-R; амплитуда моды (AM_0 , %) – выраженное в процентах число значений интервалов, соответствующих моде; вариационный размах (ΔX , с) – разность между величиной наибольшего и наименьшего кардиоинтервалов; среднее квадратическое отклонение ($SDNN$, мс) – характеризует вагусную регуляцию; среднеквадратичное различие между длительностью соседних R-R интервалов ($RMSSD$, мс) – мера BCP с малой продолжительностью циклов; индекс напряжения регуляторных систем (ИН, усл. ед.)» [18, 23].

Для исследования нейродинамических показателей подростков были использованы методики, которые легли в основу создания В.И. Ивановым автоматизированного психофизиологического комплекса PFK, позволяющие оценить скорость простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР, мс), функциональную подвижность нервных процессов (УФП НП, с), работоспособность головного мозга (РГМ, кол-во сигналов), уравновешенность нервных процессов по реакции на движущийся объект (РДО). Проводилось изучение объема внимания и кратковременной памяти на числа и слова [5].

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета прикладных программ Statistica. Вычислялись коэффициенты корреляции [24].

Результаты и обсуждение

Для выявления особенностей психофизиологического статуса подростков, обучающихся в лицей-интернате, был проведен корреляционный анализ между показателями вариабельности сердечного ритма, нейродинамическими и когнитивными характеристика-

ми, который показал, что у мальчиков-подростков в 14 лет наблюдаются прямые зависимости между показателями Мо, ΔХ и РГМ и показателями ИН, ЧСС и УФП НП (см. таблицу), свидетельствующие о том, что подростки мужского пола с преобладанием парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в регуляции сердечного ритма характеризуются высокими показателями силы и функциональной подвижности нервных процессов. Это соотносится со средними значениями данных показателей. Так, например, показатель работоспособности головного мозга у мальчиков-«ваготоников» выше ($587,5 \pm 15,7$ сигнала), чем у «симпатотоников» ($502,2 \pm 20,7$ сигнала).

Положительная зависимость у девочек-подростков в 14 лет наблюдается между показателями АМо, ИН и кратковременной зрительной памятью на слова (см. таблицу). Индекс напряжения характеризует степень централизации управления ритмом сердца и увеличивается с усилением тонуса симпатической нервной системы. Данный результат свидетельствует об улучшении зрительной памяти при усилении симпатической активности в регуляции сердечного ритма. При рассмотрении средних значений показателей словесной памяти видно, что у девочек-«симпатотоников» память на слова лучше ($7,5 \pm 0,3$ балла), чем у «ваготоников» ($6,8 \pm 0,37$ балла) и «эйтоников» ($7,06 \pm 0,37$ балла).

В 15 лет у подростков мужского пола наблюдаются отрицательные зависимости меж-

ду показателями SDNN, VLF и РГМ, показателями АМо и УФП НП, показателями АМо, ИН, ЧСС и СЗМР, показателями ΔХ, LF и ПЗМР (см. таблицу). Исходя из этого, можно сказать, что у мальчиков под влиянием симпатического отдела ВНС улучшаются такие показатели, как работоспособность головного мозга, скорость реагирования нервной системы на раздражители и функциональная подвижность нервных процессов. Как известно, мальчики менее устойчивы к стрессу, под которым можно рассматривать учебные нагрузки в период подготовки к сдаче основного государственного экзамена, поэтому в предэкзаменационный период у них наблюдается подавление парасимпатических влияний на деятельность сердечно-сосудистой системы и смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатической активности [20, 25].

У девочек-подростков в 15 лет отмечают отрицательные зависимости между показателями ΔХ, Мо, RMSSD и ПЗМР и показателями АМо, ЧСС и СЗМР (см. таблицу), что указывает на повышение скорости дифференцированного реагирования при смещении вегетативного баланса в сторону парасимпатической активности.

У 16-летних мальчиков наблюдаются положительные взаимосвязи показателей Мо, SDNN, ΔХ, RMSSD и РГМ, и показателей Мо, SDNN, ΔХ и кратковременной зрительной памятью (на слова). Данные показатели иллюстрируют влияние парасимпатического отдела ВНС у представителей мужского пола

Таблица
Table

Корреляционный анализ показателей ВСР и психофизиологических характеристик подростков с учетом возраста и пола
Correlation analysis of heart rate variability and psychophysiological characteristics of adolescents with regard to age and sex

Показатель Parameter	Пол Sex	ПЗМР / LPSVMR	СЗМР / LPCVMR	УФП НП / NP FM	РГМ / BW	Память на слова / Memory for words
14 лет / 14 years						
Мо в покое / Mo at rest	м / m д / f			-0,89	0,95	
АМо в покое / AMo at rest	м / m д / f					0,78
ΔХ в покое / ΔX at rest	м / m д / f				0,88	-0,76
SDNN в покое / SDNN at rest	м / m д / f					-0,77
ИН в покое / SI at rest	м / m д / f			0,9		0,68
ЧСС в покое / HR at rest	м / m д / f			0,96	-0,89	

Окончание таблицы
Table (end)

Показатель Parameter	Пол Sex	ПЗМР / LPSVMR	СЗМР / LPCVMR	УФП НП / NP FM	РГМ / BW	Память на слова / Memory for words
15 лет / 15 years						
Мо в покое / Mo at rest	м / m		0,86			
	д / f	-0,78				
АМо в покое / AMo at rest	м / m		-0,83	-0,81	0,76	
	д / f		-0,68			
ΔX в покое / ΔX at rest	м / m	0,81				
	д / f	-0,72				
SDNN в покое / SDNN at rest	м / m				-0,76	
	д / f		0,79			
RMSSD в покое / RMSSD at rest	м / m					
	д / f	-0,72	0,71			
ИИ в покое / SI at rest	м / m		-0,97			
	д / f					
ЧСС в покое / HR at rest	м / m		-0,84			
	д / f	0,73	-0,71			
VLF	м / m			0,91	-0,79	
	д / f					
LF	м / m	0,76				
	д / f					
HF	м / m	0,76				
	д / f					
16 лет / 16 years						
Мо в покое / Mo at rest	м / m				0,41	0,48
	д / f	-0,43				
АМо в покое / AMo at rest	м / m					-0,71
	д / f					
ΔX в покое / ΔX at rest	м / m				0,61	0,5
	д / f	0,37				
SDNN в покое / SDNN at rest	м / m				0,64	0,55
	д / f					
RMSSD в покое / RMSSD at rest	м / m					
	д / f	-0,38				
RMSSD в покое / RMSSD at rest	м / m				0,51	
	д / f				-0,38	
ЧСС в покое / HR at rest	м / m					-0,52
	д / f	0,48				

Примечания: м – мальчики, д – девочки; указаны связи только со статистически значимым коэффициентом корреляции (r) $p < 0,05$.

Comments: m – males, e – females; relationships only with a statistically significant correlation coefficient (r) $p < 0.05$.

с высокими показателями силы нервной системы и зрительной памяти (см. таблицу).

В 16 лет у представительниц женского пола прослеживается отрицательная связь между показателями Мо, RMSSD и ПЗМР (см. таблицу). Это свидетельствует о том, что скорость реагирования нервной системы

на раздражители ниже при доминировании симпатического отдела ВНС, а при преобладании парасимпатической регуляции становится выше. Данные согласуются со средними значениями показателя ПЗМР у «ваготоников» ($282,0 \pm 6,9$ мс) и «симпатотоников» ($321,8 \pm 23,2$ мс).

Заключение

Изучение взаимосвязи между показателями вариабельности сердечного ритма и психофизиологическими характеристиками подростков лицей-интерната позволило выявить отличительные особенности, обусловленные полом и возрастом:

– у мальчиков-подростков преобладание парасимпатической вегетативной нервной системы положительно влияет на работоспособность головного мозга и память, но сопровождается снижением уровня

функциональной подвижности нервных процессов;

– у девочек-подростков усиление симпатических влияний на сердечный ритм выражается в увеличении функциональной подвижности нервных процессов и показателей кратковременной памяти;

– увеличение количества связей между изучаемыми показателями подростков обоего пола в 15 лет может свидетельствовать о напряжении в функциональной системе адаптации, вызванном предстоящей сдачей ОГЭ.

Список источников

1. Возрастно-половые и типологические особенности вегетативного, гормонального и иммунного статуса старших подростков / Л.А. Варич, Э.М. Казин, Н.В. Немолочная [и др.] // Физиология человека. 2020. Т. 46. № 5. С. 60–70. DOI: <http://doi.org/10.31857/S013116462004013X>.
2. Brown M.L. Integrative Approaches to Stress, Anxiety, and Resilience // *Pediatric Annals*. 2019. Vol. 48(6). Art. ID e226-e230. DOI: <http://doi.org/10.3928/19382359-20190515-05>.
3. Ермакова И.В., Адамовская О.Н., Сельверова Н.Б. Особенности физического развития, гормонального статуса, вегетативной нервной регуляции сердечного ритма и психоэмоционального состояния подростков на IV-V стадии пубертата // *Новые исследования*. 2017. № 1(50). С. 32–41.
4. School-based interventions to prevent anxiety and depression in children and young people: a systematic review and network meta-analysis / D.M. Caldwell, S.R. Davies, S.E. Hetrick [et al.] // *Lancet Psychiatry*. 2019. Vol. 6(12). P. 1011–1020. DOI: [http://doi.org/10.1016/S2215-0366\(19\)30403-1](http://doi.org/10.1016/S2215-0366(19)30403-1).
5. Оценка психофизиологического потенциала в процессе адаптации к учебной деятельности / Н.А. Литвинова, В.И. Иванов, М.Г. Березина, В.В. Глебов // *Психология. Психофизиология*. 2021. Т. 14. № 2. С. 108–122. DOI: <http://doi.org/10.14529/jpps210211>.
6. Cabral M.D., Patel D.R. Risk factors and prevention strategies for anxiety disorders in childhood and adolescence // *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2020. Vol. 1191. P. 543–559. DOI: http://doi.org/10.1007/978-981-32-9705-0_27.
7. Assis S.G., Avanci J.Q., Serpeloni F. Adolescence in public health – revisiting 25 years of publications // *Ciência and saúde coletiva*. 2020. Vol. 25 (12). P. 4831–4842. DOI: <http://doi.org/10.1590/1413-812320202512.18322020>.
8. Связь вегетативного тонуса девушек и юношей с их психологическим профилем личности / М.П. Морозова, А.М. Евсеев, А.В. Прохорова и др. // *Физиология человека*. 2020. Т. 46, № 5. С. 15–26. DOI: <http://doi.org/10.31857/S0131164620050100>.
9. Варич Л.А., Немолочная Н.В. Особенности психофизиологической адаптации подростков, обучающихся в условиях образовательного учреждения интернатного типа, с учетом типа вегетативной регуляции // *Журнал эволюционной биохимии и физиологии*. 2020. Т. 56, № 7. С. 548. DOI: <http://doi.org/10.31857/S0044452920071183>.
10. Шевелева А.М. Возрастные и половые особенности вариабельности сердечного ритма у здоровых подростков // *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2019. № 1(69). С. 125–127. DOI: [http://doi.org/10.19163/1994-9480-2019-1\(69\)-125-127](http://doi.org/10.19163/1994-9480-2019-1(69)-125-127).
11. Editorial: Heart Rate Variability and Other Autonomic Markers in Children and Adolescents / G.E. Billman, J. Sacha, B. Werner [et al.] // *Frontiers in Physiology*. 2019. Vol. 10. Art ID 1265. DOI: <http://doi.org/10.3389/fphys.2019.01265>.
12. Типологическая вариабельность психофизиологических особенностей младших школьников как прогностическая основа для формирования успешности в спортивной и оздоровительной деятельности / В.В. Колпаков, Е.А. Томилова, Н.Ю. Стрижак [и др.] // *Человек. Спорт. Медицина*. 2019. Vol. 19(S2). P. 7–17. DOI: <http://doi.org/10.14529/hsm19s201>.

13. Kircanski K., Williams L.M., Gotlib I.H. Heart rate variability as a biomarker of anxious depression response to antidepressant medication // *Depression and Anxiety*. 2019. Vol. 36(1). P. 63–71. DOI: <http://doi.org/10.1002/da.22843>.
14. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2001. № 3. С. 106–127.
15. Zhu J., Ji L., Liu C. Heart rate variability monitoring for emotion and disorders of emotion // *Physiological Measurement*. 2019. Vol. 40 (6). Art. ID 064004. DOI: <http://doi.org/10.1088/1361-6579/ab1887>.
16. Negative cognitive emotion regulation as a predictor of adolescent heart rate variability and entropy under social stress / A. Fiol-Veny, M. Balle, A. De la Torre-Luque [et al.] // *Anxiety, Stress and Coping*. 2019. Vol. 32. № 6. P. 641–653. DOI: <http://doi.org/10.1080/10615806.2019.1641199>
17. Adolescents' brain-autonomic coupling during emotion processing / D.G. Weissman, A.E. Guyer, E. Ferrer et al. // *Neuroimage*. 2018. Vol. 183. P. 818–827. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.08.069>
18. Шлык Н.И. Управление тренировочным процессом спортсменов с учетом индивидуальных характеристик вариабельности ритма сердца // *Физиология человека*. 2016. Т. 42, № 6. С. 81–91. DOI <http://doi.org/10.7868/S0131164616060187>
19. Age-Based prediction of maximal heart rate in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis / Z.S. Cicone, C.J. Holmes, M.V. Fedewa [et al.] // *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2019. Vol. 90(3). P. 417–428. DOI: <http://doi.org/10.1080/02701367.2019.1615605>.
20. Бобков Г.С., Зверева М.В., Бобкова С.Н. Особенности регуляции сердечной деятельности у мальчиков-подростков в условиях дистанционного обучения // *Современные вопросы биомедицины*. 2021. Т. 5, № 4 (17). DOI: http://doi.org/10.51871/2588-0500_2021_05_04_14.
21. Лоскутова А.Н. Показатели вариабельности сердечного ритма и вегетативной реактивности у подростков-европеоидов, уроженцев Северо-Востока России // *Здоровье населения и среда обитания*. 2018. № 9. С. 28–32. DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-306-9-28-32>
22. Стресс у детей и подростков – проблема сегодняшнего дня / И.Н. Захарова, И.Б. Ершова, Т.М. Творогова, Ю.Г. Глушко // *Медицинский совет*. 2021. № 1. С. 237–246. DOI: <http://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-1-237-246>.
23. Галеев А. Р., Игишева Л. Н., Казин Э. М. Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6-16 лет // *Вестник Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина. Серия «Медицина»*. 2002. № 3 (545). С. 35-40.
24. Kashdan E., Duncan D., Parnell A., Schattler H. Mathematical methods in systems biology // *Mathematical Biosciences and Engineering*. 2016. Vol. 13(6). DOI: <http://doi.org/10.3934/mbe.201606i>
25. Железовская Г.И., Недогреева Н.Г., Львицына А.А. Педагогические условия создания информационно-образовательной среды учебного заведения // *Азимут научных исследований: педагогика и психология*. 2018. № 2 (23). С. 93–96.

Поступила 03.12.2022; одобрена после рецензирования 20.01.2023; принята к публикации 25.01.2023.

Информация об авторах:

Немолочная Нина Владимировна, ассистент, Кемеровский государственный университет (Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Красная, д. 6); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2843-4233>; e-mail: nina-nem@mail.ru

Варич Лидия Александровна, кандидат биологических наук, доцент, Кемеровский государственный университет (Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Красная, д. 6); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0855-6671>; e-mail: varich2002@mail.ru

Мурышкина Елена Вадимовна, директор, Губернаторский многопрофильный лицей-интернат (Россия, 650036, г. Кемерово, ул. Терешковой, д. 37а); e-mail: kemerovogmli@yandex.ru

Саваль Лилия Александровна, учитель биологии, Губернаторский многопрофильный лицей-интернат (Россия, 650036, г. Кемерово, ул. Терешковой, д. 37а); e-mail: kemerovogmli@yandex.ru

Заявленный вклад авторов:

Немолочная Н.В. – сбор материалов по отечественным и зарубежным практикам, подготовка первоначального варианта статьи, написание текста, анализ данных, визуализация/представление данных в тексте, обработка данных.

Варич Л.А. – научное руководство, доработка начального варианта статьи, постановка исследовательской задачи, интерпретация данных исследования, формулировка выводов, подготовка окончательной редакции текста.

Мурышкина Е.В. – сбор данных, ввод данных.

Саваль Л.А. – сбор данных, ввод данных.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Varich L.A., Kazin E.M., Nemolochnaya N.V. et al. Age-Sex and Typological Features of Vegetative, Hormonal and Immune Status of Older Adolescents. *Fiziologiya cheloveka = Human physiology*. 2020;46(5):60–70. (in Russ.). DOI: <http://doi.org/10.31857/S013116462004013X>.
2. Brown M.L. Integrative Approaches to Stress, Anxiety, and Resilience. *Pediatric Annals*. 2019;48(6):e226-e230. DOI: <http://doi.org/10.3928/19382359-20190515-05>.
3. Ermakova I. B. Adamovskaya O. N., Sel'verova N. B. Peculiarities of physical development, hormonal status, autonomic nervous regulation of heart rate and psychoemotional status of adolescents at the IV-V stages of puberty. *Novye issledovaniya = New research*. 2017;1(50):32–41. (in Russ.).
4. Caldwell D.M., Davies S.R., Hetrick S.E. et al. School-based interventions to prevent anxiety and depression in children and young people: a systematic review and network meta-analysis. *Lancet Psychiatry*. 2019;6(12):1011–1020. DOI: [http://doi.org/10.1016/S2215-0366\(19\)30403-1](http://doi.org/10.1016/S2215-0366(19)30403-1).
5. Litvinova N.A., Ivanov V.I., Berezina M.G. Glebov V.V. Assessment of psychophysiological potential under adaptation to educational activity. = *Psihologiya. Psihofiziologiya = Psychology. Psychophysiology*. 2021;14(2):108–122. (in Russ.). DOI: <http://doi.org/10.14529/jpps210211>.
6. Cabral M.D., Patel D.R. Risk factors and prevention strategies for anxiety disorders in childhood and adolescence. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2020;1191:543–559. DOI: http://doi.org/10.1007/978-981-32-9705-0_27.
7. Assis S.G., Avanci J.Q., Serpeloni F. Adolescence in public health – revisiting 25 years of publications. *Ciência and saúde coletiva*. 2020;25(12):4831–4842. DOI: <http://doi.org/10.1590/1413-812320202512.18322020>
8. Morozova M.P., Evseev A.M., Prohorova A.V. Autonomic tone is associated with psychological personality profile in girls and boys. *Fiziologiya cheloveka = Human physiology*. 2020;46(5):15–26. (in Russ.). DOI: <http://doi.org/10.31857/S0131164620050100>.
9. Varich L.A., Nemolochnaya N.V. Features of psychophysiological adaptation of adolescents studying in a residential educational institution, taking into account the type of vegetative regulation. *Zhurnal evolyutsionnoi biokhimii i fiziologii = Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*. 2020;56(7):548. (in Russ.). DOI: <http://doi.org/10.31857/S0044452920071183>.
10. Sheveleva A.M. Age and gender peculiarities of heart rate variability in healthy adolescents. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta = Journal of Volgograd State Medical University*. 2019;1(69):125–127. (in Russ.). DOI: [http://dx.doi.org/10.19163/1994-9480-2019-1\(69\)-125-127](http://dx.doi.org/10.19163/1994-9480-2019-1(69)-125-127)
11. Billman G.E., Sacha J., Werner B. et al. Editorial: Heart Rate Variability and Other Autonomic Markers in Children and Adolescents. *Frontiers in Physiology*. 2019;10:1265. DOI: <http://doi.org/10.3389/fphys.2019.01265>.
12. Kolpakov V.V., Tomilova E.A., Strizhak N.Yu. et al. Typological variability of psychophysiological features in schoolchildren for prognosing success in sports and health enhancement activities. *Chelovek. Sport. Medicina = Human. Sport. Medicine*. 2019;19(S2):7–17. (in Russ.). DOI: <http://doi.org/10.14529/hsm19s201>.
13. Kircanski K., Williams L.M., Gotlib I.H. Heart rate variability as a biomarker of anxious depression response to antidepressant medication. *Depression and Anxiety*. 2019;36(1):63–71. DOI: <http://doi.org/10.1002/da.22843>.
14. Baevskii R.M., Ivanov G.G. Heart rate variability: theoretical aspects and possibilities of clinical application. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika = Ultrasound and functional diagnostics*. 2001;3:106–127. (in Russ.).

15. Zhu J., Ji L., Liu C. Heart rate variability monitoring for emotion and disorders of emotion. *Physiological Measurement*. 2019;40(6):064004. DOI: <http://doi.org/10.1088/1361-6579/ab1887>.
16. Fiol-Veny A., Balle M., De la Torre-Luque A. et al. Negative cognitive emotion regulation as a predictor of adolescent heart rate variability and entropy under social stress. *Anxiety, Stress and Coping*. 2019;32(6):641–653. DOI: <http://doi.org/10.1080/10615806.2019.1641199>
17. Weissman D.G., Guyer A.E., Ferrer E. et al. Adolescents' brain-autonomic coupling during emotion processing. *Neuroimage*. 2018;183:818–827. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.08.069>
18. Shlyk N.I. Management of athletic training taking into account individual heart rate variability characteristics. *Fiziologiya cheloveka = Human Physiology*. 2016;42(6):81–91. (in Russ.). DOI: <http://doi.org/10.7868/S0131164616060187>.
19. Cicone Z.S., Holmes C.J., Fedewa M.V. et al. Age-based prediction of maximal heart rate in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2019;90(3):417–428. DOI: <http://doi.org/10.1080/02701367.2019.1615605>.
20. Bobkov G.S., Zvereva M.V., Bobkova S.N. Features of the cardiac activity regulation in adolescent boys in conditions of distance learning. *Sovremennye voprosy biomeditsiny = Modern Issues of Biomedicine*. 2021;5(4). (in Russ.). DOI: http://doi.org/10.51871/2588-0500_2021_05_04_14.
21. Loskutova A.N. Indicators of variability of heart rhythm and autonomic reactivity in Caucasian adolescents born in Russian Northeast. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya = Public Health and Life Environment*. 2018;9:28–32. (in Russ.). DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-306-9-28-32>
22. Zakharova I.N., Ershova I.B., Tvorogova T.M., Glushko Yu.V. Stress in children and adolescent is a burning issue of today. *Meditinskiy sovet = Medical Council*. 2021;(1):237–246. (in Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-1-237-246>
23. Galeev A.R., Igisheva L.N., Kazin E.M. Heart rate variability in healthy children aged 6–16 years. *Vestnik Khar'kovskogo natsional'nogo universiteta imeni V.N. Karazina. Seriya "Meditsina" = Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University. The series "Medicine"*. 2002;3(545):35–40. (in Russ.).
24. Kashdan E., Duncan D., Parnell A., Schattler H. Mathematical methods in systems biology. *Mathematical Biosciences and Engineering*. 2016;13(6). DOI: <http://doi.org/10.3934/mbe.201606i>
25. Zhelezovskaya G.I., Nedogreeva N.G., L'vicyna A.A. Pedagogical conditions of the creation of information-educational environment of educational institution. *Azimut nauchnykh issledovaniy: pedagogika i psikhologiya = Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*. 2018;2(23):93–96. (in Russ.).

Submitted 03.12.2022; approved after reviewing 20.01.2023; accepted for publication 25.01.2023.

About the authors:

Nina V. Nemolochnaya, Assistant, Kemerovo State University (6, Krasnaya st., Kemerovo, 650000, Russia); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2843-4233>, e-mail: nina-nem@mail.ru

Lydia A. Varich, Candidate of Biological Sciences, associate professor, Kemerovo State University (6, Krasnaya st., Kemerovo, 650000, Russia); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0855-6671>, e-mail: varich2002@mail.ru

Elena V. Muryshkina, Director, Governor's Multidisciplinary Boarding School (37a, Tereshkova st., Kemerovo, 650036, Russia), e-mail: kemerovogmli@yandex.ru

Liliya A. Saval, teacher of biology, Governor's Multi-Purpose Boarding School (37a, Tereshkova st., Kemerovo, 650036, Russia), e-mail: kemerovogmli@yandex.ru

Contribution of the authors:

N.V. Nemolochnaya – gathering of information related to local and international practices, writing the draft, writing the text, data analysis, visualization/presentation of data in the text, data processing.

L.A. Varich – scientific management, revision of the text, research problem statement, interpretation of research data, formulation of conclusions, preparation of the final version of the text.

E.V. Muryshkina – data collection, data input.

L.A. Saval – data collection, data input.

All authors have read and approved the final manuscript.