

УДК 616-092

Показатели вариабельности сердечного ритма и артериального давления у подростков с нервно-психическими нарушениями при выполнении нагрузочных проб

Панкова Н.Б., Мавренкова П.В., Лебедева М.А., Крганов М.Ю.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии».

125315, Москва, ул. Балтийская, д. 8

Целью настоящего исследования стало изучение особенностей вариабельности сердечного ритма (СР) и вариабельности артериального давления (АД) у подростков с клинически подтвержденной нервно-психической патологией, при регистрации в условиях функциональной нагрузочной пробы.

Методы. Методом спиреокардиокардиографии проведено тестирование показателей сердечно-сосудистой системы в условиях функциональной нагрузочной пробы (в надетой спирометрической маске, с произвольным дыханием – модель лёгкой гиперкапнии/гипоксии) у учащихся специализированной школы для пациентов психиатрических клиник (на стадии ремиссии) ($n = 61$), и учащихся общеобразовательной школы ($n = 197$). Подростки из специализированной школы были разделены на две группы: пациенты с неврологическими диагнозами и последствиями органических поражений мозга ($n = 35$); пациенты с психическими расстройствами без органических поражений мозга ($n = 26$). Возраст учащихся из обеих школ составил 12,0–17,7 лет, выборки обеих школ были поделены на 5 возрастных диапазонов (12,0–13,5, 13,6–14,5, 14,6–15,5, 15,6–16,5 и 16,6–17,7 лет). В контрольной школе подростки были дополнительно разделены по полу.

Результаты. В возрастных диапазонах 12,0–13,5, 13,6–14,5 и 14,6–15,5 лет статистически значимых различий между учащимися разных школ ни по одному показателю не обнаружено. В возрастном диапазоне 15,6–16,5 лет выявлены более высокие величины систолического и диастолического АД у подростков с неврологическими диагнозами и последствиями органических поражений мозга (по сравнению с контрольными группами). В возрастном диапазоне 16,6–17,7 лет у подростков с психическими расстройствами без органических поражений мозга обнаружены более высокие (по сравнению с контролем) величины стресс-индекса и более низкие (по сравнению с пациентами с неврологическими диагнозами) величины чувствительности спонтанного артериального барорефлекса (на уровне тенденции, $p = 0,056$).

Заключение. Проведённые исследования показали, что по параметрам вариабельности СР и АД подростки с нервно-психической патологией не существенно отличаются от учащихся общеобразовательных школ. Повышение стресс-индекса у подростков с психопатологией без органических поражений мозга в возрасте 16,6–17,7 лет можно интерпретировать как коррелят повышения симпатической активности. У подростков с неврологическими заболеваниями, по-видимому, обнаружена более ранняя по сравнению с контролем манифестация юношеской предгипертензии (в 15,6–16,5 лет).

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма; вариабельность артериального давления; нервно-психические нарушения; подростки; функциональные пробы.

Для цитирования: Панкова Н.Б., Мавренкова П.В., Лебедева М.А., Крганов М.Ю. Показатели вариабельности сердечного ритма и артериального давления у подростков с нервно-психическими нарушениями при выполнении нагрузочных проб. Патогенез. 2020; 18(4): 64–70.

DOI: 10.25557/2310-0435.2020.04.64-70

Для корреспонденции: Панкова Наталья Борисовна, e-mail: nbpankova@gmail.com

Финансирование. Исследование не имеет спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 22.06.2020

Parameters of heart rate and blood pressure variability in adolescents with neuropsychiatric disorders during functional tests

Pankova N.B., Mavrenkova P.V., Lebedeva M.A., Karganov M.Yu.

Institute of General Pathology and Pathophysiology,
Baltijskaya Str. 8, Moscow 125315, Russian Federation

The aim of this study was to assess characteristics of heart rate (HR) and blood pressure (BP) variability in adolescents with clinically confirmed neuropsychiatric pathology in the conditions of a functional test.

Methods. The method of spiroarteriocardiorhythmography was used to test cardiovascular parameters during a functional stress test (voluntary breathing with a spirometric mask, a model of mild hypercapnia / hypoxia), in students of a specialized school for patients of psychiatric clinics (in remission) ($n = 61$) and students of a regular school ($n = 197$). Adolescents from a specialized school were divided into two groups: 1) patients with neurological diagnoses and consequences of organic brain damage ($n = 35$) and 2) patients with psychiatric disorders without organic brain damage ($n = 26$). The age of students from both schools was 12.0–17.7 years; samples of both schools were divided into 5 age ranges (12.0–13.5, 13.6–14.5, 14.6–15.5, 15.6–16.5 and 16.6–17.7 years). The adolescents from the control school were additionally subdivided by gender.

Results. In the age ranges of 12.0–13.5, 13.6–14.5, and 14.6–15.5 years, no statistically significant differences were found between students from different schools in any parameters. In the age range of 15.6–16.5 years, adolescents with neurological diagnoses and consequences of organic brain damage had higher values of systolic and diastolic BP compared to the control groups. In the age range of 16.6–17.7 years, adolescents with psychiatric disorders without organic brain damage had higher values of the stress index than in the control groups, and a tendency towards lower values of spontaneous arterial baroreflex sensitivity compared to patients with neurological diagnoses ($p = 0.056$).

Conclusion. Adolescents with neuropsychiatric pathologies did not significantly differ from students of regular schools in parameters of HR and BP variability. The increased stress index in adolescents with psychopathology without organic brain damage aged 16.6–17.7 years can be interpreted as a correlate of elevated sympathetic activity. Adolescents with neurological diseases apparently had an earlier onset of juvenile prehypertension (at 15.6–16.5 years) compared to the control.

Key words: heart rate variability; blood pressure variability; neuropsychiatric disorders; adolescents; functional tests.

For citation: Pankova N.B., Mavrenkova P.V., Lebedeva M.A., Karganov M.Yu. [Parameters of heart rate and blood pressure variability in adolescents with neuropsychiatric disorders during functional tests]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2020; 18(4): 64–70. (in Russian).

DOI: 10.25557/2310-0435.2020.04.64-70

For correspondence: Pankova Nataliya Borisovna, e-mail: nbpankova@gmail.com

Funding. The study had no sponsorship.

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

Received: 22.06.2020

Введение

В современной парадигме образования дети и подростки с нервно-психическими заболеваниями и функциональными расстройствами психической сферы (при отсутствии медицинских противопоказаний) учатся в обычных общеобразовательных школах. Согласно официальным статистическим данным, в России в 2018 году среди подростков 15–17 лет распространённость болезней нервной системы составила 37,8% [1]. Доля подростков с психическими заболеваниями и расстройствами поведения, состоящих на учете в лечебно-профилактических организациях, составила 14,9%, ещё 25,9% подростков получили консультативно-лечебную помощь. Однако по данным углублённых медицинских осмотров распространённость функциональных расстройств нервной системы и психической сферы достигает пугающих величин 164,5% среди дошкольников и 508–680% – среди учащихся 1–9-х классов [2].

Известно, что собственно процесс обучения в школе обладает потенциалом стрессующего фактора, вызывающего адаптивный ответ организма [3] – как на уровне психологических реакций, так и в плане соматических проявлений. Это может индуцировать или усилить уже существующие проблемы соматического здоровья у детей и подростков с нервно-психическими нарушениями. В проведённых нами ранее комплексных исследованиях состояния здоровья учащихся коррекционных классов начальной школы показано, что у таких детей в 15–30% случаев наблюдаются выраженные сдвиги автономной регуляции сердечно-сосудистой системы, и в 40–60% случаев – отклонения в уровне артериального давления (АД) [4].

Задачей настоящего исследования стало изучение особенностей вариабельности сердечного ритма (СР) и АД у подростков с клинически-подтверждённой нервно-психической патологией, при регистрации в условиях функциональной нагрузочной пробы.

Материалы и методы исследования

Участники эксперимента. В исследование включены результаты тестирований учащихся специализированной школы для пациентов психиатрических клиник (на стадии ремиссии), а также ученики, направленные в учреждение психоневрологом и нуждающиеся в психолого-педагогической реабилитации. Участники обследования из этой школы были разделены на две группы: группа «Н» – подростки с неврологическими диагнозами и последствиями органических поражений мозга; группа «П» – подростки с психическими расстройствами без органических поражений мозга. Возраст подростков составил 12,0–17,7 лет.

В контрольные группы были включены учащиеся общеобразовательной школы (8–11 классы), с разделением по полу («ж» и «м»), в том же возрастном диапазоне.

Поскольку возрастной диапазон обследованных подростков охватывал более 5,5 лет, для учёта влияния на оцениваемые показатели процессов возрастного развития и созревания систем организма выборки обеих школ были поделены на 5 подгрупп: от 12,0 до 13,5 лет, от 13,6 до 14,5 лет, от 14,6 до 15,5 лет, от 15,6 до 16,5 лет, от 16,6 до 17,7 лет. Подростки из общеобразовательной школы были дополнительно разделены по полу. В спецшколе разделения выборки по полу не проводили ввиду их малочисленности.

Половозрастные характеристики обследованных выборок представлены в **табл. 1**.

Этика. Все испытуемые всех серий эксперимента приняли в нём участие на основе информированного согласия. Соблюдение международных и российских законодательных актов о юридических и этических принципах проведения научных работ с участием человека подтверждено решением Этического комитета ФГБНУ «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии» (протокол № 1 от 22.01.2019).

Оборудование. Изучение показателей сердечно-сосудистой системы проводили с помощью прибора спиреоартериокардиограф (ООО «ИНТОКС», г. Санкт-Петербург, Россия). Прибор позволяет проводить одновременную непрерывную регистрацию ЭКГ в 1-м стандартном отведении (с последующей оценкой variability CP), пальцевого АД методом фотоплетизмографии с последующей оценкой variability систолического и диастолического АД, а также показателей дыхания с использованием ультразвукового датчика регистрации воздушного потока (при надетой спирометрической маске). Длительная непрерывная регистрация показателей CP и АД, помимо максимальных, минимальных и средних величин, позволяет оценить спектральные показатели их variability (общую мощность спектра TP, абсолютную и относительную мощность стандартных диапазонов HF, LF и VLF), стресс-индекс, а также расчётные индексы на их основе (LF/HF, альфа-индекс, индекс централизации). Статистические и геометрические показатели variability рассчитываются отдельной опцией. Помимо этого, предусмотрена оценка величины чувствительности спонтанного артериального барорефлекса, и показателей сердечной производительности.

Процедура. Все исследования проведены в первой половине дня, в период с ноября по февраль. Регистрацию показателей сердечно-сосудистой системы проводили в положении сидя, длительность регистрации составляла 75 секунд.

Тестирование проводили в надетой спирометрической маске, с произвольным дыханием. Как мы выяснили ранее, регистрация в надетой спирометрической маске не безразлична для испытуемых, а прямые измерения состава вдыхаемого и выдыхаемого воздуха подтвердили, что надетая маска моделирует состояние мягкой смешанной гипоксии и гиперкапнии [5]. Мы используем регистрацию в надетой спирометрической

маске, как с произвольным, так и с контролируемым дыханием, в качестве функциональной нагрузочной пробы при работе со взрослыми людьми, например, со спортсменами или с участниками экспедиций [6]. В детских коллективах измерения в маске проводятся по учрощенной программе (45-75 с), что сохраняет их физиологический смысл, но исключает возможность анализа диапазонов VLF в спектрах variability CP и АД.

Статистика. Ввиду малочисленности выборок групп Н и П во всех возрастных интервалах был использован непараметрический Kruskal-Wallis test, с последующими множественными сравнениями по Dunn's multiple comparisons test для неравночисленных выборок (пакет программ GraphPad Prism 6). Данные на рисунках приведены в виде медианы и межквартильного размаха.

Результаты исследования

Проведённый анализ полученных результатов показал, что в возрастных диапазонах 12,0–13,5, 13,6–14,5 и 14,6–15,5 лет статистически значимых различий между учащими-ся разных школ ни по одному показателю не обнаружено.

В возрастном диапазоне 15,6-16,5 лет мы обнаружили статистически значимые межгрупповые различия по уровню систолического АД ($p = 0,022$), и диастолического АД ($p = 0,008$). Наиболее высокие величины систолического и диастолического АД обнаружены в группе Н (рис. 1) – у подростков с неврологическими диагнозами и последствиями органических поражений мозга (по сравнению с контрольными группами). При этом отличия систолического АД в группе Н были значимы как от девочек контрольной группы, так и от мальчиков. В случае диастолического АД группа Н, включающая 3 девочки и 9 мальчиков, значимо отличалась от группы К (Ж) ($p = 0,006$), и не отличалась от группы К (м) ($p = 0,510$).

Таблица 1.

Количество и половозрастная характеристика подростков из разных групп, использованных в исследовании.

Возрастной диапазон (лет)	Число детей Средний возраст, лет (M ± SE)			
	К (ж)	К (м)	Н (ж/м)	П (ж/м)
12,0-13,5	14 12,9 ± 0,1	9 13,1 ± 0,1	1/4 12,5 ± 0,2	0/1 13,0
13,6-14,5	22 14,1 ± 0,1	18 14,1 ± 0,1	1/3 14,1 ± 0,1	4/0 14,3 ± 0,1
14,6-15,5	26 14,9 ± 0,1	32 15,0 ± 0,1	1/5 15,1 ± 0,1	1/6 15,1 ± 0,1
15,6-16,5	29 16,0 ± 0,1	19 16,0 ± 0,1	3/9 15,9 ± 0,1	5/3 16,0 ± 0,1
16,6-17,7	16 17,0 ± 0,1	9 16,8 ± 0,1	2/6 17,1 ± 0,1	1/5 17,1 ± 0,1
Всего	110	87	35	26
	197		61	

Примечание: К(ж) – девочки контрольной группы, К(м) – мальчики контрольной группы, Н и П – группы специализированной школы (количество девочек и мальчиков дано в дроби).

В соседних возрастных диапазонах межгрупповые различия не достигали уровня статистической значимости: в возрасте 14,6–15,5 лет по систолическому АД $p = 0,229$, по диастолическому АД $p = 0,408$; в возрасте 16,6–17,7 лет по систолическому АД $p = 0,334$, по диастолическому АД $p = 0,748$.

В возрастном диапазоне 16,6–17,7 лет межгрупповые различия обнаружены для величины чувствительности спонтанного артериального барорефлекса (на уровне тенденции, $p = 0,056$) и для стресс-индекса ($p = 0,042$) (рис. 2).

По величине чувствительности спонтанного артериального барорефлекса мы не выявили отличий групп Н и П от контроля, но они значимо различались между собой – у группы Н данный показатель был выше, чем в группе П (на уровне тенденции, $p = 0,051$).

Стресс-индекс был выше в группе П: отличия от девочек из контрольной школы статистически значимы ($p = 0,041$), но в группе П девочка была только одна; отличия от мальчиков из контрольной школы были на уровне тенденции ($p = 0,075$).

Обсуждение

Клинические исследования свидетельствуют о том, что у людей с психическими расстройствами повышен риск развития сердечно-сосудистых заболеваний [7, 8]. Это коррелирует со снижением вариабельности СР, усиливающимся на фоне приёма психотропных препаратов. Аналогичные закономерности описаны для психосоматических заболеваний у взрослых [9] и у детей

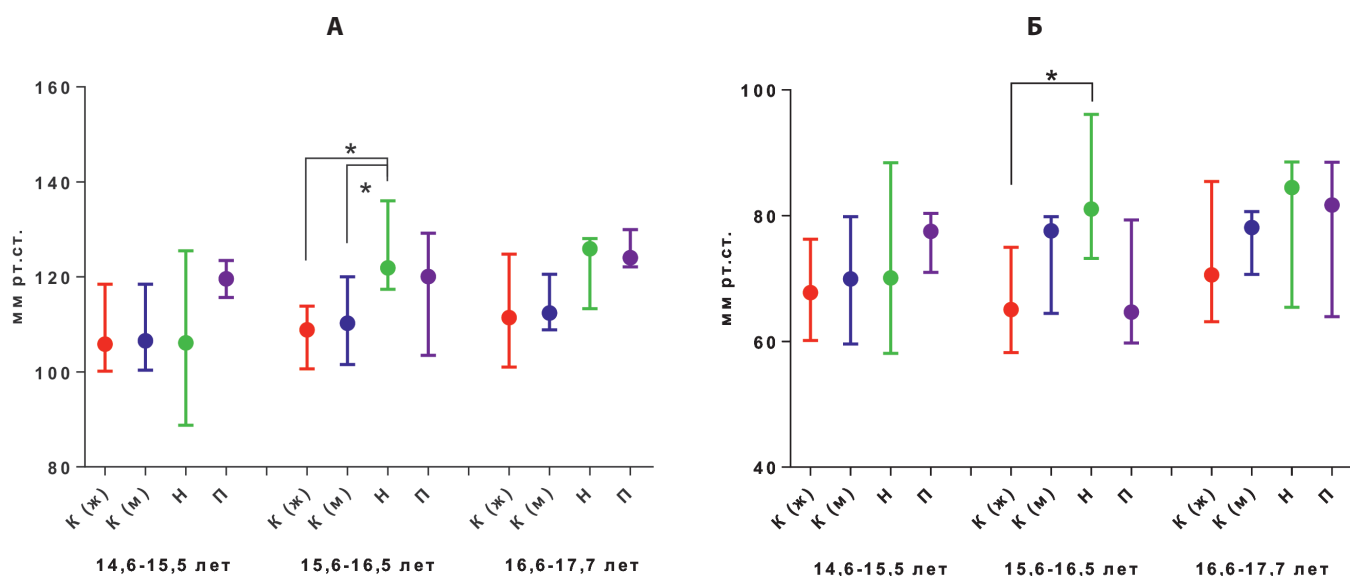


Рис. 1. Показали систолического (А) и диастолического (Б) АД у подростков из разных групп. Данные представлены в виде медианы и межквартильного размаха. Обозначения статистической значимости межгрупповых различий: * – $p < 0,05$ по Dunn's multiple comparisons test.

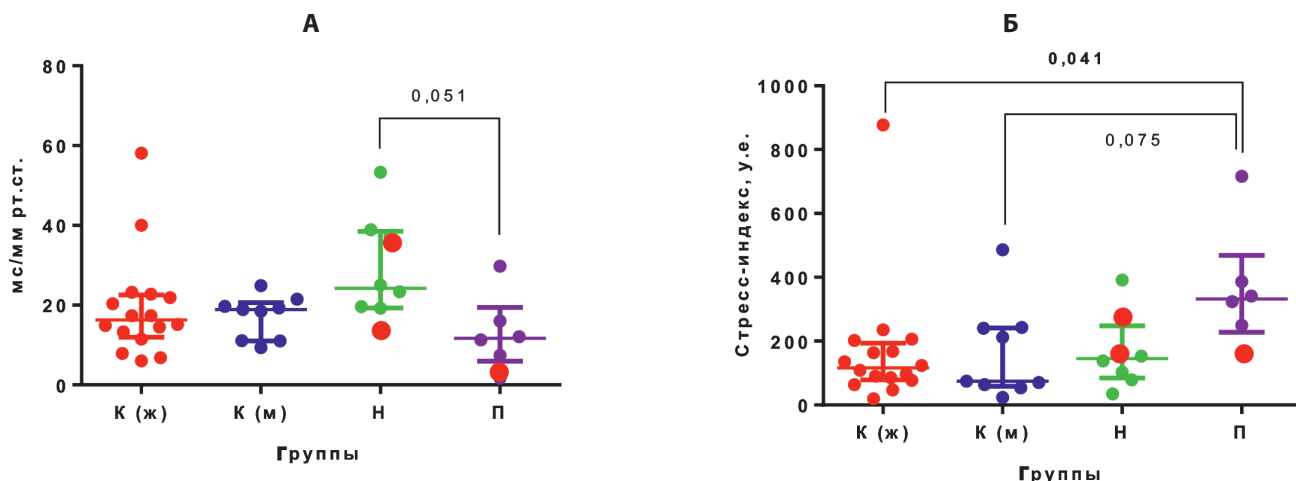


Рис. 2. Величина чувствительности спонтанного артериального барорефлекса (А) и стресс-индекса (Б) у подростков из разных групп в возрастном диапазоне 16,6–17,7 лет. Данные представлены в виде медианы и межквартильного размаха, с индивидуальными значениями. В группах Н и П индивидуальные данные девочек выделены красными кружками. Обозначения статистической значимости межгрупповых различий: * – $p < 0,05$ по Dunn's multiple comparisons test.

и подростков с ДЦП [10]. С другой стороны, описано влияние автономной дисфункции на когнитивные возможности человека во всех возрастных диапазонах [11]. Поиск механизмов взаимосвязи между нарушениями психики и автономной дисфункцией с помощью методов нейровизуализации выявил наличие функциональных взаимодействий между мозговыми вегетативными центрами и структурами, участвующими в реализации высших функций мозга, включая внимание и сознательные процессы [12].

О низкой вариабельности СР и АД свидетельствует уменьшение показателя ТР (Total Power – общая мощность спектра). В нашей работе ни в одном из спектров вариабельности такие изменения у подростков с нервно-психическими отклонениями выявлены не были.

Ещё одним соматическим коррелятом психопатологии является симпатикотония [7, 13, 14]. Для выявления коррелятов данного феномена в показателях вариабельности СР используют отношение LF/HF в спектре вариабельности СР, а также относительную мощность диапазона LF в спектрах вариабельности СР и АД. Выявить симпатикотонию проще в условиях проведения нагрузочных проб – с лёгкой физической [15] или умственной [16] нагрузкой. В нашей работе мы использовали нагрузочную пробу с лёгкой гипоксией/гиперкапнией. Но обнаружить корреляты симпатикотонии ни по одному из спектральных показателей вариабельности СР и АД ни в одном из возрастных диапазонов нам не удалось.

Однако мы обнаружили более высокие величины стресс-индекса у подростков 16,6–17,7 лет из группы П. Это геометрический показатель вариабельности СР, для расчёта которого используют моду распределения кардиоинтервалов (наиболее часто встречающееся в данном динамическом ряду значение R-R интервала) и амплитуду моды (доля кардиоинтервалов, соответствующих значению моды, в % к объёму выборки). Стресс-индекс отражает степень преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными, и его возрастание может считаться косвенным показателем симпатикотонии [17]. Причиной же более высоких значений стресс-индекса у подростков из группы П могут быть более низкие показатели чувствительности спонтанного артериального барорефлекса. Тогда, недостаточность автономных механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы закономерно компенсируется усилением их центрального звена.

Также мы обнаружили более высокие величины систолического и диастолического АД у школьников с неврологическими расстройствами и органическими поражениями мозга (группа Н), но только в возрастном диапазоне 15,6–16,5 лет. Следует подчеркнуть, что эти значения не выходили за пределы диапазона предгипертензии, или высокого нормального АД: 130–139 мм рт.ст. для систолического АД, и 80–89 мм рт.ст. для диастолического АД. Как было описано нами ранее, распространённость предгипертензии среди учащихся

в Москве растёт, начиная с 8-го класса, и к 10–11-м классам (15–17 лет) достигает до 50% [18]. Судя по всему, в группе Н это произошло в несколько более раннем возрасте, и в следующем возрастном диапазоне усреднённые показатели экспериментальной и контрольной групп сравнялись.

В целом, показатели вариабельности СР и АД у подростков с клинически-подтверждённой нервно-психической патологией, при регистрации в условиях функциональной нагрузочной пробы, не существенно отличались от таковых в контроле. Возможно, главной причиной отсутствия явных различий между показателями сердечно-сосудистой системы у подростков из разных школ является немногочисленность выборок учащихся специализированной школы, что даже не позволило нам проанализировать их результаты с учётом половых особенностей. Кроме того, к возможным основаниям для сближения показателей подростков из разных школ мы относим следующие:

– подростки, обучающиеся в специализированной школе, были в стадии ремиссии, что снижает выраженность не только нервно-психической, но и соматической симптоматики;

– среди подростков из контрольной школы до 68% могли иметь функциональные расстройства нервной системы и психической сферы [2], которые не ограничивают их возможности по обучению в общеобразовательной школе, но по клинической симптоматике приближают их к ровесникам из спецшколы.

Заключение

Проведённые исследования показали, что по параметрам вариабельности СР и АД подростки с нервно-психической патологией не существенно отличаются от учащихся общеобразовательных школ. Единственным показателем, который можно интерпретировать как коррелят повышения симпатической активности у детей с психопатологией без органических поражений мозга, можно считать повышение стресс-индекса в возрасте 16,6–17,7 лет. У детей с неврологическими заболеваниями обнаружена более ранняя по сравнению с контролем манифестация юношеской предгипертензии (в 15,6–16,5 лет).

Список литературы

1. *Здравоохранение в России 2019: Статистический сборник*. М.: Росстат, 2019. 170 с. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zdravoohran-2019.pdf> Дата обращения: 07.04.2020
2. Намазова-Баранова Л.С., Кучма В.Р., Ильин А.Г., Сухарева Л.М., Рапопорт И.К. Заболеваемость детей в возрасте от 5 до 15 лет в Российской Федерации. *Медицинский совет*. 2014. 1: 6-10.
3. Панкова Н.Б. Механизмы срочной и долговременной адаптации. *Патогенез*. 2020; 18(3): 77-86. DOI: 10.25557/2310-0435.2020.03.77-86
4. Цыренова Н.М., Панкова Н.Б., Лебедева М.А., Любина Б.Г., Богданова Е.В. *Саногенетический статус детей с задержкой психического развития (комплексное саногенетическое обследование классов коррекционной педагогики)*. В кн.: Комаров Г.Д.,

- Кучма В.Р., Носкин Л.А. Полисистемный саногенетический мониторинг. М.: Издательство МИПКРО, 2001: 192-211.
5. Панкова Н.Б., Архипова Е.Н., Алчинова И.Б., Карганов М.Ю., Фесенко А.Г., Фесюн А.Д., Терновой К.С., Абакумов А.А. Сравнительный анализ методов экспресс-оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы. *Вестник восстановительной медицины*. 2011; 6(46): 60-63.
 6. Атьков О.Ю., Алчинова И.Б., Полякова М.В., Панкова Н.Б., Горохова С.Г., Сериков В.В., Карганов М.Ю. Изменения параметров сердечного ритма и артериального давления за время Кругосветного Океанического перелета вокруг Северного полюса по Северному Ледовитому океану. *Патогенез*. 2018; 16(3): 90-93. DOI: 10.25557/2310-0435.2018.03.90-93
 7. Alvares G.A., Quintana D.S., Hickie I.B., Guastella A.J. Autonomic nervous system dysfunction in psychiatric disorders and the impact of psychotropic medications: a systematic review and meta-analysis. *J. Psychiatry Neurosci*. 2016; 41(2): 89-104. DOI: 10.1503/jpn.140217
 8. Choi K.W., Jeon H.J. Heart Rate Variability for the Prediction of Treatment Response in Major Depressive Disorder. *Front. Psychiatry*. 2020; 11: 607. DOI: 10.3389/fpsy.2020.00607
 9. Лебедева М.А., Карганов М.Ю., Козлова Ю.А., Готовцева Г.Н., Тумуров Д.А., Гудкова А.А., Гехт А.Б. Роль вегетативной дисфункции в патогенезе синдрома раздраженного кишечника. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия*. 2014; 58(3): 38-44.
 10. Gaşior J.S., Zamunér A.R., Silva L.E.V., Williams C.A., Baranowski R., Sacha J., Machura P., Kochman W., Werner B. Heart Rate Variability in Children and Adolescents with Cerebral Palsy – A Systematic Literature Review. *J. Clin. Med*. 2020; 9(4): 1141. DOI: 10.3390/jcm9041141
 11. Forte G., Favieri F., Casagrande M. Heart Rate Variability and Cognitive Function: A Systematic Review. *Front. Neurosci*. 2019; 13: 710. DOI: 10.3389/fnins.2019.00710
 12. Riganello F., Larroque S.K., Di Perri C., Prada V., Sannita W.G., Laureys S. Measures of CNS-Autonomic Interaction and Responsiveness in Disorder of Consciousness. *Front. Neurosci*. 2019; 13: 530. DOI: 10.3389/fnins.2019.00530
 13. Bharath R., Moodithaya S.S., Bhat S.U., Mirajkar A.M., Shetty S.B. Comparison of Physiological and Biochemical Autonomic Indices in Children with and without Autism Spectrum Disorders. *Medicina (Kaunas)*. 2019; 55(7): 346. DOI: 10.3390/medicina55070346
 14. Zhang Y., Zhou B., Qiu J., Zhang L., Zou Z. Heart rate variability changes in patients with panic disorder. *J. Affect. Disord*. 2020; 267: 297-306. DOI: 10.1016/j.jad.2020.01.132
 15. Billeci L., Tonacci A., Brunori E., Raso R., Calderoni S., Maestro S., Morales M.A. Autonomic Nervous System Response during Light Physical Activity in Adolescents with Anorexia Nervosa Measured by Wearable Devices. *Sensors (Basel)*. 2019; 19(12): 2820. DOI: 10.3390/s19122820
 16. Kotianova A., Kotian M., Slepceky M., Chupacova M., Prasko J., Tönhajzerova I. The differences between patients with panic disorder and healthy controls in psychophysiological stress profile. *Neuropsychiatr. Dis. Treat*. 2018; 14: 435-441. DOI: 10.2147/NDT.S153005
 17. Baevsky R.M., Chernikova A.G. Heart rate variability analysis: physiological foundations and main methods. *Cardiometry*. 2017; 10: 66-76. DOI: 10.12710/cardiometry.2017.6676
 18. Панкова Н.Б., Алчинова И.Б., Афанасьева Е.В., Карганов М.Ю. Функциональные показатели сердечно-сосудистой системы у подростков с предгипертензией. *Физиология человека*. 2010; 36(3): 82-89.
 3. Pankova N.B. [Mechanisms of short-term and long-term adaptation]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2020; 18(3): 77-86. DOI: 10.25557/2310-0435.2020.03.77-86 (in Russian)
 4. Tsyrenova N.M., Pankova N.B., Lebedeva M.A., Lyubina B.G., Bogdanova Ye.V. [Sanogenetic status of children with mental retardation (complex sanogenetic examination of correctional pedagogy classes)]. In: Komarov G.D., Kuchma V.R., Noskin L.A. [Polysystem sanogenetic monitoring]. Moscow: MIPKRO Publishing, 2001: 192-211. (in Russian)
 5. Pankova N.B., Arkhipova Ye.N., Alchinova I.B., Karganov M.Yu., Fesenko A.G., Fesyun A.D., Ternovoy K.S., Abakumov A.A. [Comparative analysis of methods for rapid assessment of the functional state of the cardiovascular system]. *Vestnik vosstanovitel'noi meditsiny [Bulletin of Rehabilitation medicine]*. 2011; 6(46): 60-63. (in Russian)
 6. At'kov O.Yu., Alchinova I.B., Polyakova M.V., Pankova N.B., Gorokhova S.G., Serikov V.V., Karganov M.Yu. [Changes in heart rate and blood pressure during the World Ocean flight around the North Pole in the Arctic Ocean]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2018; 16(3): 90-93. DOI: 10.25557/2310-0435.2018.03.90-93 (in Russian)
 7. Alvares G.A., Quintana D.S., Hickie I.B., Guastella A.J. Autonomic nervous system dysfunction in psychiatric disorders and the impact of psychotropic medications: a systematic review and meta-analysis. *J. Psychiatry Neurosci*. 2016; 41(2): 89-104. DOI: 10.1503/jpn.140217
 8. Choi K.W., Jeon H.J. Heart Rate Variability for the Prediction of Treatment Response in Major Depressive Disorder. *Front. Psychiatry*. 2020; 11: 607. DOI: 10.3389/fpsy.2020.00607
 9. Лебедева М.А., Карганов М.Ю., Козлова Ю.А., Готовцева Г.Н., Тумуров Д.А., Гудкова А.А., Гехт А.Б. [The role of autonomic dysfunction in the pathogenesis of irritable bowel syndrome]. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya [Pathological physiology and experimental therapy]*. 2014; 58(3): 38-44. (in Russian)
 10. Gaşior J.S., Zamunér A.R., Silva L.E.V., Williams C.A., Baranowski R., Sacha J., Machura P., Kochman W., Werner B. Heart Rate Variability in Children and Adolescents with Cerebral Palsy – A Systematic Literature Review. *J. Clin. Med*. 2020; 9(4): 1141. DOI: 10.3390/jcm9041141
 11. Forte G., Favieri F., Casagrande M. Heart Rate Variability and Cognitive Function: A Systematic Review. *Front. Neurosci*. 2019; 13: 710. DOI: 10.3389/fnins.2019.00710
 12. Riganello F., Larroque S.K., Di Perri C., Prada V., Sannita W.G., Laureys S. Measures of CNS-Autonomic Interaction and Responsiveness in Disorder of Consciousness. *Front. Neurosci*. 2019; 13: 530. DOI: 10.3389/fnins.2019.00530
 13. Bharath R., Moodithaya S.S., Bhat S.U., Mirajkar A.M., Shetty S.B. Comparison of Physiological and Biochemical Autonomic Indices in Children with and without Autism Spectrum Disorders. *Medicina (Kaunas)*. 2019; 55(7): 346. DOI: 10.3390/medicina55070346
 14. Zhang Y., Zhou B., Qiu J., Zhang L., Zou Z. Heart rate variability changes in patients with panic disorder. *J. Affect. Disord*. 2020; 267: 297-306. DOI: 10.1016/j.jad.2020.01.132
 15. Billeci L., Tonacci A., Brunori E., Raso R., Calderoni S., Maestro S., Morales M.A. Autonomic Nervous System Response during Light Physical Activity in Adolescents with Anorexia Nervosa Measured by Wearable Devices. *Sensors (Basel)*. 2019; 19(12): 2820. DOI: 10.3390/s19122820
 16. Kotianova A., Kotian M., Slepceky M., Chupacova M., Prasko J., Tönhajzerova I. The differences between patients with panic disorder and healthy controls in psychophysiological stress profile. *Neuropsychiatr. Dis. Treat*. 2018; 14: 435-441. DOI: 10.2147/NDT.S153005
 17. Baevsky R.M., Chernikova A.G. Heart rate variability analysis: physiological foundations and main methods. *Cardiometry*. 2017; 10: 66-76. DOI: 10.12710/cardiometry.2017.6676
 18. Панкова Н.Б., Алчинова И.Б., Афанасьева Е.В., Карганов М.Ю. [Functional Characteristics of the Cardiovascular System in Adolescents with High Normal Blood Pressure]. *Fiziologiya Cheloveka [Human physiology]*. 2010; 36(3): 82-89. DOI: 10.1134/S0362119710030102 (in Russian)

References

1. *Healthcare in Russia 2019: Statistical collection*. Moscow: Rosstat, 2019. 170 p. Available at: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zdravoohran-2019.pdf> Retrieved: 07.04.2020 (in Russian)
2. Namazova-Baranova L.S., Kuchma V.R., Il'in A.G., Sukhareva L.M., Rapoport I.K. [Morbidity in children aged 5 to 15 years in the Russian Federation]. *Meditsinskii sovet [Medical Council]*. 2014. 1: 6-10. (in Russian)

Сведения об авторах:

Панкова Наталья Борисовна — доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории физико-химической и экологической патофизиологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии»; <http://orcid.org/0000-0002-3582-817X>

Мавренкова Полина Вячеславовна — аспирант лаборатории физико-химической и экологической патофизиологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии»; <https://orcid.org/0000-0001-6987-0096>

Лебедева Марина Андреевна — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физико-химической и экологической патофизиологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии»; <http://orcid.org/0000-0002-4601-8762>

Карганов Михаил Юрьевич — доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией физико-химической и экологической патофизиологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии»; <https://orcid.org/0000-0002-5862-8090>