

А.С. Самойлов¹, А.В. Жолинский², Н.В. Рылова¹, И.В. Большаков¹

ДИАГНОСТИКА СИНДРОМА ВЕГЕТАТИВНОЙ ДИСФУНКЦИИ У ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ

¹ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва²Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА России, Москва,

Контактное лицо: Рылова Наталья Викторовна: rilovanv@mail.ru

Резюме

Цель: Обзор наиболее распространенных и эффективных с точки зрения доказательной медицины методов диагностики синдрома вегетативной дисфункции у юных спортсменов

Материал и методы: Выполнен анализ данных отечественной и зарубежной литературы о диагностике синдрома вегетативной дисфункции. Поиск проводился с использованием электронных баз данных MEDLINE, Embase, Scopus, Web of Science, eLIBRARY, PubMed и Google Академия за период с 2017 г. по 2022 г. Для поиска мы использовали ключевые слова и их сочетания: «синдром вегетативной дисфункции», «спортсмены», «диагностика», «функциональные пробы». Всего проанализировано 28 источников.

Результаты: Синдром вегетативной дисфункции отличается значительной полиморфностью клинических проявлений и характеризуется функциональными нарушениями деятельности сердечно-сосудистой, эндокринной и других систем организма. Диагностика данного состояния ассоциирована с большими трудностями, связанными с неспецифичностью симптомов, их яркой эмоциональной окраской и отсутствием морфологических изменений в органах. Частая манифестация СВД в детском и подростковом возрасте, доказанная связь симптомов с выполнением физических упражнений и психическим стрессом обуславливает важность ранней и эффективной диагностики данного синдрома у юных спортсменов. К ключевым методам исследования при подозрении на синдром вегетативной дисфункции относятся сбор анамнеза с использованием специальных опросников и шкал и проведение функциональных проб с регистрацией параметров сердечно-сосудистой системы (ЧСС, АД, ВСР). Наиболее распространенные и информативные функциональные тесты: проба с глубоким управляемым дыханием, ортостатическая проба (активная и пассивная), проба Вальсальвы. К перспективным методам диагностики СВД можно отнести акселерометрическую треморографию и исследование чувствительности барорефлекса. Также для более глубокого обследования юного спортсмена рекомендуется использовать лабораторные методы диагностики, позволяющие выявить нарушения функции эндокринной системы, обнаружить изменения липидного и углеводного обмена и т. д.

Выводы: На данный момент необходимы дальнейшие исследования, направленные на изучение синдрома вегетативной дисфункции и методов его диагностики.

Ключевые слова: синдром вегетативной дисфункции, спортсмены, диагностика, функциональные пробы

Для цитирования: Самойлов А.С., Жолинский А.В., Рылова Н.В., Большаков И.В. Диагностика синдрома вегетативной дисфункции у юных спортсменов // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2022. № 4. С. 5–11. DOI: 10.33266/2782-6430-2022-4-5-11

A.S. Samoylov¹, A.V. Zholinskiy², N.V. Rylova¹, I.V. Bolshakov¹

Diagnosis of Autonomic Dysfunction Syndrome in Young Athletes

¹Burnasyan State Research Center - Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency²Federal scientific and clinical center for sports medicine and rehabilitation of the FMBA of Russia, Moscow

Contact person: Rylova Nataliya Victorovna: rilovanv@mail.ru

Abstract

Purpose: A review of the most common and effective from the point of view of evidence-based medicine methods for diagnosing autonomic dysfunction syndrome in young athletes.

Material and methods: The data of domestic and foreign literature on the diagnosis of autonomic dysfunction syndrome were analyzed. The search was carried out using electronic databases MEDLINE, Embase, Scopus, Web of Science, eLIBRARY and Google Academy for the period from 2017 to 2022. For the search, we used keywords and their combinations: "vegetative dysfunction syndrome", "athletes", "diagnostics", "functional tests". A total of 28 sources analyzed

Results: The autonomic dysfunction syndrome (ADS) is characterized by a significant polymorphism of clinical manifestations and is characterized by functional disorders of the activity of the cardiovascular, endocrine and other systems of the body. Diagnosis of this condition is associated with great difficulties associated with the nonspecificity of symptoms, their bright emotional color and the absence of morphological changes in organs. The frequent manifestation of ADS in childhood and adolescence, the proven relationship of symptoms with exercise and mental stress, determines the importance of early and effective diagnosis of this syndrome in young athletes. The key research methods for suspected autonomic dysfunction syndrome include taking anamnesis using special questionnaires and scales and conducting functional tests with registration of the parameters of the cardiovascular system (heart rate, blood pressure, HRV). The most common and informative functional tests: deep controlled breathing test, orthostatic test (active and passive), Valsalva test. Promising methods for diagnosing ADS include accelerometric tremorography and the study of baroreflex sensitivity. Also, for a deeper examination of a young athlete,

it is recommended to use laboratory diagnostic methods to identify violations of the endocrine system, detect changes in lipid and carbohydrate metabolism, etc.

Conclusions: At the moment, further research is needed to study the autonomic dysfunction syndrome and methods for its diagnosis.

Keywords: autonomic dysfunction syndrome, athletes, diagnostics, functional tests

Samoylov AS, Zholinskiy AV, Rylova NV, Bolshakov IV. Diagnosis of Autonomic Dysfunction Syndrome in Young Athletes. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2022.4:5-11. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2022-4-5-11

Введение

Вегетативная нервная система (ВНС) – часть нервной системы, ответственная за поддержание постоянства внутренней среды организма и необходимая для осуществления ответных реакций на различные внешние и внутренние стимулы. ВНС важна не только для регуляции работы сердечно-сосудистой, дыхательной, желудочно-кишечной и других систем, но и для поддержки высших корковых функций, вовлеченных в эмоциональные и психологические аспекты жизнедеятельности [1]. Таким образом, вегетативная нервная система является регулятором практически всех функций организма человека. Было доказано, что ВНС у детей и подростков характеризуется морфологической и функциональной незрелостью. В пубертатном возрасте происходит повышение активности как симпатического отдела автономной нервной системы, так и парасимпатического, что связано со значительными нейрогуморальными изменениями в организме и увеличением уровня психологического стресса [2]. Эти факторы обуславливают частые нарушения функционирования ВНС у детей и подростков. По эпидемиологическим данным частота развития синдрома вегетативной дисфункции (СВД) у детей составляет от 25% до 80% [3]. Было исследовано, что дозированные физические упражнения и занятия спортом благотворно влияют на все органы и системы организма ребенка, способствуют более эффективному поддержанию гомеостаза, поддерживают оптимальный баланс между симпатической и парасимпатической нервными системами и тем самым снижают риск возникновения дисфункции вегетативной нервной системы [4]. Однако при систематическом воздействии физических нагрузок, превышающих функциональные резервы организма юного спортсмена, возникает недостаточность механизмов саморегуляции, что на фоне незрелости вегетативной нервной системы в конечном счете приводит к физической и психической дезадаптации и развитию СВД. При этом часто данный синдром своевременно не диагностируется, что ведет к хронизации процесса вегетативной дисфункции, ухудшению спортивных результатов, переутомлению и возникновению осложнений. Было доказано, что в основе развития многих кардиологических и метаболических заболеваний лежит нарушение функции ВНС. Избыточная активность симпатической нервной системы ассоциирована с повышенным риском развития сахарного диабета 2 типа, метаболического синдрома, обструктивного апноэ и артериальной гипертензии. Ортостатическая гипотензия тесно связана возникновением когнитивных и эмоциональных нарушений (депрессивные и тревожные

расстройства) [5]. Важно отметить, что при возникновении нарушений функции ВНС часто не наблюдается специфических симптомов и морфологических изменений в органах, поэтому для диагностики данной патологии необходимо углубленное обследование юного спортсмена, включающее в себя исследование сердечно-сосудистой системы, ментальной сферы, поиск соматических заболеваний и т.д. В целом для полноценного обследования спортсмена с подозрением на синдром вегетативной дисфункции необходимо проведение внешнего осмотра, сбор анамнеза, проведение ряда функциональных тестов с фиксацией параметров сердечно-сосудистой системы (артериальное давление (АД), частота сердечных сокращений (ЧСС), показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР)).

Внешний осмотр и анамнез

Клинические проявления синдрома вегетативной дисфункции отличаются значительным разнообразием. При преимущественной активации симпатической нервной системы прослеживается тенденция к повышению артериального давления и тахикардии. Часто наблюдаются сухие и бледные кожные покровы со стойким белым дермографизмом и невыраженным сосудистым рисунком. Нередки жалобы на боли в области сердца, запоры и редкие, но обильные мочеиспускания. Внешний вид таких детей чаще всего астеничный [6]. Напротив, при ваготонии чаще наблюдается избыток массы тела, потливость, стойкий красный дермографизм, мраморность кожных покровов, похолодание и цианоз кистей и стоп, умеренный субфебрилитет. Дети с преимущественной активностью парасимпатической нервной системы часто предъявляют жалобы на боли в животе, тошноту, гиперсаливацию, чувство нехватки воздуха, обмороки, частые и необильные мочеиспускания. Со стороны сердечно-сосудистой системы наблюдается склонность к брадикардии и артериальной гипотензии [6]. Стоит отметить, что у детей с ваготоническим типом регуляции клинические симптомы вегетативной дисфункции в среднем проявляются раньше и выражены сильнее, чем у детей с симпатическим и смешанным типами. При этом самыми частыми жалобами являются: головная боль, утомляемость, гипотимия, головокружение, чувство нехватки воздуха и обмороки. Для первичного анализа вегетативного статуса юного спортсмена можно использовать «Опросник для выявления признаков вегетативных изменений» А.М. Вейна, а для оценки выраженности головной боли – визуальную аналоговую шкалу (ВАШ) [7]. При сборе анамнеза крайне важно выявить расстройства эмоциональной сферы, так как

юные спортсмены часто подвергаются значительным психологическим нагрузкам, связанным с соревновательным компонентом спортивной деятельности, особым распорядком дня и т. д. Было достоверно доказано, что психологический стресс и высокий уровень тревожности ассоциированы с более частым возникновением вегетативных расстройств [8]. Для оценки личностных особенностей юного спортсмена и уровня стресса целесообразно применять шкалу оценки уровня тревожности Спилбергера—Ханина, шкалу самооценки депрессии Цунга и питтсбургский опросник [9]. Исследование уровня нейротизма можно проводить с помощью теста Айзенка, а для выявления социальной дезадаптации и вегетативной лабильности рекомендуется к использованию личностный двухфакторный опросник М. Гавлиновой «социум-вегетатика» [10]. Также свою эффективность показали следующие опросники: шкала самооценки спортсмена (англ. Athlete self-report measures - ASRM), профиль эмоционального состояния спортсмена (англ. Profile of Athlete Mood States - POMS), шкала уровня восстановления (англ. Total Quality Recovery - TQR) [11]. Стоит отметить, что при первичном обследовании спортсмена с нарушением функции вегетативной НС необходимо исключить следующие соматические патологии: травмы головного мозга, острые и хронические интоксикации, инфекционные и психические заболевания, патологии перинатального периода, сахарный диабет.

При сборе анамнеза важно понимать, что причиной дисфункции вегетативной нервной системы часто является целый комплекс факторов. Для данной патологии характерен длительный субклинический период, обусловленный влиянием нескольких стрессоров в течение длительного промежутка времени. Таким образом, манифестация вегетативной дисфункции на фоне психологических и физических нагрузок при занятиях спортом возможно обусловлена воздействием не связанных с физической нагрузкой неблагоприятных факторов.

Функциональные пробы

Оценка параметров сердечно-сосудистой системы является наиболее доступным и простым методом диагностики состояния вегетативной нервной системы. При этом показатели сердечной деятельности довольно нестабильны и подвержены значительной изменчивости под влиянием различных внутренних и внешних факторов. Однако измеряя данные показатели в состоянии эмоционального и физического покоя и при выполнении различных функциональных тестов можно довольно точно оценить состояние ВНС и сделать вывод об адаптивных возможностях юного спортсмена. Из функциональных проб наиболее часто используются: проба с глубоким управляемым дыханием, ортостатический тест и проба Вальсальвы [12]. Также могут использоваться пробы с физической нагрузкой на беговой дорожке или велотренажере. Следует помнить, что воздействие многих факторов может повлиять на результаты тестирования и снизить его информатив-

ность. Именно поэтому за 48 часов до исследования необходимо исключить прием всех медикаментов. В день обследования не рекомендуется пить кофе и заниматься активной физической деятельностью, за 3 часа необходимо отказаться от приема пищи и воды. Непосредственно до и во время выполнения функциональных тестов производится контроль артериального давления (с интервалом 1 – 2 минуты или непрерывно), регистрируется ЭКГ и кардиоинтервалограмма (КИГ) для исследования вариабельности сердечного ритма [13].

Проба с глубоким управляемым дыханием отличается простотой и информативностью. При выполнении данного теста необходимо за 1 минуту осуществить 6 дыхательных циклов, каждый из которых состоит из вдоха и выдоха длительностью 5 с. В норме происходит увеличение ЧСС на вдохе и уменьшение на выдохе. Данный феномен известен как респираторная синусовая аритмия и обусловлен изменением тонуса блуждающего нерва в зависимости от цикла дыхания. Таким образом, проведение данной пробы позволяет оценить преимущественно функцию парасимпатической нервной системы [14]. Во время выполнения пробы и за 5 мин до нее следуют временные и спектральные показатели ВСР. К ключевым временным показателям относятся: RRNN, мс (средняя длительность интервалов RR, мс), SDNN, мс (среднеквадратичное отклонение величин NN-интервалов анализируемой записи), RMSSD, мс (квадратный корень из средней суммы квадратов разностей величин соседних пар NN-интервалов), pNN50, % (процент пар последовательных интервалов NN, которые различаются более чем на 50 мс), CV, усл. ед. (коэффициент вариации, $CV = SDNN/RRNN \cdot 100$). К спектральным показателям относятся: TP (англ. Total Power), мс² (общая мощность в диапазоне частот <0,4 Гц), HF (англ. High Frequency), мс² (мощность в диапазоне высоких (0,15-0,4 Гц) частот), LF (англ. Low Frequency), мс² (мощность в диапазоне низких (0,04-0,15 Гц) частот), VLF (англ. Very Low Frequency), мс² (мощность в диапазоне очень низких (<0,04 Гц) частот), показатель LF/HF, характеризующий соотношение симпатических и парасимпатических влияний на сердечную деятельность [15]. Важным показателем, характеризующим тонус вегетативной нервной системы во время выполнения дыхательной пробы, является коэффициент дыхания (Кд.), который рассчитывается как соотношение максимального среднего значения ЧСС, регистрируемого при вдохе, к минимальному среднему значению ЧСС при выдохе. В норме значение данного коэффициента должно превышать 1,2, а средние значения ЧСС во время вдоха должны быть больше среднего ЧСС во время выдоха минимум на 11 ударов в минуту [16].

Помимо пробы с глубоким «метрономизированным» дыханием существуют также другие дыхательные тесты. Например, дыхательная проба с поверхностным учащенным дыханием позволяет изучить устойчивость организма спортсмена к гипервентиляции, с помощью пробы Генчи исследуют механизмы произвольной регуляции дыхания и т.д. [17].

Ортостатическая проба помогает оценить адаптивные возможности ВНС при быстром изменении положения тела спортсмена. При переходе из положения лежа в положение стоя в результате изменения гидростатического давления происходит депонирование 400–600 мл крови в венах ног, что приводит к кратковременному сокращению венозного возврата к сердцу, снижению объема сердечного выброса и, как следствие, падению артериального давления. По реакции сердечно-сосудистой системы на данное стрессовое воздействие можно судить о функциональном состоянии вегетативной нервной системы. Ортостатическая проба может выполняться активно или пассивно с использованием дополнительного оборудования. В течение 5–10 мин до изменения положения тела и не менее 10 мин после производят непрерывную регистрацию АД и КИГ [16]. Падение систолического или диастолического артериального давления минимум на 20 или 10 мм рт. ст. соответственно в течение 3 минут после принятия вертикального положения указывает на так называемую ортостатическую гипотензию [18]. При анализе данных кардиоинтервалограммы исследуют временные и спектральные показатели ВСР, а также рассчитывают коэффициент 30:15, характеризующий реактивность парасимпатической нервной системы. Для расчета данного коэффициента фиксируются минимальный R–R интервал в диапазоне от 5 до 25 кардиоцикла и максимальный R–R интервал в диапазоне от 20 до 40 кардиоцикла после изменения положения тела. Затем вычисляется отношение значений самого длинного R–R интервала к самому короткому. В норме соотношение 30:15 должно иметь значение больше 1,04. Для получения дополнительной информации ортостатическую пробу можно также выполнять после физической нагрузки или приема пищи [16].

Выполнение пробы Вальсальвы помогает оценить тонус как симпатического, так и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Суть пробы заключается в произвольном повышении внутрибрюшного и внутригрудного давления на 40 мм рт. ст. с помощью специального мундштука, соединенного трубкой с манометром. Перед проведением теста в течение 20 секунд записывается КИГ, затем делается вдох и воздух выдыхается через мундштук, создавая необходимое давление в течение 20 секунд. До, во время и после теста рекомендуется непрерывное измерение АД неинвазивными способами [19]. Непрерывная регистрация артериального давления используется для оценки симпатической активности, в то время как контроль ЧСС во время выполнения пробы позволяет оценить функцию парасимпатической нервной системы. На основе данных КИГ рассчитывается коэффициент Вальсальвы, равный отношению максимального R–R интервала после пробы к минимальному R–R интервалу во время пробы. В норме данный коэффициент должен быть больше 1,21. По показателям значений максимальных R–R интервалов можно судить об активности парасимпатического, а по показателям минимальных R–R интервалов – симпатического отдела ВНС [20].

Перспективным методом контроля функционального состояния вегетативной нервной системы является исследование чувствительности барорефлекса (ЧБР). ЧБР отражает внутренние свойства артериальных барорецепторов, которые в свою очередь подвержены влиянию симпатической и парасимпатической нервных систем. Барорефлекс обычно оценивается после того, как было спровоцировано изменение артериального давления посредством выполнения физических упражнений или введения фармакологических средств. Также можно использовать специальные шейные манжеты, которые создают положительное или отрицательное давление на каротидный синус. При этом отрицательное давление стимулирует повышение артериального давления и, следовательно, уменьшение ЧСС, а положительное давление – понижение АД и увеличение ЧСС. Из одновременной записи интервалов RR и артериального давления ЧБР рассчитывается как наклон линии регрессии (зависимость интервалов RR от значений систолического артериального давления). В результате чем больше наклон линии регрессии, тем сильнее барорефлекс. Для определения ЧБР также можно использовать данные о спонтанных колебаниях артериального давления и интервала RR [21]. Было показано, что нарушение функционирования барорефлекса является ключевым механизмом в патогенезе вазовагальных обмороков и ортостатической гипотензии [22].

Вышеописанные пробы являются наиболее важными методами оценки состояния вегетативной нервной системы. Однако существует также большое количество дополнительных тестов, которые применяются для более глубокого обследования спортсмена. Для изолированной оценки функции симпатической нервной системы могут использоваться кистевая изометрическая и холодная прессорная пробы [16]. Активность парасимпатической системы можно исследовать на основе данных ЧСС и АД, зарегистрированных во время проведения массажа каротидного синуса и в восстановительный период стресс-теста с физической нагрузкой [21]. Дополнительную информацию о состоянии ВНС можно получить при проведении судомоторных тестов, микронейрографии, фармакологических проб, веноартериального рефлекса и кожной симпатической реакции, манометрии пищевода, теста Ширмера и других исследований [23]. Весьма перспективно использование акселерометрической треморографии как для диагностики дисфункции ВНС, так и для контроля эффективности терапии [24].

Лабораторная диагностика

Нарушение деятельности автономной нервной системы часто ассоциировано с нарушением секреции некоторых нейромедиаторов (норадреналин, серотонин и др.), гормонов коркового и мозгового слоя надпочечников и ряда других биологически активных веществ, обеспечивающих работу гипоталамо-гипофизарно-надпочечникового, гипоталамо-гипофизарно-гонадного и других нейроэндокринных комплексов. Длительное существование данных гу-

моральных расстройств может обуславливать хроническое течение синдрома вегетативной дисфункции и быть причиной развития осложнений данной патологии. Было исследовано, что у людей с нарушением автономной регуляции организма происходит достоверное повышение уровня кортизола в слюне по сравнению со здоровой группой. При этом у субъектов с синдромом вегетативной дисфункции по гипертоническому типу уровень кортизола выше, чем у субъектов с СВД по гипотоническому типу. Такая же закономерность наблюдается и при исследовании концентраций тестостерона и эстрадиола в слюне [25]. У многих детей с вегетативными расстройствами наблюдается увеличение содержания в крови «стрессовых» гормонов (адренокортико-тропного гормона, катехоламинов), что связано с активацией симпатико-адреналовой системы. При длительном существовании данного состояния снижается чувствительность тканей к инсулину, что ведет к усилению его синтеза, угнетению потребления глюкозы, усилению липолиза и в конечном счете приводит к развитию инсулинорезистентности [26]. Существуют данные, свидетельствующие о значительных гормональных сдвигах в гипофизарно-тиреоидной системе у детей с СВД, которые характеризуются повышением функциональной активности щитовидной железы, увеличением уровня тироксина (Т4) и трийодтиронина (Т3) в сыворотке крови при нормальной концентрации тиреотропного гормона [27].

Метаболические расстройства часто сопутствуют синдрому вегетативной дисфункции. При СВД у детей как с симпатикотонией, так и с ваготонией определяются изменения обмена липидов атерогенного характера (повышение уровня холестерина, триглицеридов, липопротеинов низкой плотности и снижение уровня липопротеинов высокой плотности) [26]. Также характерно развитие компенсированной активации перекисного окисления липидов (ПОЛ) и снижение эффективности механизмов антиоксидантной защиты (АОЗ). При этом происходит повышение в сыворотке крови уровня диеновых конъюгатов и малонового диальдегида на фоне снижения концентрации глутатионпероксидазы и активности каталазы [28]. Было показано, что у детей с симпа-

тикотонией изменяется активность митохондриальных ферментов. В крови таких детей наблюдается повышение активности сукцинатдегидрогеназы (СДГ) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ) при одновременном снижении концентрации α -глицерофосфатдегидрогеназы (α -ГФДГ). Данные изменения коррелируют с уровнем среднего систолического АД [26]. Также было исследовано, что у лиц с нарушением вегетативной регуляции по симпатикотоническому типу повышается уровень воспалительных маркеров (С-реактивный протеин, интерлейкин-6) [5].

Заключение

Таким образом, синдром вегетативной дисфункции отличается значительной полиморфностью клинических проявлений и характеризуется функциональными нарушениями деятельности сердечно-сосудистой, эндокринной и других систем организма. Диагностика данного состояния ассоциирована с большими трудностями, связанными с неспецифичностью симптомов, их яркой эмоциональной окраской и отсутствием морфологических изменений в органах. Частая манифестация СВД в детском и подростковом возрасте, доказанная связь симптомов с выполнением физических упражнений и психическим стрессом обуславливает важность ранней и эффективной диагностики данного синдрома у юных спортсменов. К ключевым методам исследования при подозрении на синдром вегетативной дисфункции относятся сбор анамнеза с использованием специальных опросников и шкал и проведение функциональных проб с регистрацией параметров сердечно-сосудистой системы (ЧСС, АД, ВСР). Наиболее распространенные и информативные функциональные тесты: проба с глубоким управляемым дыханием, ортостатическая проба (активная и пассивная), проба Вальсальвы. К перспективным методам диагностики СВД можно отнести акселерометрическую треморографию и исследование чувствительности барорефлекса. Также для более глубокого обследования юного спортсмена рекомендуется использовать лабораторные методы диагностики, позволяющие выявить нарушения функции эндокринной системы, обнаружить изменения липидного и углеводного обмена и т. д.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Mulkey S.B., du Plessis A.J. Autonomic Nervous System Development and its Impact on Neuropsychiatric Outcome // *Pediatr. Res.* 2019. V.85, № 2. P. 120-126. DOI:10.1038/s41390-018-0155-0.
2. Шапаров А.Н., Догадкина С.Б., Рублева Л.В., Кмит Г.В., Безобразова В.Н. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у детей 13 лет с разными типами вегетативной нервной регуляции // *Физиология человека.* 2017. Т.43, № 2. С. 31–42.
3. Пашель В.А., Подпорина Л.А., Панеш Г.Б., Пономаренко Д.С., Добряков П.Е. Возрастные особенности вегетативного статуса у детей с синдромом вегетативной дистонии // *Кубанский научный медицинский вестник.* 2017. Т.24, № 4. С. 169-172.
4. Fiuza-Luces C., Santos-Lozano A., Joyner M., Carrera-Bastos P., Picazo O., Zugaza J.L., Izquierdo M., Ruiz-Lozano L.M., Lucia A. Exercise Benefits in Cardiovascular Disease: Beyond Attenuation of Traditional Risk Factors // *Nat. Rev. Cardiol.* 2018. V.15, № 12. P. 731-743. DOI: 10.1038/s41569-018-0065-1.
5. Творогова Т.М., Захарова И.Н. Пшеничникова И.И. Вегетативная дисфункция и заболевания сердечно-сосудистой системы у детей // *Медицинский совет.* 2017. № 19. С. 208-212.
6. Чутко Л.С., Сурушкина С.Ю., Яковенко Е.А., Корнишина Т.Л. Вегето-сосудистая дистония у детей и подростков. Клинико-психологические проявления и терапия (обзор) // *Практика педиатра.* 2019. № 3. С. 17-21.
7. Чутко Л.С., Корнишина Т.Л., Сурушкина С.Ю., Яковенко Е.А., Анисимова Т.И., Волос М.Б. Синдром вегетативной дисфункции у детей и подростков // *Журнал неврологии и психиатрии.* 2018. № 1. С. 43-49.
8. Кухтевич И.И., Алешина Н.И. Синдром вегетососудистой дистонии как соматоформное расстройство // *Саратовский научно-медицинский журнал.* 2019. Т.15, № 1. С. 159-162.
9. Вещлер М.В., Черкасова В.Г., Ковалев М.А., Муравьев С.В., Чайников П.Н. Аффективные и диссомнические расстройства у студентов вузов в зависимости от спортивной деятельности // *Сибирское медицинское обозрение.* 2019. № 1. С. 63-74.

10. Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Надеждин Д.С., Сахаров В.Г., Гончарова Г.А. Особенности психофизиологического и психосоциального развития учащихся 9—11 классов средней школы // Российский педиатрический журнал. 2017. Т.20, № 6. С. 346-353.
11. Edwards T., Spiteri T., Piggott B., Bonhot J. Monitoring and Managing Fatigue in Basketball // Sports (Basel). 2018. V.6, № 1. P. 19. DOI: 10.3390/sports6010019.
12. Bellavere F., Ragazzi E., Chilelli N.C., Lapolla A., Bax G. Autonomic Testing: Which Value for Each Cardiovascular Test? An Observational Study // Acta. Diabetol. 2019. V.56, № 1. P. 39-43. DOI:10.1007/s00592-018-1215-y.
13. Illigens B.M.W., Gibbons C.H. Autonomic Testing, Methods and Techniques // Handb Clin. Neurol. 2019. V.160. P. 419-433. DOI:10.1016/b978-0-444-64032-1.00028-x.
14. Shaffer F., Ginsberg J.P. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms // Front. Public. Health. 2017. V.5. P. 258. DOI: 10.3389/fpubh.2017.00258.
15. Спицин А.П. Особенности структуры сердечного ритма у лиц молодого возраста в зависимости от доминирующего типа вегетативной нервной системы // Курский научно-практический вестник Человек и его здоровье. 2017. № 3. С. 113-117.
16. Ziemssen T., Siepmann T. The Investigation of the Cardiovascular and Sudomotor Autonomic Nervous System-A Review // Front. Neurol. 2019. V.10. P. 53. DOI: 10.3389/fneur.2019.00053.
17. Лучникова О.В. Оценка нагрузочных проб по показателям вариабельности ритма сердца для военнослужащих // Известия Российской Военно-медицинской академии. 2020. Т.39(С3-5). С. 70-73.
18. Magkas N., Tsioufis C., Thomopoulos C., Dilaveris P., Georgiopoulos G., Sanidas E., Papademetriou V., Tousoulis D. Orthostatic Hypotension: From Pathophysiology to Clinical Applications and Therapeutic Considerations // J. Clin. Hypertens. (Greenwich). 2019. V.21, № 5. P. 546-554. DOI:10.1111/jch.13521.
19. Goldstein D.S., Cheshire W.P. Jr. Beat-to-Beat Blood Pressure and Heart Rate Responses to the Valsalva Maneuver // Clin. Auton. Res. 2017. V.27, № 6. P. 361-367. DOI: 10.1007/s10286-017-0474-y.
20. Машин В.В., Белова Л.А., Айзатуллин И.Ф., Павлова В.А., Сластен Е.В., Абрамова В.В., Белов Д.В. Оценка эффективности и безопасности применения лекарственного препарата Кортексин в комплексе реабилитационных мероприятий по вертикализации у пациентов с ишемическим инсультом в остром периоде // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2019. Т.119, № 9. С. 62-67. DOI:10.17116/jnevro201911909162.
21. Goldberger J.J., Arora R., Buckley U., Shivkumar K. Autonomic Nervous System Dysfunction: JACC Focus Seminar // J. Am. Coll. Cardiol. 2019. V.73, № 10. P. 1189-1206. DOI:10.1016/j.jacc.2018.12.064.
22. Певзнер А.В., Зюзина Н.Е., Хеймец Г.И., Рогоза А.Н. Дифференциальная диагностика вазовагального обморока, ортостатической гипотонии и барорефлекторной недостаточности у больной с синкопальными состояниями // Кардиология. 2018. Т.58, № 5. С. 91-96. DOI:10.18087/cardio.2018.5.10126.
23. Quispe R.C., Novak P. Auxiliary Tests of Autonomic Functions // J. Clin. Neurophysiol. 2021. V.38, № 4. P. 262-273. DOI: 10.1097/wnp.0000000000000626.
24. Александрова Е.А., Бородачева И.В., Беляков К.М., Густов А.В., Паршина Е.В., Сулов А.Г. Возможности акселерометрической треморографии для контроля эффективности терапии вегетативно-сосудистой дистонии // Медицинский альманах. 2018. Т.5, № 56. С. 72-76.
25. Милашечкина Е.А., Джандарова Т.И. Функциональное состояние гипоталамо-гипофизарно-адренкортикальной и гипоталамо-гипофизарно-гонадной систем у девушек с вегетососудистой дистонией // Человек. Спорт. Медицина. 2020. Т.20, № 1. С. 21-28. DOI:10.14529/hsm200103.
26. Неудачин Е.В. Обоснование энерготропной терапии вегетативных расстройств у детей // РМЖ. 2018. Т. 2, № 2. С. 107-112.
27. Буряк В.Н. Особенности функциональной активности гипофизарно-тиреоидной системы у детей с вегето-сосудистой дисфункцией по гипотензивному типу, перенесших перинатальное поражение центральной нервной системы // Неврология Сибири. 2020. Т.1, № 7. С. 47-50.
28. Щербакова М.Ю., Артыкова Т.К. Перекисное окисление липидов у детей с вегетативной дисфункцией в различных климатогеографических условиях // Доктор.Ру. 2018. Т.5, № 149. С. 42-46. DOI: 10.31550/1727-2378-2018-149-5-42-46.

REFERENCES

1. Mulkey S.B., du Plessis A.J. Autonomic Nervous System Development and its Impact on Neuropsychiatric Outcome. *Pediatr Res.* 2019;85;2:120-126. DOI: 10.1038/s41390-018-0155-0.
2. Sharapov A.N., Dogadkina S.B., Rubleva L.V., Kmit G.V., Bezobrazova V.N. Functional State of the Cardiovascular System in 13-Year-Old Adolescents with Different Types of Autonomic Nervous Regulation. *Fiziologiya Cheloveka = Human Physiology.* 2017;43;2:31-42 (In Russ.). DOI: 10.1134/S0362119717020141.
3. Shashel V.A., Podporina L.A., Panesh G.B., Ponomarenko D.S., Dobryakov P.Ye. Age-Related Aspects of Vegetative Status in Children with Vegetative Dystonia Syndrome. *Kubanskiy Nauchnyy Meditsinskiy Vestnik = Kuban Scientific Medical Bulletin.* 2017;24;4:169-172 (In Russ.). DOI: 10.25207/1608-6228-2017-24-4-169-172.
4. Fiuza-Luces C., Santos-Lozano A., Joyner M., Carrera-Bastos P., Picazo O., Zugaza J.L., Izquierdo M., Ruizlope L.M., Lucia A. Exercise Benefits in Cardiovascular Disease: Beyond Attenuation of Traditional Risk Factors. *Nat. Rev. Cardiol.* 2018;15;12:731-743. DOI: 10.1038/s41569-018-0065-1.
5. Tvorogova T.M., Zakharova I.N., Pshenichnikova I.I. Autonomic Dysfunctional and Cardiovascular Disease in Children. *Meditsinskiy Sovet = Medical Council.* 2017;19:208-212 (In Russ.). DOI: 10.21518/2079-701X-2017-19-208-212.
6. Chutko L.S., Surushkina S.Yu., Yakovenko Ye.A., Kornishina T.L. Syndrome of Vegetative Dysfunction in Children and Adolescents. Clinical and Psychophysiological Manifestations and Therapy (review). *Praktika Pediatra = Paediatric Practice.* 2019;3:17-21 (In Russ.).
7. Chutko L.S., Kornishina T.L., Surushkina S.YU., Yakovenko Ye.A., Anisimova T.I., Volov M.B. Syndrome of Autonomic Dysfunction in Children and Adolescents. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii Im. S.S. Korsakova = The Korsakov's Journal of Neurology and Psychiatry.* 2018;1:43-49 (In Russ.). DOI: 10.17116/jnevro20181181143-49.
8. Kukhtevich I.I., Aleshina N.I. Vegetative Dystonia Syndrome as a Somatoform Disorder. *Saratovskiy Nauchno-Meditsinskiy Zhurnal = Saratov Journal of Medical Scientific Research.* 2019;15;1:159-162 (In Russ.).
9. Vetsler M.V., Cherkasova V.G., Kovalev M.A., Muravyev S.V., Chaynikov P.N. Affective Disorders and Dyssomnias in University Students Depending on Sports Activities. *Sibirskoye Meditsinskoye Obozreniye = Medical Review.* 2019;1:63-74 (In Russ.). DOI: 10.20333/2500136-2019-1-63-74.
10. Kuchma V.R., Sukhareva L.M., Nadezhdin D.S., Sakharov V.G., Goncharova G.A. The Study of the Psychophysiological and Psychosocial Characteristics of 9—11th Grade Students of Secondary School. *Rossiyskiy Pediatricheskii Zhurnal = Russian Pediatric Journal.* 2017;20;6:346-353. (In Russ.). DOI: 10.18821/1560-9561-2017-20-6-346-353.
11. Edwards T., Spiteri T., Piggott B., Bonhot J. Monitoring and Managing Fatigue in Basketball. *Sports (Basel).* 2018;6;1:19. DOI: 10.3390/sports6010019.
12. Bellavere F., Ragazzi E., Chilelli NC, Lapolla A, Bax G. Autonomic Testing: Which Value for Each Cardiovascular Test? An Observational Study. *Acta Diabetol.* 2019 Jan;56(1):39-43. DOI: 10.1007/s00592-018-1215-y. PMID: 30159748.
13. Illigens B.M.W., Gibbons C.H. Autonomic Testing, Methods and Techniques. *Handb Clin. Neurol.* 2019;160:419-433. DOI: 10.1016/B978-0-444-64032-1.00028-X.
14. Shaffer F., Ginsberg J.P. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Front. Public. Health.* 2017;5:258. DOI: 10.3389/fpubh.2017.00258.
15. Spitsin A.P. Peculiarities of Heart Rate Structure in Young Persons Depending on the Dominant Type of the Vegetative Nervous System. *Kurskiy Nauchno-Prakticheskiy Vestnik Chelovek i Yego Zdorovye = Humans and Their Health.* 2017;3:113-117 (In Russ.). DOI: 10.21626/vestnik/2017-3/19.
16. Ziemssen T., Siepmann T. The Investigation of the Cardiovascular and Sudomotor Autonomic Nervous System-A Review. *Front. Neurol.* 2019;10:53. DOI: 10.3389/fneur.2019.00053.
17. Luchnikova O.V. Estimation of Load Samples by Indicators of Heart Rate Variability for Military Services. *Izvestiya Rossiyskoy Voenno-Meditsinskoy Akademii = Russian Military Medical Academy Reports.* 2020;39;S3-5:70-73 (In Russ.).
18. Magkas N., Tsioufis C., Thomopoulos C., Dilaveris P., Georgiopoulos G., Sanidas E., Papademetriou V., Tousoulis D. Orthostatic Hypotension: From Pathophysiology to Clinical Applications and Therapeutic Considerations. *J. Clin. Hypertens. (Greenwich).* 2019;21;5:546-554. DOI:

- 10.1111/jch.13521.
19. Goldstein D.S., Cheshire W.P. Jr. Beat-to-Beat Blood Pressure and Heart Rate Responses to the Valsalva Maneuver. *Clin. Auton. Res.* 2017;27:6:361-367. DOI: 10.1007/s10286-017-0474-y.
 20. Mashin V.V., Belova L.A., Ayzatullin I.F., Pavlova V.A., Slasten YE.V., Abramova V.V., Belov D.V. Evaluation of the Efficacy and Safety of Application of the Drug Cortexin in the Complex Rehabilitation of Verticalization in Patients with Ischemic Stroke in the Acute Period. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii im. S.S. Korsakova = The Korsakov's Journal of Neurology and Psychiatry.* 2019;119:9:62-67 (In Russ.). DOI: 10.17116/jnevro201911909162.
 21. Goldberger J.J., Arora R., Buckley U., Shivkumar K. Autonomic Nervous System Dysfunction: JACC Focus Seminar // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2019;73;10:1189-1206. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.12.064.
 22. Pevzner A.V., Zyuzina N.Ye., KHeymets G.I., Rogoza A.N. Differential Diagnostics of Vasovagal Fainting, Orthostatic Hypotension and Baroreflex Failure in a Patient With Syncope. *Kardiologiya = Kardiologiya.* 2018;58;5:91-96 (In Russ.). DOI: 10.18087/cardio.2018.5.10126.
 23. Quispe R.C., Novak P. Auxiliary Tests of Autonomic Functions // *J. Clin. Neurophysiol.* 2021;38;4:262-273. DOI:10.1097/WNP.0000000000000626.
 24. Aleksandrova Ye.A., Borodacheva I.V., Belyakov K.M., Gustov A.V., Parshina Ye.V., Suslov A.G. Accelerometric Tremorography Opportunities for Monitoring Vegetative-vascular Dystonia Therapy Effectiveness. *Meditinskiy Almanakh = Medical Almanac.* 2018;5;56:72-76 (In Russ.). DOI: 10.21145/2499-9954-2018-5-72-76.
 25. Milashechkina Ye.A., Dzhandarova T.I. Functional Status of the Hypothalamic-Pituitary-Adrenocortical and Hypothalamic-Pituitary-Gonadal Systems in Females with Vascular Dystonia. *Chelovek. Sport. Meditsina = Human. Sport. Medicine.* 2020;20;1:21-28 (In Russ.). DOI: 10.14529/hsm200103.
 26. Neudakhin Ye.V. Substantiation of Energotropic Therapy of Vegetative Disorders in Children. *RMZH (Russkiy Meditsinskiy Zhurnal).* 2018;2;2:107-112 (In Russ.).
 27. Buryak V.N. Features of Functional Activity of the Hypophysis-thyroid System in Children with a Vegeto-vascular Dysfunction by a Hypotensive Type Aftering a Perinatal Disease of the Central Nervous System. *Nevrologiya Sibiri.* 2020;1;7:47-50 (In Russ.).
 28. Shcherbakova M.Yu., Artykova T.K. Lipid Peroxidation in Children with Vegetative Dysfunction in Various Climatic and Geographical Conditions. *Doktor.Ru = Doctor.Ru.* 2018;5;149:42-46 (In Russ.). DOI: 10.31550/1727-2378-2018-149-5-42-46.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.

Поступила: 01.08.2022. **Принята к публикации:** 28.08.2022.

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

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.

Article received: 01.08.2022. **Accepted for publication:** 28.08.2022