

УДК 616.12/13-072.1-055.1-053.6
DOI: 10.18413/2075-4728-2018-41-1-46-55

НАГРУЗОЧНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КАРДИОВАСКУЛЯРНОЙ СИСТЕМЫ МАЛЬЧИКОВ-ПОДРОСТКОВ ПРЕДПРИЗЫВНОГО ВОЗРАСТА

LOADING TESTING IN EVALUATING THE FUNCTIONAL STATE OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF BOYS OF ADOLESCENT AGE

Е.В. Пшеничная
E.V. Pshenichnaya

Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького
Украина, 283003, г. Донецк, пр. Ильича, д. 16

Donetsk National Medical University name M. Gorky
Ukraine, 283003, Donetsk, Pylich Av., 16

E-mail: PshenichnayaL@yandex.ru

Аннотация

Нами проведено изучение динамики электрофизиологических процессов, протекающих в миокарде в ответ на физическую нагрузку, у мальчиков-подростков предпризывного возраста с субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии. Степень физической тренированности обследуемого и его способность переносить нагрузку нами оценивалась с помощью тредмилл-теста, проведенного по протоколу Bruce у 192 мальчиков-подростков предпризывного возраста 4-х ранее выделенных подгрупп с субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии (основная группа) и 50 детям группы контроля. Мальчики-подростки с субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии отличались разным уровнем толерантности к физической нагрузке. Физиологический средний уровень толерантности был констатирован у 67 (34.9±3.4%) подростков основной группы, а также в четверти случаев (24.0±3.1%) – наименее благоприятный гипотонический тип реакции гемодинамики на нагрузку, у 44.8±3.6% обследованных – дистонический тип. Низкий хронотропный индекс зарегистрирован у подростков основной группы достоверно чаще в сравнении с соответствующим показателем группы контроля.

Abstract

We conducted a study of the dynamics of electrophysiological processes occurring in the myocardium in response to physical exertion in adolescent boys with subclinical forms of cardiovascular pathology. The degree of physical fitness of the subject and his ability to withstand the load were evaluated by means of a treadmill test carried out according to the protocol Bruce 192 to adolescent boys with subclinical forms of cardiovascular pathology (main group) divided into 4 subgroups: I subgroup 53 adolescent boys with high normal blood pressure or "prehypertension", subgroup II – 45 teenagers with dyslipidemia, impaired glucose tolerance and prehypertension – metabolic syndrome, III subgroup – 51 boys with cardiac arrhythmias, IV subgroup – 43 teenage boys with pathological forms of geometry infarction and 50 healthy peers control group. The adolescent boys of the main group differed in their different levels of tolerance to physical activity. The physiological average level of tolerance was found in 67 (34.9±3.4%) adolescents and in a quarter of cases (24.0±3.1%) – the least favorable hypotonic type of hemodynamic reaction to the load, 44.8±3.6% of the examined patients had a dystonic type. A low chronotropic index was registered in adolescents of the main group significantly more often in comparison with the corresponding index of the control group.

Ключевые слова: тредмилл-тест, сердечно-сосудистая система, мальчики-подростки.

Keywords: treadmill test, cardiovascular system, adolescent boys.

Введение

Общеизвестно, что тренировка является целенаправленным апробированием функциональных возможностей организма. Доказано, что тренировочный процесс рассматривают как мощный стрессорный фактор, способствующий, с одной стороны, – активизации психофизических ресурсов тренирующегося, а с другой, – смещению показателей гомеостаза в пределах, так называемых, нормальных значений, увеличивая напряжение регуляторных систем, прежде всего, сердечно-сосудистой [Гаврилова, 2007; Школьников., 2010].

Оценка адаптационных резервов сердечно-сосудистой системы у подростков, особенно, желающих обучаться в специализированных учебных заведениях с усиленными физическими нагрузками, важна для составления рекомендаций по индивидуальному двигательному режиму (возможность занятия физкультурой или спортом), определения вида нагрузок (аэробные, анаэробные, статические, динамические), оптимальной частоты сердечных сокращений во время нагрузок, предложений по интенсивности, характеру занятий на уроке физкультуры или на тренировке в спортивной секции, повышению кардиореспираторной выносливости, составлению адекватных лечебно-реабилитационных мероприятий [Вейн, 1991; Александров, Зволинская, 2010].

Согласно определению Петленко В.П., Давиденко Н.Г. [2001], адаптационный резерв – это возможность клеток, тканей, органов, систем органов и целостного организма противостоять воздействию различного вида нагрузок, адаптироваться к этим нагрузкам, минимизируя их воздействие на организм и обеспечивая должный уровень эффективности деятельности человека. Это функциональные возможности, используемые для поддержания баланса между внешней средой и организмом, по существу, критерий физического здоровья.

Цель

Цель исследования – определение физической работоспособности мальчиков-подростков с различными субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии.

Задачи исследования:

1. Определение уровня толерантности к физической нагрузке мальчиков-подростков с различными субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии.
2. Определение типа реакции гемодинамики на физической нагрузку у мальчиков-подростков с различными субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии.
3. Определение времени достижения субмаксимальной ЧСС во время тредмилл-теста у мальчиков-подростков с различными субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии.
4. Определение динамики хронотропного индекса во время тредмилл-теста у мальчиков-подростков с различными субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии.
5. Определение времени восстановления ЧСС в постнагрузочном периоде тредмилл-теста у мальчиков-подростков с различными субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии.

Материалы и методы исследования

Степень физической тренированности обследуемого и его способность переносить нагрузку нами оценивалась с помощью тредмилл-теста (ТТ), проведенного по протоколу Bruce у 192 мальчиков-подростков предпризывного возраста 4-х ранее выделенных подгрупп с субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии (основная группа): I подгруппа – 53 мальчиков-подростков – с высоким нормальным артериальным давлением или «предгипертензией» (ВНАД), II подгруппа – 45 подростков с дислипидемией, нарушением толерантности к глюкозе и предгипертензией – мозаичный метаболический синдром (МС), III подгруппа – 51 мальчиков с нарушениями ритма сердца (НРС), IV под-

группа – 43 мальчиков-подростков с патологическими формами геометрии миокарда (ГМ) и 50 детям группы контроля. Уровень толерантности к физической нагрузке (ТФН) определяли согласно критериям Тавровской Т.В. [2007], где уровень ниже среднего соответствовал 8.6 МЕТ, средний – 10.2 МЕТ, выше среднего – 11.5 МЕТ, высокий – 13.3 МЕТ.

Результаты и их обсуждение

Результаты полученных исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Уровень толерантности к физической нагрузке у мальчиков-подростков с субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии
The level of tolerance to physical activity in adolescent boys with subclinical forms of cardiovascular pathology

Уровень толерантности к физической нагрузке	Группа контроля, n=50		I подгруппа ВНАД, n=53		II подгруппа МС, n=45		III подгруппа НРС, n=51		IV подгруппа ГМ, n=43	
	абс.	M±m %	абс.	M±m %	абс.	M±m %	абс.	M±m %	абс.	M±m %
Ниже среднего	7	14.0±4.9	16	30.2±6.3*	14	31.1±6.9*	11	21.6±5.8	8	18.6±5.9
Средний	19	38.0±6.9	18	34.0±6.5	17	37.8±7.2	17	33.3±6.6	15	34.9±7.3
Выше среднего	17	34.0±6.7	14	26.4±6.1	9	20.0±6.0	14	27.5±6.2	14	32.6±7.1
Высокий	7	14.0±4.9	5	9.4±4.0	5	11.1±4.7	9	17.6±5.3	6	14.0±5.3

Примечание: * – различие достоверно ($p < 0.05$) в сравнении с группой контроля
Note: * – the difference is significant ($p < 0.05$) in comparison with the control group

Как видно из табл. 1, мальчики-подростки с субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии отличались разным уровнем толерантности к физической нагрузке: от ниже среднего (49 человек, 25.5±3.1%, достоверно чаще ($p < 0.05$) в сравнении с группой контроля), к высокому – 25 подростков, 13.0±2.4%, сопоставимо с группой контроля (7 обследованных, 14.0±4.9%). Физиологический средний уровень толерантности был констатирован у 67 (34.9±3.4%) подростков основной группы, сопоставимо с группой контроля (19 мальчиков, 38.0±6.9%). Выше средней толерантность к нагрузке одинаково часто регистрировалась как у мальчиков основной группы: 51 чел. (26.6±3.2%), так и среди здоровых сверстников – 17 чел., 34.0±6.7%.

В обсуждаемых подгруппах достоверно чаще ($p < 0.05$) уровень толерантности к физической нагрузке ниже среднего в сравнении с группой контроля установлен у подростков I подгруппы ВНАД и II подгруппы – МС.

Вместе с тем, при составлении рекомендаций по двигательному режиму мальчикам-подросткам представляется недостаточным констатация только факта имеющейся толерантности. В подобных случаях важным при исследовании ТТ следует считать определение типа реакции гемодинамики на физическую нагрузку (табл. 2).

Согласно данным табл. 2, в группе контроля достоверно ($p < 0.001$) преобладал нормотонический тип реакции на нагрузку, на втором, по частоте встречаемости, месте оказался дистонический тип, наименьшее число составили мальчики-подростки с гипотоническим типом.

Во всех подгруппах обследуемых основной группы распределение типов реакции гемодинамики на нагрузку достоверно отличалось от такового группы контроля в сторону преобладания патологических его вариантов.



Таблица 2
Table 2

Тип реакции гемодинамики на физическую нагрузку у мальчиков-подростков с субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии
Type of response of hemodynamics to physical activity in adolescent boys with subclinical forms of cardiovascular pathology

Тип реакции гемодинамики на нагрузку	Группа контроля, n=50		I подгруппа ВНАД, n=53		II подгруппа МС, n=45		III подгруппа НРС, n=51		IV подгруппа ГМ, n=43	
	абс.	M±m %	абс.	M±m %	абс.	M±m %	абс.	M±m %	абс.	M±m %
нормотонический	37	74.0±6.2	13	24.5±5.9* **	14	31.1±6.9*	24	47.1±7.0*	9	20.9±6.2*
дистонический	9	18.0±5.4	28	52.8±6.9*	17	37.8±7.2*	18	35.3±6.7*	23	53.5±7.6
гипотонический	4	8.0±3.8	12	22.6±5.7*	14	31.1±6.9*	9	17.6±5.3	11	25.6±6.7

Примечание: * – различие достоверно (p<0.001) в сравнении с группой контроля;
** – различие достоверно (p<0.001) в сравнении с III подгруппой НРС

Так, в I подгруппе ВНАД достоверно (p<0.001), в сравнении с группой контроля и III подгруппой НРС, преобладал дистонический тип реакции, а нормотонический тип констатирован только у четверти обследуемых. Во II подгруппе МС нормотонический тип встречался чаще – в 14 (31.1±6.9) случаях, в то же время патологические типы, а именно, дистонический и гипотонический распределились примерно поровну: у 17 (37.8±7.2%) и 14 (31.1±6.9%), соответственно. В III подгруппе с НРС нормотонический тип гемодинамики установлен почти у половины подростков. Примечательно, что в данной подгруппе частота гипотонического типа реакции гемодинамики на нагрузку преобладала, однако, достоверно не отличалась от таковой в группе контроля. В IV подгруппе ГМ также, как и в I подгруппе ВНАД достоверно (p<0.001), в сравнении с группой контроля, преобладал дистонический тип реакции. В этой же подгруппе в сравнении с другими подгруппами реже всего у обследуемых констатировали нормотонический тип реакции гемодинамики – только у каждого пятого подростка.

Анализируя данные исследования, мы принимали во внимание, что нормотонический тип реакции является наиболее благоприятным и отражает хорошую приспособляемость к физической нагрузке [Петрова, Ванюшин., 2014].

Определяемый у подростков гипотонический тип реакции свидетельствует о нарушении регуляторных механизмов, которые способствуют экономичному функционированию сердца. Данный тип чаще наблюдается при хроническом перенапряжении центральной нервной или сердечно-сосудистой системы. Известно, что гипотонический тип реакции характеризуется резким, неадекватным нагрузке, возрастанием ЧСС, отсутствием значимых изменений со стороны АД, замедленным восстановлением ЧСС. Гипотонический тип считается наименее благоприятным, так как, согласно ряду исследований, неспособность обследуемого увеличивать АД в соответствии с возрастающими нагрузками косвенно свидетельствует о неадекватной инотропной функции сердца [Курашвили, 2010; Mitten et al., 2015]. Обращает внимание, что в целом, у подростков основной группы в четверти случаев (24.0±3.1%) констатирован именно этот, наименее благоприятный тип реакции гемодинамики на нагрузку.

Дистонический тип, который зарегистрирован у 44.8±3.6% подростков основной группы, характеризуется значительным приростом систолического АД, значительным снижением диастолического давления (ниже 40 мм.рт.ст., иногда до нулевого значения) и является вариантом нормы при условии возвращения диастолического АД к исходным величинам на 1–3 минутах периода восстановления. Данный тип реакции на нагрузку мо-



жет быть результатом ограничения двигательной активности, показателем детренированности или злоупотреблением нагрузками, неадекватными возможностям тренирующегося [Макарова, 2003; Машанская, 2014, Чернявских и др., 2014].

Таким образом, у 132 (68.8±3.3%) мальчиков-подростков с субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии констатированы патологические типы реакции гемодинамики на физическую нагрузку, что оказалось достоверно чаще ($p < 0.001$), чем среди подростков в группе контроля. При этом, нормотонический тип реакции реже всего встречался в I подгруппе ВНАД и IV подгруппе ГМ, что, вероятно, указывает на существенное патологическое влияние измененного артериального давления и геометрии миокарда на функционирование ССС в условиях физических нагрузок.

Частотная характеристика сердца, не без оснований, рассматривается как важнейший показатель функционального состояния сердечно-сосудистой системы, меняющийся в зависимости от силы влияния на сердце различных внутренних и внешних факторов. Для удовлетворения потребности работающих мышц в питательных веществах и кислороде в условиях малого ударного объема, сердце вынуждено сокращаться чаще, что считается неэкономной работой. Высокая частота сердцебиений у здоровых подростков в состоянии относительного покоя указывает на запаздывание становления холинергических истоков гомеостаза [Петрова, Ванюшин, 2014], т.е. на недостаточную зрелость вегетативной нервной системы.

Существенную информацию частота сердечных сокращений несет при характеристике переходных процессов – от состояния покоя к нагрузке, от одной нагрузки к другой и т.д. [Яковлева и др., 2011; Aliot et al., 2009]. Анализ данного показателя является традиционным при рассмотрении периода вработывания, устойчивого состояния и восстановления после выполненной работы. При этом изменение частоты сердцебиений в условиях физической нагрузки зависит от возможностей адаптации сердца к мышечным нагрузкам [Курашвили, 2010; Чернявских и др., 2014].

В ходе проведения нагрузочного тестирования мониторинг и оценка динамики ЧСС проводили непрерывно. Именно на показатель ЧСС ориентировались при принятии решения о прекращении нагрузки, если отсутствовали клинические или ЭКГ-изменения. Еще до начала исследования вычисляли максимальную ЧСС для обследуемого, на основе которой рассчитывали субмаксимальную (пиковую или целевую) ЧСС, которую обследуемый должен был достичь в ходе теста. Нормальная продолжительность достижения субмаксимальной ЧСС – от 9 до 12 минут. Более раннее достижение является одним из признаков снижения ТФН, более позднее – неспособности увеличения ЧСС адекватно возрастающей нагрузке. Полученные результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3
Table 3

Время достижения субмаксимальной ЧСС во время тредмилл-теста мальчиками-подростками с субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии
Time to reach submaximal heart rate during treadmill test by adolescent boys with subclinical forms of cardiovascular pathology

Время достижения субмаксимальной ЧСС	Группа контроля, n=50		I подгруппа ВНАД, n=53		II подгруппа МС, n=45		III подгруппа НРС, n=51		IV подгруппа ГМ,	
	абс.	M±m %	абс.	M±m %	абс.	M±m %	абс.	M±m %	абс. abs.	M±m %
<9 мин.	12	24.0±6.0	8	15.1±4.9**	15	33.3±7.0	11	21.6±5.8	19	44.2±7.6*
9–12 мин.	31	62.0±6.9	33	62.3±6.7 **	17	37.8±7.2*	29	56.9±6.9	13	30.2±7.0*
>12 мин.	7	14.0±4.9	12	22.6±5.7	13	28.9±6.8	11	21.6±5.8	11	25.6±6.7

Примечание: * – различие достоверно ($p < 0.001$) в сравнении с группой контроля; ** – различие достоверно ($p < 0.001$) в сравнении с IV подгруппой ГМ

Согласно данным, представленным в табл. 3, нормальная продолжительность достижения субмаксимальной ЧСС у мальчиков-подростков II подгруппы МС и IV подгруппы ГМ встречалась достоверно ($p < 0.001$) реже в группе контроля.

Преждевременное достижение субмаксимальной ЧСС в IV подгруппе ГМ регистрировалось достоверно чаще, чем в группе контроля.

Частота позднего, более 12 минут, достижения субмаксимальной ЧСС наиболее приближенной соответствующему показателю в группе контроля отмечена у подростков III подгруппы НРС, наиболее отличающейся – у обследуемых II подгруппы МС. При этом во всех группах разница между соответствующими показателями не достигала степени статистической достоверности.

Еще одним, не менее важным показателем, получаемым при проведении тредмилл-теста считается хронотропный индекс (ХИ), который отражает способность сердечно-сосудистой системы обследуемого к адекватному подъему ЧСС в соответствии с гемодинамическими потребностями. Полученные результаты данного показателя отражены на рис. 1.

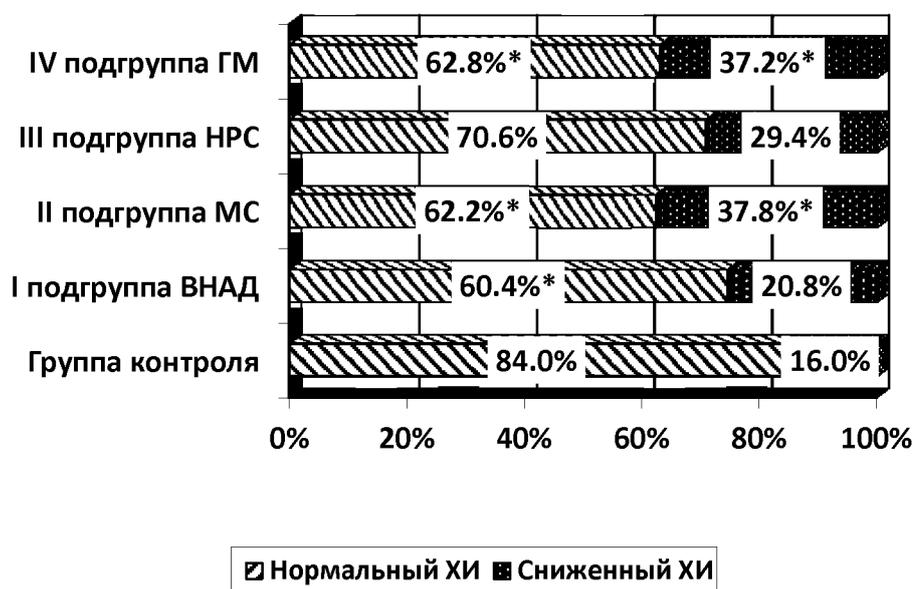


Рис. 1. Динамика хронотропного индекса во время тредмилл-теста у мальчиков-подростков с субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии, * – различие достоверно ($p < 0.001$) в сравнении с соответствующими показателями группы контроля

Fig. 1. Dynamics of the chronotropic index during the treadmill test in adolescent boys with subclinical forms of cardiovascular pathology, * – the difference is significant ($p < 0.001$) in comparison with the corresponding parameters of the control group

Согласно данным рис. 1, в группе контроля нормальный ХИ констатирован достоверно чаще, чем в I подгруппе ВНАД, II подгруппе МС и IV подгруппе ГМ.

В то же время, низкий ХИ регистрировался у подростков II подгруппы МС и IV подгруппы ГМ достоверно чаще в сравнении с соответствующим показателем группы контроля. Обращало внимание, что каждый пятый обследованный из I подгруппы ВНАД и каждый третий из III подгруппы НРС также были неспособны адекватно повысить ЧСС на высоте нагрузки.

Как известно, хронотропный индекс характеризует прирост ЧСС по сравнению с ее исходным уровнем. Снижение ХИ встречается в норме у тренированных спортсменов. Сердце расходует меньше энергии, если сокращается реже, но с большей силой, что дает ему возможность вытолкнуть максимальное количество оксигенированной крови при минимальных затратах [Михайлов, 2005; Рахимов, 2015; Рылова и др., 2016.].

Согласно Абзалову Р.Р и др. [2016], определение гемодинамических параметров в период реституции, особенности хронотропной реакции сердца после выполнения мышечной нагрузки также чрезвычайно важны и информативны для оценки ТФН обследуемого. Физиологические процессы, обеспечивающие восстановление, измененных при работе функций организма, называются восстановительными, а время в течение которого происходит восстановление – восстановительным периодом [Скуратова, 2012, Михайлов, 2005]. Изменения показателей частоты сердечных сокращений и АД в восстановительном периоде свидетельствуют о важнейших регуляторных перестройках в организме и используются в качестве показателей кардиореспираторной выносливости [Курашвили, 2010; Погодина и др., 2016; Efremova O.A. et al., 2013].

Результаты анализа восстановления ЧСС в постнагрузочный период приведены в табл. 4.

Таблица 4

Table 4

Восстановление ЧСС в постнагрузочном периоде тредмилл-теста
у мальчиков-подростков с субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии
Recovery of heart rate in after-activity period treadmill test
in adolescent boys with subclinical forms of cardiovascular disease

Восстановление ЧСС	Группа контроля, n=50		I подгруппа ВНАД, n=53		II подгруппа МС, n=45		III подгруппа НРС, n=51		IV подгруппа ГМ, n=43	
	абс.	M±m %	абс.	M±m %	абс.	M±m %	абс.	M±m %	абс.	M±m %
нормальное	39	78.0±5.9	34	64.2±6.6	27	60.0±7.3	39	76.5±5.9	24	55.8±7.6
замедленное	11	22.0±5.9	19	35.8±6.6	18	40.0±7.3	12	23.5±5.9	17	39.5±7.5

Как следует из табл. 4, в основной группе обследованных детей частота нормально-го восстановления ЧСС во всех подгруппах была ниже, чем в контрольной группе, однако, не достигая степени достоверности. Частота встречаемости замедленного восстановления ЧСС в основной группе статистически значимо не отличалась от группы контроля.

Результаты анализа восстановления АД в постнагрузочный период приведены в табл. 5.

Таблица 5

Table 5

Восстановление АД в постнагрузочном периоде тредмилл-теста
у мальчиков-подростков с субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии
Recovery of blood pressure in the after-activity period of the treadmill test
In adolescent boys with subclinical forms of cardiovascular disease

Восстановление АД	Группа контроля, n=50		I подгруппа ВНАД, n=53		II подгруппа МС, n=45		III подгруппа НРС, n=51		IV подгруппа ГМ, n=43	
	абс.	M±m %	абс.	M±m %	абс.	M±m %	абс.	M±m %	абс.	M±m %
нормальное	38	76.0±6.0	29	54.7±6.8*	31	68.9±6.9	40	78.4±5.8	22	51.2±7.6*
замедленное	12	24.0±6.0	24	45.3±6.8*	14	31.1±6.9	11	21.6±5.8	21	48.8±7.6*

Примечание: * – различие достоверно ($p < 0.001$) в сравнении с группой контроля

Согласно данным табл. 5, статистически значимые различия времени восстановления АД с группой контроля выявлены у обследованных подростков I подгруппы ВНАД и IV подгруппы ГМ. Так, в I подгруппе ВНАД нормальное восстановление АД констатировано достоверно реже, чем в группе контроля, а замедленное, соответственно, достоверно чаще. Такое же соотношение установлено в IV подгруппе ГМ. Примечательно, что в III подгруппы НРС нормальное восстановление встречалось чаще, чем в группе контроля, однако, не достигая статистически значимой разницы.

Полученные результаты свидетельствуют о наличии в I подгруппе ВНАД и IV подгруппе ГМ подростков с «неблагоприятным» вариантом реакции на физическую нагрузку. Замедленное восстановление ЧСС и АД свидетельствует о недостаточной тренированности и снижении адаптационных резервов ССС обследованных мальчиков-подростков.

В периоде восстановления, после окончания работы, нормализуется внутренняя среда организма, удаляются продукты метаболизма, восстанавливаются энергетические ресурсы, пластические вещества и ферменты, израсходованные за время работы. В этот период происходит сложная перестройка морфологических структур, функциональных свойств и регуляторных механизмов, что обеспечивает повышение общей и специальной работоспособности. Характер изменений сердечной деятельности в восстановительном периоде позволяет судить о степени утомления и является значимым индикатором для адекватного дозирования физических нагрузок и продолжительности необходимого отдыха. В исследованиях Рахимова М.И. и др. [2015] достоверное снижение показателей частоты сердечных сокращений происходило у подростков на 1-й минуте восстановительного периода. Завышенные показатели частоты сердцебиений на 5-й минуте восстановления говорят о необходимости продления времени восстановительного периода после выполнения нагрузки большой мощности у подростков.

Выводы

1. Мальчики-подростки с субклиническими формами сердечно-сосудистой патологии обладают более низкими адаптационными резервами сердечно-сосудистой системы в сравнении с мальчиками группы контроля.

2. Неблагоприятные варианты реакции на физическую нагрузку различались в выделенных подгруппах.

3. Патологические реакции гемодинамики, низкий хронотропный индекс; замедленное восстановление ЧСС, замедленное восстановление АД более часто имели место в I подгруппе мальчиков-подростков с высоким нормальным артериальным давлением, во II подгруппе с метаболическим синдромом МС и в IV подгруппе с патологическими формами геометрии миокарда.

4. Относительно «благоприятный» вариант реакции на физическую нагрузку констатирован в III подгруппе мальчиков-подростков с нарушениями ритма сердца.

Таким образом, тредмил-тест позволил оценить толерантность здоровых детей к физической нагрузке; определить риск развития неблагоприятных реакций сердечно-сосудистой системы во время спортивных тренировок; что необходимо учитывать при составлении индивидуальных рекомендаций по оптимизации физической активности (тип, плотность тренировок, допустимая ЧСС, виды спортивных занятий) и выбору дальнейшей профессии.

Список литературы

References

1. Абзалов Р.Р., Абзалов Н.И., Хасанов Т.К., Абзалов Р.А. 2016. Насосная функция сердца в контексте повышения эффективности скоростной выносливости спортсменов. Теория и практика физической культуры, 1: 16–18.

Abzalov R.R., Abzalov N.I., Hasanov T.K., Abzalov R.A. 2016. Nasosnaya funkciya serdca v kontekste povysheniya effektivnosti skorostnoj vynoslivosti sportsmenov. [Pumping function of the heart in the context of increasing the efficiency of speed endurance athletes]. Teorija i praktika fizicheskoj kul'tury, 1: 16–18. (in Russian)

2. Александров А.А., Зволинская Е.Ю. 2010. Оценка риска развития сердечно-сосудистых заболеваний у лиц молодого возраста. Кардиология, 8: 37–47.

Aleksandrov A.A., Zvolinskaja E.Ju. 2010. Ocenka riska razvitiya serdechno-sosudistyx zabolevanij u lic molodogo vozrasta. [Assessment of the risk of developing cardiovascular diseases in young people]. Kardiologija, 8: 37–47. (in Russian)

3. Вейн А.М. 1991. Заболевания вегетативной нервной системы. М., Медицина, 623.

- Vejn A.M. 1991. Zabolevanija vegetativnoj nervnoj sistemy. [Diseases of the autonomic nervous system]. M., Medicine, 623. (in Russian)
4. Гаврилова Е.А. 2007. Спортивное сердце: стрессорная кардиопатия. М., Советский спорт, 200.
- Gavrilova E.A. 2007. Sportivnoe serdce: stressornaja kardiopatija [Sports heart: stress cardiopathy]. M., Sovetskij sport, 200. (in Russian)
5. Курашвили В.А. 2010. Исследование физиологических механизмов у бегунов на различные дистанции. Вестник спортивных инноваций, 18: 21–22.
- Kurashvili V.A. 2010. Issledovanie fiziologicheskix mexanizmov u begunov na razlichnye distancii. [Investigation of physiological mechanisms in runners at different distances]. Vestnik sportivnyh innovacij, 18: 21–22. (in Russian)
6. Макарова Г.А. 2003. Спортивная медицина. М., Советский спорт, 480.
- Makarova G.A. 2003. Sportivnaya medicina. [Sports medicine]. M., Sovetskij sport, 480. (in Russian)
7. Машанская А.В. 2014. Пробы с дозированной физической нагрузкой у подростков с артериальной гипертензией. Сибирский медицинский журнал, 129 (6): 23-28.
- Mashanskaya A.V. 2014. Proby s dozirovannoj fizicheskoj nagruzkoj u podrostkov s arterial'noj gipertenziej. [Samples with dosed physical activity in adolescents with arterial hypertension]. Sibirskij medicinskij zhurnal, 129 (6): 23-28. (in Russian)
8. Михайлов В.М. 2005. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмилл-тест, степ-тест, ходьба. Иваново: А-Гриф, 440.
- Mihajlov V.M. 2005. Nagruzochnoe testirovanie pod kontrolem E'KG: veloe'rgometriya, treadmill-test, step-test, hod'ba. [Stress testing under the control of ECG: veloergometry, treadmill test, step test, walking]. Ivanovo: A-Grif, 440. (in Russian)
9. Петленко В.П., Давиденко Н.Г. 2001. Валеология – перспективное научно-педагогическое направление XXI века. Теория и практика физической культуры, 6: 9–13.
- Petlenko V.P., Davidenko N.G. 2001. Valeologiya – perspektivnoe nauchno-pedagogicheskoe napravlenie XXI veka. [Valeology is a promising scientific and pedagogical direction of the 21st century]. Teoriya i praktika fizicheskoj kul'tury, 6: 9–13. (in Russian)
10. Петрова В.К., Ванюшин Ю.С. 2014. Адаптация сердца растущего организма к функциональным нагрузкам. Казань, Отечество, 141.
- Petrova V.K., Vanjushin Ju.S. 2014. Adaptacija serdca rastushhego organizma k funkcional'nym nagruzkam [Adaptation of the heart of a growing organism to functional loads]. Kazan, Otechestvo, 141. (in Russian)
11. Погодина А.В., Машанская А.В., Данилюк Л.В., Рычкова Л.В., Мандзяк Т.В., Кравцова О.В. 2016. К обоснованию рациональных тренировочных программ для детей и подростков с избыточной массой тела и ожирением. Вопросы практической педиатрии, 11 (3): 26-31.
- Pogodina A.V., Mashanskaya A.V., Danilyuk L.V., Rychkova L.V., Mandzyak T.V., Kravcova O.V. 2016. K obosnovaniyu racional'nyx trenirovochnyx programm dlya detej i podrostkov s izbytočnoj massoj tela i ozhireniem. [To the rationale of rational training programs for children and adolescents with excessive body weight and obesity]. Voprosy prakticheskoj pediatrii, 11 (3): 26-31. (in Russian)
12. Рахимов М.И. 2015. Особенности хронотропной реакции сердца детей и подростков на физическую нагрузку. Фундаментальные исследования, 2: 3536-3538.
- Rahimov M.I. 2015. Osobennosti khronotropnoj reakcii serdca detej i podrostkov na fizicheskuyu nagruzku. [Features of the chronotropic reaction of the heart of children and adolescents to physical activity]. Fundamental'nye issledovaniya, 2: 3536-3538. (in Russian)
13. Рылова Н.В., Биктимирова А.А., Серeda А.П., Назаренко А.С., 2016. Зависимость уровня максимального потребления кислорода от вида физической нагрузки. Наука и спорт: современные тенденции, 4 (13): 35-40.
- Rylova N.V., Biktimirova A.A., Sereda A.P., Nazarenko A.S., 2016. Zavisimost' urovnya maksimal'nogo potrebleniya kisloroda ot vida fizicheskoj nagruzki. [Dependence of the level of maximum oxygen consumption on the type of physical activity]. Nauka i sport: sovremennye tendencii, 4 (13): 35-40. (in Russian)
14. Скуратова Н.А., Беляева Л.М. 2012. Значение тредмилл-теста и кардиоинтервалографии в «спорных» вопросах допуска детей к занятиям спортом. Проблемы здоровья и экологии, 2 (32): 95-99.
- Skuratova N.A., Belyaeva L.M. 2012. Znachenie treadmill-testa i kardiointervalografii v «spornyx» voprosax dopuska detej k zanyatijam sportom. [The significance of the treadmill test and car-

diointervalography in the "contentious" questions of admission of children to sports]. *Problemy zdorov'ya i e'kologii*, 2 (32): 95-99. (in Russian)

15. Тавровская Т.В. 2007. Велозергметрия. Практическое пособие для врачей. Санкт-Петербург, Нео, 138.

Tavrovskaja T.V. 2007. *Velojergometrija. Prakticheskoe posobie dlja vrachej* [Veloergometry. A practical guide for doctors]. Sankt-Peterburg, Neo, 138. (in Russian)

16. Чернявских С.Д., Голдаева К.А., Дрыганова Л.А., Филиппенко Е.Г. 2014. Функциональные особенности сердечно-сосудистой системы у юношей призывного возраста. Научный результат. Серия «Физиология», 2: 33–40.

Chernjavskih S.D., Goldaeva K.A., Dryganova L.A., Filippenko E.G. 2014. *Funkcional'nye osobennosti serdechno-sosudistoj sistemy u yunoshej prizuynogo vozrasta*. [Functional features of the cardiovascular system in young men of conscript age]. *Nauchnyj rezul'tat. Serija «Fiziologija»*. 2: 33–40. (in Russian)

17. Школьников М.А. 2010. Сердечные аритмии и спорт – грань риска. Российский вестник перинатологии и педиатрии, 2: 4–6.

Shkol'nikova M.A. 2010. *Serdechnye aritmii i sport – gran' riska*. [Cardiac arrhythmias and sports – the brink of risk]. *Rossijskij vestnik perinatologii i pediatrii*, 2: 4–6. (in Russian)

18. Яковлева Т.В., Иванова А.А., Модестов А.А. 2011. Основные направления модернизации для улучшения системы здравоохранения детей и подростков. Российский педиатрический журнал, 3: 37–39.

Jakovleva T.V., Ivanova A.A., Modestov A.A. 2011. *Osnovnye napravleniya modernizacii dlya uluchsheniya sistemy zdavoohraneniya detej i podrostkov*. [The main areas of modernization to improve the health of children and adolescents]. *Rossijskij pediatricheskij zhurnal*, 3: 37–39. (in Russian)

19. Aliot E.M., Stevenson W.G., Almendral-Garrote J.M., Bogun F., Calkins C.H., Delacretaz E., Bella P.D., Hindricks G., Jaïs P., Josephson M.E., Kautzner J., Kay G.N., Kuck K.H., Lerman B.B., Marchlinski F., Reddy V., Schalij M.J., Schilling R., Soejima K., Wilber D. 2009. European Heart Rhythm Association. Heart Rhythm Society Expert Consensus on Catheter Ablation of Ventricular Arrhythmias. *Europace*. 11: 771-817

20. Efremova O.A., Nikitin V.M., Lipunova E.A., Anohin D.A., Kamyshnikova L.A. 2013. Estimate of the effectiveness of intelligent information system of early diagnosis and prognosis of cardiovascular disease. *World Applied Sciences Journal*. 26 (9): 1204-1208.

21. Maron B.J., Doerer J.J., Haas T.S. 2009. Sudden deaths in young competitive athletes Analysis of 1866 Deaths in the United States 1980–2006. *Circulation*. 119: 1085-1092.

22. Mitten M.J., Zipes D.P., Maron B.J., Bryant W.J., Tierney D.M., Mueller F.O. 2015. Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Task Force 15: Legal Aspects of Medical Eligibility and Disqualification Recommendations. *Circulation*. 1; 132 (22): 346–349.