

Влияние физической нагрузки на электрофизиологические процессы в миокарде желудочков у детей-спортсменов

А.В. Шумов^{1,2}, Н.В. Краева¹, В.И. Макарова^{1,2}

¹ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России, Архангельск, Россия;

²ФГБУЗ «Северный медицинский клинический центр им. Н.А. Семашко» ФМБА, Архангельск, Россия

The effect of physical activity on electrophysiological processes in the ventricular myocardium in child-athletes

A.V. Shumov^{1,2}, N.V. Kraeva¹, V.I. Makarova^{1,2}

¹Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia;

²Semashko Northern Medical Clinical Center, Arkhangelsk, Russia

Дизадаптационные процессы в сердечно-сосудистой системе у детей-спортсменов связаны с изменениями электрофизиологических процессов в миокарде. Для выделения групп риска развития патологии сердечно-сосудистой системы среди этого контингента возможно использование неинвазивной методики — дисперсионного картирования электрокардиограммы.

Цель исследования. Выявить изменения электрофизиологических процессов в миокарде левого и правого желудочков у детей-спортсменов в ответ на физическую нагрузку.

Материалы и методы. Под наблюдением находились 279 детей I и II групп здоровья в возрасте от 12 до 18 лет. Выделена группа из 209 детей, занимающихся спортом: 153 (73%) мальчика и 56 (27%) девочек. Референсная группа включала 70 детей, не занимающихся спортом. Все дети-спортсмены имели допуск к тренировочно-соревновательному процессу. Внутри основной группы выделены 4 подгруппы в соответствии с видами спорта: подгруппа А — дети, посещающие секцию футбола (51 мальчик); подгруппа Б — баскетбола (37 мальчиков и 22 девочек); подгруппа В — волейбола (29 мальчиков и 27 девочек); подгруппа Г — единоборств (36 мальчиков и 7 девочек). Всем детям проведено дисперсионное картирование электрокардиограммы при помощи программно-аппаратного комплекса «Кардиовизор» до и после теста с физической нагрузкой. Анализ подвергнуты процессы деполаризации и реполаризации в миокарде левого и правого желудочков на основании показателей G3–G6 кода детализации. Статистическая обработка полученных данных проведена при помощи MS Excel, Stata.

Результаты. Анализ электрофизиологических процессов в миокарде левого и правого желудочков у детей-спортсменов показал статистически значимые различия по сравнению с таковыми в референсной группе. Во всех показателях G3–G6 кода детализации в основной группе отмечали умеренное отклонение, в то время как все значения в референсной группе более чем в 92% случаев находились в пределах нормы. Умеренные физические нагрузки привели к регистрации как умеренных, так и выраженных нарушений электрофизиологических процессов в миокарде, особенно у детей, занимающихся высокодинамическими видами спорта, а именно — баскетболом.

Ключевые слова: дети-спортсмены, деполаризация, реполаризация, тест с физической нагрузкой.

Для цитирования: Шумов А.В., Краева Н.В., Макарова В.И. Влияние физической нагрузки на электрофизиологические процессы в миокарде желудочков у детей спортсменов. Рос вестн перинатол и педиатр 2023; 68:(1): 67–73. DOI: 10.21508/1027-4065-2023-68-1-67-73

Maladaptation processes in the cardiovascular system in child athletes are associated with changes in electrophysiological processes in the myocardium. To identify risk groups for the development of the cardiovascular system pathology among this contingent, it is possible to use a non-invasive technique: ECG dispersion mapping.

Purpose. To identify changes in electrophysiological processes in the myocardium of the left and right ventricles in child athletes in response to physical activity.

Material and methods. 279 healthy children without chronic disease aged from 12 to 18 years were under observation. A group of 209 children involved in sports has been identified. The gender distribution is as follows: 153 boys (73%) and 56 girls (27%). The reference group included 70 children not involved in sports. All child athletes had access to the training and competition process. Within the study group, 4 subgroups were allocated in accordance with sports: A subgroup — children attending the football section (51 boys); B — basketball (37 boys and 22 girls); C — volleyball (29 boys and 27 girls); D — martial arts (36 boys and 7 girls). All children underwent dispersion mapping of the electrocardiogram using the Cardiovisor software and hardware complex before and after the exercise test. The processes of depolarization and repolarization in the myocardium of the left and right ventricles were analyzed on the basis of G3–G6 indices. Statistical processing of the results was carried out using MS Excel, Stata.

Results. The analysis of electrophysiological processes in the myocardium of the left and right ventricles in child athletes showed statistically significant differences in comparison with the reference group. In all G3–G6 indicators in the main group, a moderate deviation was noted, while all values in the reference group were within normal limits in more than 92%. Moderate physical exertion led to the registration of both moderate and pronounced electrophysiological disturbances in the myocardium, especially in children engaged in highly dynamic sports, namely basketball.

Key words: child-athletes, depolarization, repolarization, physical activity test.

For citation: Shumov A.V., Kraeva N.V., Makarova V.I. The effect of physical activity on electrophysiological processes in the ventricular myocardium in child athletes. Ros Vestn Perinatol i Peditr 2023; 68:(1): 67–73 (in Russ.). DOI: 10.21508/1027-4065-2023-68-1-67-73

С каждым годом детский спорт набирает все большую популярность. Процессы адаптации растущего организма к повышенным физическим нагрузкам в первую очередь связаны с реакцией сер-

дечно-сосудистой системы [1, 2]. Высокие физические и психологические нагрузки во время тренировочно-соревновательного процесса у юных спортсменов могут превышать ресурсы адаптационных возможно-

стей ребенка. Это приводит к срыву адаптационных механизмов в виде формирования патологии сердечно-сосудистой системы [1, 3]. Деадаптационные процессы в сердечно-сосудистой системе связаны с изменениями электрофизиологических процессов в миокарде, удлинением интервала Q–T на электрокардиограмме на фоне нагрузки, появлении нарушений ритма сердца и проводимости [1, 4, 5]. Такие нарушения ритма сердца, как желудочковая тахикардия и фибрилляция желудочков, сопряжены с риском внезапной смерти. Согласно результатам международных исследований риск внезапной смерти в 2,6 раза выше у спортсменов, у 90% которых имели место деадаптационные процессы [4, 6]. Большое число случаев внезапной смерти молодых спортсменов во время тренировочно-соревновательного процесса имеют аритмогенный генез [6–8].

С учетом повышенного риска формирования патологии сердечно-сосудистой системы у детей-спортсменов углубленное обследование и тщательный анализ выявленных изменений составляют важную задачу медицинского сопровождения. Скрининговые тесты на этапах периодических обследований в условиях спортивных диспансеров являются эффективным инструментом. В разных странах объемы исследований различаются [8]. В России для диагностики патологии сердечно-сосудистой системы наиболее широко используется электрокардиография, имеющая как достоинства, так и недостатки. Большую информативную емкость несет в себе суточное мониторирование электрокардиограммы, при котором многочисленные показатели дают возможность провести оценку адаптационных механизмов сердечно-сосудистой системы. Однако использование этого метода в качестве скринингового для обследования большого числа спортсменов не представляется возможным. В целях выделения групп риска развития патологии сердечно-сосудистой системы среди детей-спортсменов возможно использование неинвазивной методики дисперсионного картирования электрокардиограммы, при которой

за короткий отрезок времени осуществляется оценка электрофизиологических процессов в миокарде [9]. При нарушении процессов деполяризации и/или реполяризации миокарда можно судить о механизмах адаптации сердечно-сосудистой системы.

Цель исследования: выявить изменения электрофизиологических процессов в миокарде левого и правого желудочков у детей спортсменов в ответ на физическую нагрузку.

Характеристика детей и методы исследования

Проведено поперечное исследование в период с января 2019 г. по февраль 2020 г. Под наблюдением находились 279 детей I и II групп здоровья в возрасте от 12 до 18 лет.

Выделена группа из 209 детей, занимающихся спортом: 153 (73%) мальчика и 56 (27%) девочек. Все дети-спортсмены имели допуск к тренировочно-соревновательному процессу по результатам регламентированных лабораторно-инструментальных исследований, а также по заключению врача по спортивной медицине в условиях ГБУЗ АО «Архангельский центр лечебной физкультуры и спортивной медицины». Дополнительно проведено лабораторное исследование уровня электролитов, кардиотропных ферментов, маркеров воспаления, тиреоидного профиля с целью исключения возможных вторичных причин электрофизиологических нарушений.

Внутри основной группы выделены 4 подгруппы в соответствии с видами спорта: подгруппа А — дети, посещающие секцию футбола (51 мальчик, средняя продолжительность занятий 5 лет, средняя интенсивность 6,2 ч в неделю); подгруппа Б — баскетбола (37 мальчиков и 22 девочек, средняя продолжительность занятий 6,3 года, средняя интенсивность 6 ч в неделю); подгруппа В — волейбола (29 мальчиков и 27 девочек, средняя продолжительность занятий 5,4 года, средняя интенсивность 5,6 ч в неделю); подгруппа Г — единоборств (36 мальчиков и 7 девочек, средняя продолжительность занятий 5,3 года, интенсивность 5,3 ч в неделю); таким образом, по продолжительности занятий и интенсивности тренировочного процесса группы были сопоставимы.

Референсная группа включала 70 детей, не занимающихся спортом. Среди них — 40 мальчиков и 30 девочек. Дети были осмотрены в соответствии с программой профилактических осмотров в условиях ФГБУЗ «Северный медицинский клинический центр им. Н.А. Семашко» ФМБА России.

Всем детям проведено дисперсионное картирование электрокардиограммы при помощи программно-аппаратного комплекса «Кардиовизор» до и после теста с физической нагрузкой (20 приседаний в быстром темпе). Прибор выявляет дисперсионные отклонения в процессе де- и реполяризации, синхронизируя начало электрического возбуждения семи последовательных зубцов. Амплитуда дисперсионных

© Коллектив авторов, 2023

Адрес для корреспонденции: Шумов Антон Викторович — врач-детский кардиолог, врач функциональной диагностики Северного медицинского клинического центра им. Н.А. Семашко; асп., асс. кафедры пропедевтики детских болезней и поликлинической педиатрии Северного государственного медицинского университета, ORCID: 0000–0002–3392–8492
e-mail: tosha.schumov@yandex.ru

Макарова Валерия Ивановна — д.м.н., проф. засл. врач РФ, зав. кафедрой пропедевтики детских болезней и поликлинической педиатрии Северного государственного медицинского университета; проф.-консультант детского отделения Северного медицинского клинического центра им. Н.А. Семашко, ORCID: 0000–002–8150–9110;

163000 Архангельск, Троицкий пр.-т., д. 115

163069 Архангельск, Троицкий пр.-т., д. 51

Краева Наталья Васильевна — к.м.н., доц. кафедры пропедевтики детских болезней и поликлинической педиатрии Северного государственного медицинского университета, ORCID: 0000–0002–4499–7733

163069 Архангельск, Троицкий пр.-т., д. 51

колебаний очень мала, поэтому с помощью стандартной электрокардиограммы их выявить невозможно. Все группы отклонений дисперсионных характеристик сформированы в виде кода детализации. Анализ подвергнуты процессы де- и реполяризации в миокарде левого и правого желудочков на основании показателей G3–G6 кода детализации: G3 отражает деполяризацию правого желудочка, G4 — реполяризацию правого желудочка, G5 — деполяризацию левого желудочка, G6 — реполяризацию левого желудочка.

Критерии включения: возраст от 12 до 18 лет, I и II группы здоровья, наличие допуска к тренировочно-соревновательному процессу, отсутствие отклонений по результатам стандартной электро- и эхокардиографии. Критерии исключения: наличие установленного диагноза синдрома вегетативной дисфункции, наличие отклонений в уровне электролитов, тиреоидного профиля, кардиотропных ферментов, воспалительных маркеров по результатам лабораторного исследования; отказ ребенка.

Выполнение работы было одобрено локальным этическим комитетом Северного государственного медицинского университета (протокол № 09/12–18 от 18.12.2018).

Статистическая обработка полученных данных выполнена с помощью пакета статистических программ Stata, MSExcel. Проверку нормальности распределения изучаемых признаков проводили с помощью теста Шапиро–Уилка, сравнительную оценку качественных величин — при помощи критерия χ^2 Пирсона. Для анализа случайности изменения доли нормальных и патологических значений G3–G6 кода детализации до и после физической нагрузки в основной группе использовали критерий Мак-Немара. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты

Значения изучаемых показателей G3–G6 по результатам дисперсионного картирования не подчинялось закону нормального распределения признака. Полученные данные обобщены в табл. 1. Распределение изменений по группам спортивной подготовки в сравнении с референсной группой отражено в табл. 2 и 3.

Умеренные отклонения показателя G3 зарегистрированы в основной группе в 21,1% случаев, что статистически значимо по сравнению с референсной группой, в которой показатель деполяризации правого желудочка был в пределах нормы ($\chi^2_{(2)} = 17,5$; $p < 0,01$; см. табл. 1). Большой процент отклонений показателя по отношению к группе детей, не занимающихся спортом, приходится в равной степени на группы баскетбола и волейбола — 25,4 и 25,0% соответственно ($\chi^2_{(4)} = 21,1$; $p < 0,01$; см. табл. 2). Для оценки адаптационной реакции миокарда на физическую нагрузку была проведена повторная оценка данного фрагмента кода детализации после

теста с физической нагрузкой. В результате у 52,2% спортсменов выявлены нарушения деполяризации в миокарде правого желудочка (см. табл. 1): в 18,2% — выраженные, в 34% — умеренные, что, по сравнению с группой детей, не занимающихся спортом, статистически значимо ($\chi^2_{(2)} = 44,5$; $p < 0,01$). По отношению к референсной группе наибольший процент отклонений приходится на группу детей, занимающихся баскетболом (см. табл. 3): умеренные отклонения — 32,2%, выраженные — 28,8% ($\chi^2 = 68,8$; $p < 0,01$).

Для сравнения долей участников исследования с наличием патологических значений деполяризации правого желудочка (G3) до и после физической нагрузки использовали критерий Мак-Немара (табл. 4). Увеличение частоты патологических значений деполяризации правого желудочка (G3) с исходных 21,1% до 52,2% после физической нагрузки среди детей-спортсменов статистически значимо ($p < 0,001$).

На основании анализа показателя G4 в группе детей-спортсменов также выявлены умеренные отклонения по отношению к референсной группе — 27,8% ($\chi^2 = 21,8$; $p < 0,01$; см. табл. 1). Выраженных отклонений не было ни в одной группе. На втором этапе после приседаний нарушения регистрировались у 31,1%, причем у 11% — выраженные, а в 20,1% — умеренные. По отношению к референсной группе, в которой статистически значимых отклонений данного показателя до и после теста с физической нагрузкой мы не нашли, указанные отклонения статистически значимы ($\chi^2 = 21,8$; $p < 0,01$; см. табл. 1). Внутри групп спортивной подготовки наибольший процент отклонений по отношению к группе детей, не занимающихся спортом, приходится на единоборцев. Так, до теста с физической нагрузкой в 41,9% случаев выявлены умеренные отклонения ($\chi^2 = 28,4$; $p < 0,01$; см. табл. 2), а после теста с физической нагрузкой нарушения были выявлены в 86% случаев ($\chi^2 = 146,6$; $p < 0,01$) из которых 48,8% — выраженные (см. табл. 3).

Изменения долей участников исследования с наличием патологических значений реполяризации правого желудочка (G4) до и после физической нагрузки (27,8 и 31,1% соответственно) в основной группе статистически незначимы ($p = 0,386$). Почти в 95% случаев отмечались нормальные значения процесса деполяризации системного левого желудочка в группе детей, не занимающихся спортом, в то время как в основной группе — только 82,3% случаев. В остальных случаях имелись умеренные нарушения, что статистически значимо по отношению к референсной группе ($\chi^2 = 6,0$; $p < 0,01$; см. табл. 1).

При повторном анализе показателя G5 после теста с физической нагрузкой у 131 (62,7%) спортсмена отмечены отклонения (см. табл. 1), у 52,2% — умеренные, у 10,5% — выраженные, что по отношению к референсной группе статистически значимо ($\chi^2 = 39,6$; $p < 0,01$). Наибольшая доля патологических отклонений приходится на группу баскетболистов,

Таблица 1. Параметры деполяризации и реполяризации миокарда правого и левого желудочков до и после теста с физической нагрузкой, абс. число (%)

Table 1. Values of the parameters of depolarization and repolarization of the myocardium of the right and left ventricles before and after the exercise test, abs. (%)

Показатель	Спортсмены							
	G3		G4		G5		G6	
	до	после	до	после	до	после	до	после
Норма	165 (78,9)	100 (47,8)	151 (72,2)	144 (68,9)	172 (82,3)	78 (37,3)	140 (67,0)	42 (20,1)
Умеренные отклонения	44 (21,1)	71 (34,0)	58 (27,8)	42 (20,1)	37 (17,7)	109 (52,2)	69 (33,0)	81 (38,8)
Выраженные отклонения	0	38 (18,2)	0	23 (11,0)	0	22 (10,5)	0	86 (41,1)
Референсная группа								
Норма	70 (100)	65 (92,9)	69 (98,6)	67 (95,7)	66 (94,3)	56 (80)	65 (92,9)	62 (88,6)
Умеренные отклонения	0	5 (7,1)	1 (1,4)	3 (4,3)	4 (5,7)	14 (20)	5 (7,1)	8 (11,4)
Выраженные отклонения	0	0	0	0	0	0	0	0
Уровень значимости	$\chi^2=17,5$; $p<0,01$	$\chi^2=44,5$; $p<0,01$	$\chi^2=21,8$; $p<0,01$	$\chi^2=20,8$; $p<0,01$	$\chi^2=6,0$; $p<0,01$	$\chi^2=39,6$; $p<0,01$	$\chi^2=18,0$; $p<0,01$	$\chi^2=107$; $p<0,01$

Примечание. $p<0,05$ — уровень значимости критерия χ^2 Пирсона при сравнении распределения параметров для независимых выборок (спортсмены и неспортсмены).

Таблица 2. Распределение показателей картирования электрокардиографии в референсной группе и в группе детей-спортсменов в зависимости от видов спорта до теста с физической нагрузкой, абс. число (%)

Table 2. Distribution of ECG mapping indicators in the reference group and in the group of children of athletes depending on sports before the exercise test, abs. (%)

Показатель	Значение	Референсная группа (n=70)	Вид спорта				Уровень значимости
			футбол (n=51)	баскетбол (n=59)	волейбол (n=56)	единоборства (n=43)	
G3	Норма	70 (100)	42 (82,4)	44 (74,6)	42 (75,0)	37 (86,0)	$\chi^2_{(4)}=21,1$, $p<0,01$
	Умеренные отклонения	0	9 (17,6)	15 (25,4)	14 (25,0)	6 (14,0)	
G4	Норма	69 (98,6)	39 (76,5)	44 (74,6)	43 (76,8)	25 (58,1)	$\chi^2_{(4)}=28,4$, $p<0,01$
	Умеренное отклонение	1 (1,4)	12 (23,5)	15 (25,4)	13 (23,2)	18 (41,9)	
G5	Норма	66 (94,3)	43 (84,3)	46 (78)	43 (76,8)	40 (93,0)	$\chi^2_{(4)}=12,4$, $p=0,02$
	Умеренные отклонения	4 (5,7)	8 (15,7)	13 (22)	13 (23,2)	3 (7)	
G6	Норма	65 (92,9)	42 (82,4)	35 (59,3)	34 (60,7)	29 (67,4)	$\chi^2_{(4)}=27,1$, $p<0,01$
	Умеренные отклонения	5 (7,1)	9 (17,6)	24 (40,7)	22 (39,3)	14 (32,6)	

Примечание. $p<0,05$ — уровень значимости критерия χ^2 Пирсона при сравнении распределения параметров для независимых выборок (спортсмены и неспортсмены).

в которой по отношению к группе детей, не занимающихся спортом, в 72,8% регистрируются отклонения (см. табл. 3); в 50,8% — умеренные, в 22% — выраженные ($\chi^2=65,9$; $p<0,01$).

При сравнении долей участников исследования с наличием патологических значений деполяризации левого желудочка (G5) до и после физической нагрузки в основной группе использовали критерий Мак-Немара (табл. 5). Увеличение частоты патологических значений деполяризации левого желудочка (G5) с исходных 17,7 до 62,7% после физической нагрузки среди детей-спортсменов статистически значимо ($p<0,001$).

Статистически значимые умеренные отклонения процессов реполяризации миокарда левого желудочка (G6) также в большинстве случаев отмечены

в основной группе у 33% детей (см. табл. 1), в то время как в референсной группе всего — у 7,1% ($\chi^2_{(2)}=18,0$; $p<0,01$). По сравнению с группой детей, не занимающихся спортом, умеренные отклонения чаще встречались в группе баскетбола — 40,7% ($\chi^2=27,1$; $p<0,01$). В группе детей-неспортсменов в 88,6% случаев после нагрузки отмечались нормальные показатели реполяризации миокарда. Напротив, в основной группе в 79,9% случаев отмечались нарушения (см. табл. 1), что по отношению к референсной группе статистически значимо ($\chi^2=107$; $p<0,01$). Большой процент нарушений внутри основной группы по отношению к референсной группе представлен баскетболистами (84,7%), причем в 54,2% регистрировались выраженные нарушения ($\chi^2_{(8)}=121,1$; $p<0,01$; см. табл. 3).

Таблица 3. Распределение показателей картирования электрокардиографии в референсной группе и в группе детей-спортсменов в зависимости от видов спорта после теста с физической нагрузкой, абс. число (%)

Table 3. Distribution of ECG mapping indicators in the reference group and in the group of children of athletes depending on sports after the exercise test, abs. (%)

Показатель	Значение	Референсная группа (n=70)	Вид спорта				Уровень значимости
			футбол (n=51)	баскетбол (n=59)	волейбол (n=56)	единоборства (n=43)	
G3	Норма	65 (92,9)	21 (41,2)	23 (39,0)	24 (42,9)	32 (74,4)	$\chi^2_{(8)}=68,8$, $p<0,01$
	Умеренные отклонения	5 (7,1)	19 (37,3)	19 (32,2)	22 (39,3)	11 (25,6)	
	Выраженное отклонение	0	11 (21,6)	17 (28,8)	10 (17,9)	0	
G4	Норма	67 (95,7)	42 (82,4)	49 (83,1)	47 (83,9)	6 (14,0)	$\chi^2_{(8)}=146,6$, $p<0,01$
	Умеренное отклонение	3 (4,3)	9 (17,6)	9 (15,3)	8 (14,3)	16 (37,2)	
	Выраженное отклонение	0	0	1 (1,7)	1 (1,8)	21 (48,8)	
G5	Норма	56 (80,0)	18 (35,3)	16 (27,1)	19 (33,9)	25 (58,1)	$\chi^2_{(8)}=65,9$, $p<0,01$
	Умеренное отклонение	14 (20,0)	31 (60,8)	30 (50,8)	30 (53,6)	18 (41,9)	
	Выраженное отклонение	0	2 (3,9)	13 (22,0)	7 (12,5)	0	
G6	Норма	62 (88,6)	10 (19,6)	9 (15,3)	11 (19,6)	12 (27,9)	$\chi^2_{(8)}=121,1$, $p<0,01$
	Умеренные отклонения	8 (11,4)	18 (35,3)	18 (30,5)	23 (41,1)	22 (51,2)	
	Выраженные отклонения	0	23 (45,1)	32 (54,2)	22 (39,3)	9 (20,9)	

Примечание. $p<0,05$ — уровень значимости критерия χ^2 Пирсона при сравнении распределения параметров для независимых выборок (спортсмены и не спортсмены).

Распределение нормальных и патологических значений реполяризации левого желудочка до и после физической нагрузки в основной группе отражено в табл. 6. После теста с физической нагрузкой в группе детей-спортсменов более чем в 2 раза увеличилось число статистически значимых отклонений. В 41,1% случаев отмечались выраженные отклонения, в 38,8% — умеренные. Увеличение частоты патологических значений реполяризации левого желудочка (G6) с исходных 33,0 до 79,9% после физической нагрузки среди детей-спортсменов статистически значимо ($p<0,001$).

Несмотря на преобладание мальчиков в выборке, при анализе электрофизиологических процессов в миокарде статистически значимых различий между мальчиками и девочками мы не выявили.

Дополнительно были проанализированы результаты электрокардиографических исследований, при этом как у детей-спортсменов, так и у детей, не занимающихся спортом, встречались эпизоды умеренной брадикардии до 5-го перцентиля распределения по возрасту, атриовентрикулярной блокады I степени, исчезающих после теста с физической нагрузкой, а также эпизоды неполной блокады правой ножки пучка Гиса. Взаимосвязи этих изменений с результатами дисперсионного картирования мы не получили.

Обсуждение

Анализируя случаи внезапной сердечной смерти молодых спортсменов во всем мире, Л.М. Макаров [7] отмечает, что, например, в США чаще всего такие случаи возникали у баскетболистов и футболистов, преимущественно мужского пола. Это

Таблица 4. Распределение нормальных и патологических значений деполаризации правого желудочка до и после физической нагрузки в основной группе, абс. число

Table 4. Distribution of normal and pathological values of right ventricular depolarization before and after exercise in the main group, abs.

До физической нагрузки	После физической нагрузки	
	патологические значения G3	нормальные значения G3
Патологические значения G3	33	11
Нормальные значения G3	76	89

высокодинамические виды спорта. Предполагая, что отклонения могут быть связаны с различным уровнем потребляемого кардиомиоцитами кислорода, в работу авторы включили спортсменов разных направлений подготовки с учетом классификации Mitchell. Так, баскетбол и футбол относятся к высокодинамическим ($>70\%$ MaxO_2), волейбол — к среднединамическим ($40\text{--}70\%$ MaxO_2), единоборства — к низкодинамическими видами спорта ($<40\%$ MaxO_2). Боевые искусства относятся к высокостатическим видам спорта, при которых метаболические процессы в организме осуществляются при незначительном повышении потребления кислорода. Высокодинамическая нагрузка, наоборот, вызывает резкое увеличение потребления кислорода. При любом типе нагрузок происходит адаптационный процесс в сердечно-сосудистой системе, включающий изменение напряжения и сократимости стенок миокарда. Особого внимания требует системный левый желудочек.

Таблица 5. Распределение нормальных и патологических значений деполаризации левого желудочка до и после физической нагрузки в основной группе, абс. число
Table 5. Distribution of normal and pathological values of left ventricular depolarization before and after exercise in the main group, abs.

До физической нагрузки	После физической нагрузки	
	патологические значения G5	нормальные значения G5
Патологические значения G5	30	7
Нормальные значения G5	100	72

Таблица 6. Распределение нормальных и патологических значений реполяризации левого желудочка до и после физической нагрузки в основной группе, абс. число
Table 6. Distribution of normal and pathological values of left ventricular repolarization before and after exercise in the main group, abs.

До физической нагрузки	После физической нагрузки	
	патологические значения G6	нормальные значения G6
Патологические значения G6	65	4
Нормальные значения G6	102	38

При анализе электрофизиологических процессов в миокарде левого и правого желудочков у детей-спортсменов выявлены статистически значимые различия по сравнению с референсной группой. Во всех показателях G3–G6 в основной группе отмечалось умеренное отклонение, в то время как все значения в референсной группе более чем в 92% находились в пределах нормы. При анализе отклонений внутри групп спортивной подготовки больший процент нарушений процессов деполаризации и реполяризации выявлен у баскетболистов.

Эффективность и достоверность используемого метода были подтверждены в многочисленных исследованиях, в том числе у детей с артериальной гипертензией, обследуемых в рамках научных исследований, проводимых ранее [9]. Компьютеризованная система скрининга сердца («Кардиовизор») входит в стандарт оснащения центров здоровья, но отсутствует в стандарте оснащения врачебно-физкультурного диспансера, центра лечебной физкультуры и спортивной медицины [10]. Дисперсионные характеристики низкоамплитудных колебаний кардиоцикла при возникновении патологии меняются раньше, чем зубцы электрокардиограммы. Поэтому анализ дисперсионных отклонений дает возможность оценить электрофизиологические процессы в миокарде, в том числе у спортсменов. В нашем исследовании удалось получить статистически значимые данные о том, что физическая нагрузка приводила к нарушениям деполаризации правого и левого желудочков, а также к нарушениям реполяризации левого желудочка у некоторых детей-спортсменов.

Необходимо принимать во внимание, что сердечно-сосудистая система спортсмена начинает адаптироваться к регулярным физическим нагрузкам, поэтому проведение исследования только в поло-

жении лежа может быть недостаточным для полной объективной оценки электрофизиологических параметров в миокарде. Кроме того, нужно учитывать, что манифестация многих нарушений ритма сердца возможна на фоне физической нагрузки. В связи с этим мы провели повторную оценку изучаемых показателей после теста с физической нагрузкой.

Умеренные физические нагрузки привели к регистрации как умеренных, так и выраженных нарушений электрофизиологических процессов в миокарде. Статистически значимые патологические значения процессов деполаризации правого желудочка, деполаризации и реполяризации в миокарде левого желудочка регистрировались у баскетболистов. Выраженные нарушения реполяризации миокарда правого желудочка отмечались у детей, занимающихся единоборствами. Несмотря на то что футбол также относится к высокодинамическим видам спорта, таких же показателей, как у баскетболистов, мы не отметили. Вероятно, это связано с тем, что эта группа представлена только мальчиками. Однако для полного сравнения между группами необходима оценка и других показателей дисперсионного картирования.

Заключение

Таким образом, метод дисперсионного картирования электрокардиограммы показал клинически значимые результаты в выявлении нарушений электрофизиологических процессов в миокарде правого и левого желудочков у детей-спортсменов по сравнению с детьми, не занимающимися спортом. Особого внимания требует миокард левого желудочка у детей, занимающихся высокодинамическими видами спорта, а именно, баскетболом, так как в этой группе спортивной подготовки выявлены статистически значимые выраженные нарушения деполаризации и реполяризации.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Макаров Л.М., Комолятова В.Н., Аксенова Н.В. Анализ причин отводов от занятий спортом юных элитных спортсменов. Российский вестник перинатологии и педиатрии 2020; 65(6): 65–71. [Makarov L.M., Komolotova V.N., Aksenova N.V. Analysis of the reasons for the withdrawal of young elite athletes from sports. Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii 2020; 65(6): 65–71. (in Russ.)]
2. Ивянский С.А., Балыкова Л.А., Варлашина К.А., Барашкина И.А. Подходы к оценке дезадаптации сердечно-сосудистой системы детей спортсменов начального уровня подготовки. Российский кардиологический журнал 2020; 25(S2): 32. [Ivyansky S.A., Balykova L.A., Varlashina K.A., Abrashkina I.A. Approaches to assessing the maladaptation of the cardiovascular system of children of athletes of the initial training level. Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal 2020; 25(S2): 32. (in Russ.)] DOI: 10.15829/1560-4071-2020-s2
3. Василенко В.С. Факторы риска и заболевания сердечно-сосудистой системы у спортсменов. Санкт-Петербург: СпецЛит, 2016; 9–26. [Vasilenko V.S. Risk factors and diseases of the cardiovascular system in athletes. Saint Petersburg: SpecLit, 2016; 9–26. (in Russ.)]
4. Алексеева Д.Ю., Земсков И.А., Иванова И.Ю., Григорьев В.В., Васичкина Е.С. Нарушение ритма и проводимости у юных спортсменов, обследованных в СПбГБУЗ «Межрайонный врачебный физкультурный диспансер №1». Российский кардиологический журнал 2019; 24(S2): 29a–29b. [Alekseeva D.Yu., Zemskov I.A., Ivanova I.Yu., Grigoriev V.V., Vasichkina E.S. Rhythm and conduction disorders in young athletes examined at the SPBG-BUZ “Interdistrict Physical Education Dispensary No. 1”. Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal 2019; 24(S2): 29a–29b. (in Russ.)] DOI: 10.15829/1560-4071-2019-s2
5. Макаров Л.М., Федина Н.Н., Комолятова В.Н. Изменение показателей реполяризации у молодых спортсменов при проведении пробы с дозированной физической нагрузкой. Медицинский алфавит 2016; 11(274): 14–19. [Makarov L.M., Fedina N.N., Komolotova V.N. Changes in repolarization indicators in young athletes during a test with metered physical activity. Meditsinskii alfavit 2016; 11(274): 14–19. (in Russ.)]
6. Кофейникова О.А., Алексеева Д.Ю., Васичкина Е.С. Опыт ведения электронного регистра сердечно-сосудистых заболеваний у учащихся спортивных школ г. Санкт-Петербурга. Российский кардиологический журнал 2021; 26(S6): 34. [Coffeenikova O.A., Alekseeva D.Yu., Vasichkina E.S. Experience in maintaining an electronic register of cardiovascular diseases among students of sports schools in St. Petersburg. Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal 2021; 26(S6): 34. (in Russ.)] DOI: 10.15829/1560-4071-2021-6S
7. Макаров Л.М. Внезапная сердечная смерть в спорте: тенденции XXI века. Медицинский алфавит 2017; 31(328): 51–57. [Makarov L.M. Sudden cardiac death in sports: trends of the XXI century. Meditsinskii alfavit 2017; 31(328): 51–57. (in Russ.)]
8. Баталов Р.Е., Благова О.В., Голицын С.П., Давтян К.В., Диденко М.В., Думпис Я.Ю. и др. Всероссийские клинические рекомендации по контролю над риском внезапной остановки сердца и внезапной сердечной смерти, профилактике и оказанию первой помощи. М.: ГЭОТАР-медиа, 2018; 173–176. [Batalov R.E., Blagova O.V., Golitsyn S.P., Davtjan K.V., Didenko M.V., Dumpis Ja.Yu. et al. All-Russian clinical guidelines for the control of the risk of sudden cardiac arrest and sudden cardiac death, prevention and first aid. Moscow: GEO-TAR-media, 2018; 173–176. (in Russ.)]
9. Шумов А.В., Краева Н.В., Макарова В.И., Алексина Ю.А. Диагностические возможности картирования низкоамплитудных колебаний кардицикла у детей, занимающихся спортом (пилотное исследование). Современные проблемы науки и образования 2020; 4.124. [Shumov A.V., Kraeva N.V., Makarova V.I., Aleksina Yu.A. Diagnostic possibilities of mapping low-amplitude oscillations of the cardiocycle in children engaged in sports (pilot study). Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya 2020; 4. 124. (in Russ.)]
10. Приложение №6 к «Порядку организации осуществления профилактики неинфекционных заболеваний и проведения мероприятий по формированию здорового образа жизни в медицинских организациях» утвержденному приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 29 октября 2020 г. № 1177н. [Appendix N6 to the Procedure for organizing and implementing the prevention of non-communicable diseases and carrying out activities to promote a healthy lifestyle in medical organizations, approved by order of the Ministry of Health of the Russian Federation of October 29, 2020 N1177n. (in Russ.)]

Поступила: 08.11.22

Received on: 2022.11.08

Работа поддержана грантом
(приказ №241 ректора ФГБОУ ВО Северный го-
сударственный медицинский университет МЗ РФ
от 30.07.18).

The work is supported by a grant
(Order No. 241 of the Rector of the Northern State
Medical University of the Ministry of Health of the Russian
Federation dated 30.07.18).

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие кон-
фликта интересов и финансовой поддержки, о которых
необходимо сообщить.

Conflict of interest:
The authors of this article confirmed the lack of conflict
of interest and financial support, which should be reported.