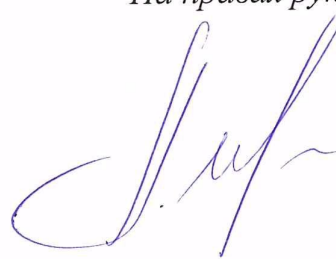


На правах рукописи



Шумов Антон Викторович

**ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО
РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ МИОКАРДА У ДЕТЕЙ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ
СПОРТОМ**

3.1.21. Педиатрия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург – 2023 г.

Работа выполнена на кафедре пропедевтики детских болезней и поликлинической педиатрии в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Северный государственный медицинский университет (г.Архангельск)» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Макарова Валерия Ивановна

Официальные оппоненты:

Балыкова Лариса Александровна, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им Н.П. Огарева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Медицинский институт, директор; кафедра педиатрии, заведующий.

Васичкина Елена Сергеевна, доктор медицинских наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр им В.А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Научный центр мирового уровня «Центр персонализированной медицины», Научно-исследовательский центр неизвестных, редких и генетически-обусловленных заболеваний, заведующий.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «12» февраля 2024 г. в 10-00 часов на заседании диссертационного совета 21.2.062.02 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д.2).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России (194223, г. Санкт-Петербург, пр. Мориса Тореза, д. 39) и на сайте ФГБОУ ВО СПбГПМУ Министерства здравоохранения Российской Федерации <http://gpmu.org>

Автореферат разослан «__» _____ 202_ г.

Ученый секретарь

диссертационного совета 21.2.062.02

доктор медицинских наук,

доцент

Тыртова Людмила Викторовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

По результатам отчета Министерства спорта Российской Федерации отмечается ежегодный рост числа людей, занимающихся спортом и физкультурой. Согласно опубликованным данным федеральной службы статистики, отмечается рост детского населения в возрасте от 3 до 18 лет, занимающихся спортом (до 59,7% в 2021г).

Регулярные физические нагрузки приводят к физиологическому морфологическому и электрофизиологическому ремоделированию сердечно - сосудистой системы, принимающей непосредственное участие в механизмах адаптации организма (Балберова О.В., Быков Е.В., Гаврилова Е.А., 2019).

Дети более чувствительны к факторам внешней среды. В связи с этим при интенсивных нагрузках сверх индивидуальных возможностей ребенка, действию стрессовых факторов, нарушенном распорядке тренировочно-соревновательного процесса и отдыха и иных причинах, происходит трансформация функциональных изменений в патологические, что приводит к срыву механизмов адаптации с последующим развитием соматической патологии (Гарганеева Н.П., 2017; Иорданская Ф.А., 2018; Балберова О.В., Пиголкин Ю.В., 2019; Вахненко Ю.В., Макаров Л.М., 2020; Буржуан М.Б., 2022; KrenzZ., 2016). К самому грозному проявлению заболевания сердца у детей-спортсменов относится внезапная сердечная смерть, в большинстве случаев имеющая аритмогенный генез.

В Российской Федерации с целью контроля за состоянием организма юных спортсменов, предотвращения развития срывов механизмов адаптации, проводятся медицинские комиссии, регламентированные приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 01.03.2016 №134н (Балыкова Л.А., 2017; Макаров Л.М., 2020).

Самым распространенным и доступным методом диагностики является электрокардиография (Гнусаев С.Ф., 2018; Новиков Е.М., 2019; Балыкова Л.А., 2020; Алексеева Д.Ю., Васичкина Е.С., Иванова И.Ю., 2019). В связи с расширением знаний о сердечно – сосудистой системе, разрабатываются и постоянно совершенствуются подходы к интерпретации электрокардиограммы у спортсменов. Согласно последним международным рекомендациям по интерпретации электрокардиограммы у спортсменов от 2015г выделяются физиологические, пограничные и патологические изменения (Leite S.M., 2016; Sharma S., 2017).

В спортивной кардиологии активно применяются такие исследования как велоэргометрия, тредмилл-тест, суточное мониторирование электрокардиограммы. Однако, использование данных методов на этапах скрининга при обследовании детей-спортсменов весьма затруднительно. В связи с этим, поиск методов экспресс-диагностики ранних отклонений в работе сердечно – сосудистой системы у детей на фоне регулярных спортивных нагрузок является актуальной проблемой (Игнатьева Л.Е., Иорданская Ф.А., 2015; Кривелевич Н.Б., 2016; Ларинцева О.С., 2017; Есина Е.Ю., 2020).

Перспективным является разработка неинвазивных методов на основе анализа электрокардиограммы, позволяющих выявлять донозологические изменения (Макаров Л.М., 2016, 2017; Мартусевич А.К., 2016). Такими

возможностями обладает метод дисперсионного картирования электрокардиограммы, сведений о применении которого, в том числе после пробы с физической нагрузкой, в диагностике функционального состояния миокарда у детей-спортсменов мы не нашли.

Цель исследования

Выявить особенности электрофизиологического ремоделирования миокарда у детей, занимающихся спортом, для научного обоснования скринингового использования метода дисперсионного картирования низкоамплитудных колебаний кардиоцикла электрокардиограммы в диагностике ранних нарушений электрофизиологических механизмов у детей при спортивных нагрузках.

Задачи исследования

1. Установить особенности вегетативного обеспечения у детей, занимающихся спортом.
2. Выявить влияние физической нагрузки на интегральный показатель электрофизиологических процессов в миокарде у детей, занимающихся спортом.
3. Охарактеризовать изменения процессов деполяризации в миокарде предсердий у детей, занимающихся различными видами спорта.
4. Оценить процессы деполяризации и реполяризации в миокарде желудочков у детей, занимающихся различными видами спорта.
5. Определить группы риска среди детей-спортсменов по развитию возможного патологического ремоделирования миокарда.

Научная новизна

Впервые на репрезентативной выборке детей подросткового возраста, занимающихся различными видами спорта, после исключения потенциальных конфаундеров, были изучены особенности электрофизиологического ремоделирования миокарда методом дисперсионного картирования электрокардиограммы. Впервые использована оценка изучаемых показателей после теста с физической нагрузкой. Получены новые данные об особенностях электрофизиологических процессов в миокарде у детей-спортсменов, их различии в зависимости от направлений спортивной подготовки.

Проведена оценка показателей «Миокард» и «Ритм», проанализированы различия процессов реполяризации и деполяризации в миокарде у детей, занимающихся различными видами спорта. Предпринята попытка поиска корреляционных связей между показателями дисперсионного картирования и данными анамнеза, лабораторными и инструментальными методами.

Впервые сформированы группы риска и внимания по результатам изменения изучаемых показателей после теста с физической нагрузкой при помощи метода дисперсионного картирования электрокардиограммы. Повторная оценка изучаемых показателей после теста с физической нагрузкой позволит выявить скрытые нарушения, разграничить нормальные и отклоняющиеся от нормы изменения, что приведет к более эффективному использованию метода дисперсионного картирования электрокардиограммы в центрах здоровья.

Теоретическая и практическая значимость

Полученные данные способствовали расширению знаний о методике дисперсионного картирования электрокардиограммы у детей в области

педиатрии и спортивной кардиологии, выявлению отличий электрофизиологических процессов в миокарде у детей, занимающихся динамическими и статическими видами спорта, а также выделению групп риска по развитию отклонений со стороны сердечно – сосудистой системы среди детей, занимающихся спортом. Данные настоящей работы показали целесообразность использования метода дисперсионного картирования электрокардиограммы на этапах скрининга у детей - спортсменов.

Представленные результаты позволят продолжить исследование в данной области с целью накопления знаний о возможностях применения метода дисперсионного картирования электрокардиограммы в контроле функционального состояния миокарда у детей - спортсменов. Полученный материал будет использован в разработке собственного программного обеспечения, который позволит юным спортсменам самостоятельно осуществлять динамический контроль функционального состояния миокарда на фоне тренировочно – соревновательного процесса.

Положения, выносимые на защиту

1. Физические нагрузки спортивного характера вносят значимый вклад в процессы ремоделирования миокарда у детей-спортсменов, увеличивая долю отклоняющихся значений индекса «Миокард» и «Ритм».
2. Виды спорта с динамическими и статическими нагрузками вносят неодинаковый вклад в электрофизиологические процессы в миокарде. Изменения электрофизиологических процессов в миокарде детей спортсменов зависят от вида спорта – динамических или статических нагрузок.
3. Метод дисперсионного картирования ЭКГ с применением теста с ФН позволяет выделить доклинические признаки формирующихся отклонений в миокарде и сформировать группу риска и внимания среди детей-спортсменов.

Степень достоверности и апробация результатов

Работа проведена на репрезентативной выборке с использованием сертифицированного оборудования с использованием современных методов статистической обработки, использующихся в доказательной медицине. Выводы и практические рекомендации основаны на полученных результатах.

Результаты исследования представлены и обсуждены на Международных молодежных медицинских научно-образовательных форумах «Медицина будущего - Арктике» (Архангельск, 2018-2023гг), на Российских конгрессах "Инновационные технологии в педиатрии и детской хирургии" (Москва, 2018-2020гг), на Межрегиональных научно-практических конференциях «Апрельские чтения памяти проф. М.В. Пиккель (Архангельск, 2019-2023гг), на Междисциплинарных медицинских форумах «Актуальные вопросы врачебной практики «Беломорские зори» (Архангельск, 2019-2022гг), на итоговой научной сессии ФГБОУ ВО СГМУ «Медицина будущего в Арктике: экологические, фундаментальные и прикладные аспекты» (Архангельск, 2021, 2022), на Всероссийской научной конференции «L Огаревские чтения» (Саранск, 2021), на 23-м конгрессе российского общества холтеровского мониторирования и неинвазивной электрофизиологии (РОХМИНЭ) (Саранск, 2022), на форуме молодых кардиологов НМИЦ ССХ им А.Н. Бакулева (Москва, 2022), на V Инновационном Петербургском медицинском форуме (Санкт-Петербург, 2022),

на VI Международном медицинском форуме Донбасса (Донбасс, 2022г), на XII Всероссийском конгрессе «Детская кардиология» (Москва, 2022).

По материалам диссертации опубликовано 11 работ, в том числе 3 в журналах, включенных в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией (1 из них в базе данных Scopus).

Результаты диссертационного исследования внедрены в диагностический процесс Северного детского кардиологического консультативно-диагностического центра в виде скринингового обследования детей, занимающихся спортом (акт внедрения от 10.04.2023), центра здоровья Северодвинской городской детской клинической больницы (акт внедрения от 17.05.2023), семейного центра здоровья Архангельского центра лечебной физкультуры и спортивной медицины (акт внедрения от 10.05.2023), а также в педагогический процесс у студентов 5 и 6 курсов ФГБОУ ВО СГМУ в рамках дисциплин по выбору «Методы диагностики в детской кардиологии» и «Актуальные вопросы детской кардиологии» в виде блока лекции и практических работ (акт внедрения от 24.03.2023).

Личный вклад автора

Автор самостоятельно провел обзор литературы по проблеме заболеваний сердечно – сосудистой системы у детей, занимающихся спортом. Автор самостоятельно осуществлял осмотр пациентов, анализ медицинской документации, лабораторно – инструментальных исследований; проводил исследование методом дисперсионного картирования электрокардиограммы, расширил его тестом с физической нагрузкой. Самостоятельно провел выбор статистических критериев, обработку информации и анализ полученных результатов. Весь материал, представленный в диссертации, описан лично автором. Подготовил печатные работы и выступления по теме диссертационного исследования на различных научных площадках.

Объем и структура диссертации

Текст диссертации изложен на 152 страницах машинописного текста и состоит из введения, 4 глав, обсуждения результатов исследования, выводов, практических рекомендаций, перечня сокращений и списка использованной литературы. Работа содержит 69 таблиц и 13 рисунков. Список литературы представлен 167 источниками, в том числе 118 отечественных и 49 иностранных.

Организация, дизайн исследования были одобрены проблемной комиссией по охране здоровья матери и ребенка ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» МЗ РФ (г. Архангельск), протокол № 1 от 29.05.2019. Работа поддержана грантом СГМУ (приказ №241 ректора ФГБОУ ВО СГМУ от 30.07.2018).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Методы исследования и клиническое наблюдение

В период 2017-2021гг. было проведено поперечное исследование в ГБУЗ АО «Архангельский центр лечебной физкультуры и спортивной медицины» (главный врач – С.В.Шалабанов), детской поликлинике ФГБУЗ «Северный медицинский клинический центр им. Н.А.Семашко ФМБА РФ» (директор - д.м.н., проф. Казакевич Е.В.) - клинических базах ФГБОУ ВО «Северный

государственный медицинский университет» МЗ РФ (ректор – д.м.н., проф. Л.Н.Горбатова).

Под наблюдением находились 279 детей, из них 209 детей, занимающихся спортом (основная группа), и 70 детей, не занимающихся спортом. Основная группа разделена на подгруппы с учетом направлений спортивной подготовки в соответствии с действующей классификацией J.H. Mitchell et al. (2005). В подгруппу А были включены дети, занимающиеся футболом (51 человек, все мальчики – 100%); подгруппа Б представлена баскетболистами (59 детей: 37 мальчиков - 63% и 22 девочки - 37%); подгруппа В - 56 детей, занимающихся волейболом, из них – 29 мальчиков (52%) и 27 девочек (48%); подгруппа Г – дети, занимающиеся боевыми искусствами (самбо, кекусинкай, каратэ, дзюдо, айкидо, тхэквондо, хапкидо), всего 43 человека, среди которых 36 мальчиков (84%) и 7 девочек (16%).

Критерии включения сформировали с учетом исключения потенциальных конфаундеров: возраст от 12 до 18 лет, I и II группы здоровья, наличие допуска к тренировочно – соревновательному процессу врачом по спортивной медицине; отсутствие установленного диагноза синдрома вегетативной дисфункции; отсутствие органической патологии со стороны сердца и магистральных сосудов по результатам ЭКГ и ЭХО-КГ.

Критерии исключения: возраст младше 12 лет и старше 18 лет; наличие хронических заболеваний или врожденных аномалий развития; наличие патологических изменений по результатам ЭХО-КГ и ЭКГ; наличие отклонений в лабораторных данных; отсутствие допуска к тренировочно - соревновательному процессу. В случае отказа детей на любом этапе от продолжения участия в исследовании, проводили их досрочное исключение.

Референсная группа – 70 здоровых детей I и II групп здоровья, не занимающихся спортом, не состоящих на диспансерном учете у специалистов.

Всем детям проводили объективное обследование по общепринятой в педиатрии методике с включением лабораторных показателей (ОАК, ОАМ; у спортсменов - биохимические показатели крови (калий, натрий, кальций, магний, КФК, КФК-МВ, тропонин I, СРБ, ТТГ, Т4, АЛТ, АСТ, ЛДГ).

Инструментальные методы включали ЭКГ с ФН в 12 отведениях на скорости 50 мм/с; ЭХО-КГ на аппарате «Aloka prosound alfa 7» с использованием датчика UST-52105; ДК ЭКГ («Компьютерная система скрининга сердца», регистрационный номер ФСР 2007/00155 от 16.07.2007, ООО «Медицинские компьютерные системы», г. Москва, Зеленоград) с определением главного индекса электрофизиологических изменений в миокарде «Миокард», показателя «Ритм», оценивающего степень сбалансированности симпатического и парасимпатического отделов ВНС и группу качественных показателей (код детализации), отражающих электрофизиологические процессы (деполяризация и реполяризация) в определенных отделах сердца. При описании полученных данных руководствовались методическим рекомендациям «Оказание медицинской помощи детскому населению в центрах здоровья для детей» (Бойцов С.А., Намазова-Баранова Л.С., Кучма В.Р.; 2017).

Статистические методы. Расчет выборки проводили при помощи калькулятора размера выборки (ClinCalc.com). Полученные результаты обрабатывали с использованием программной системы STATA (версия 13),

MSExcel (2007). Оценку распределения изучаемых признаков на нормальность проводили с помощью теста Шапиро – Уилка. Описание количественных непараметрических переменных проводили с использованием медианы (Me) и квартилей (Q25;Q75). При сравнении количественных данных у двух независимых групп, использовали критерии Манна-Уитни, в оценке связанных групп - критерий Вилкоксона. При представлении качественных данных использовали доли с 95% доверительным интервалом. Расчет вели по методу Вальда. Сравнительную оценку качественных величин проводили при помощи критерия χ^2 Пирсона. При сравнении качественных показателей у двух связанных групп, использовали критерий Мак-Немара. Критерием статистической значимости получаемых выводов мы считали общепринятую в медицине величину $p < 0,05$. В случае попарного сравнения показателей в группах, определяли новый уровень значимости, путем деления значения p на число групп (0,05/5). Оценку вероятности выявления разницы между сравниваемыми группами проводили с использованием отношения шансов (OR). С целью сравнения значений изучаемых показателей в 3-х и более группах, использовали однофакторный дисперсионный анализ (непараметрический критерий Краскела – Уоллиса). Проводили post-hoc анализ с использованием критерия Двасса – Стила – Кричлоу - Флигнера (DSCF). Для оценки взаимосвязи между признаками, проводили корреляционный анализ с применением коэффициента корреляции Спирмена; тесноту взаимосвязи в полученной модели оценивали по Чеддоку.

Поиск моделей прогнозирования изменений изучаемых показателей выполняли с помощью множественной линейной регрессии и логистической регрессии. При оценке качества модели использовали коэффициенты детерминации R^2 и R^2_N (Найджелкерка). Для моделей с наибольшими коэффициентами детерминации, предпринимали попытку построения ROC – кривой.

Результаты исследования и их обсуждение

Распределение исследуемой выборки детей с учетом общепринятой возрастной периодизации представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика исследуемых групп с учетом пола и возраста

Возрастная группа	Пол	Основная группа (n=209)		Референсная группа (n=70)		Всего (n=279)	
		Абс.ч.	%	Абс.ч.	%	Абс.ч.	%
12-14 лет	муж	78	37,32	20	28,57	98	35,12
	жен	29	13,88	17	24,29	46	16,49
15-18 лет	муж	75	35,88	20	28,57	95	34,05
	жен	27	12,92	13	18,57	40	14,34
Итого		209	100	70	100	279	100

Спортивные нагрузки детей-спортсменов были проанализированы с учетом стажа спортивной деятельности (годы) и интенсивности тренировочного процесса (часов в неделю). Средние показатели стажа и интенсивности тренировок среди футболистов – 5,35 лет и 6,25 часов, баскетболистов – 6,34 лет и 5,91 часов, волейболистов - 5,41 лет и 5,57 часа, единоборцев – 5,28 лет и 5,35 часа. Исследуемые группы спортивной подготовки были сопоставимы по

длительности и интенсивности физических нагрузок независимо от пола ($p>0,05$).

Заключение о состоянии здоровья проводили на основании комплексной оценки здоровья в соответствии с действующими Методическими рекомендациями МЗ РФ от 2003г. Проводили оценку отягощенной наследственности, в том числе случаев ВСС среди членов семьи, физического развития, функциональных отклонений. По данным анамнеза, ни у одного из обследованных детей не было отмечено случаев ВСС членов семьи. Среди детей основной группы наследственность была отягощена по заболеваниям ССС в 52,63 % (ДИ 40,68-59,32), референсной группы – 54,28% (ДИ 42,38-66,18). Чаще всего отмечались такие заболевания как ишемическая болезнь сердца и артериальная гипертензия.

Оценку антропометрических показателей проводили с использованием программы dr. Sapto Anthro, в основе которой лежит метод Z-score. Результаты отражены в таблице 2.

Таблица 2 - Характеристика антропометрических показателей детей-спортсменов

Виды спорта	Me (Q1;Q3)	Min	Max	Критерий Краскела - Уоллиса
Рост				
Футбол	173(168;181)	153	186	χ^2 1,94 df 4 p=0,107
Баскетбол	172 (164;179)	149	186	
Волейбол	171 (163;179)	150	185	
Единоборства	174 (169;179)	149	185	
Референсная группа	168 (162;174)	152	186	
Масса				
Футбол	60,2 (51,8;69,5)	40,4	81,6	χ^2 1,83 df 4 p=0,128
Баскетбол	59,5 (50;68,6)	36,8	80,1	
Волейбол	55,5 (49,7;64,4)	38,7	78,8	
Единоборства	60,3 (53,5;67,3)	33,7	79,9	
Референсная группа	54,6 (47,8;63,0)	36,5	87,2	
ИМТ				
Футбол	19,8 (18,5;22,4)	14,9	24,5	χ^2 1,49 df 4 p=0,208
Баскетбол	21,1 (18,6;22,1)	15,3	24,1	
Волейбол	19,4 (18,4;21,1)	15,1	24,6	
Единоборства	19,8 (18,4; 21,6)	15,2	24,5	
Референсная группа	19,8 (18,1;21,2)	15,1	25,2	

Таким образом, по результатам осмотра, анамнеза, данных медицинской документации (формы №112/у и 061/у), значимых факторов, влияющих на электрофизиологические процессы в миокарде среди исследуемых групп детей, мы не выявили. Ни один из участников исследования не предъявлял жалоб.

По данным медицинской документации как среди спортсменов, так и детей, не занимающихся спортом, показатели ОАК и ОАМ были в пределах референсных значений. Все дети-спортсмены имели нормальный уровень

электролитов, воспалительных маркеров, трансаминаз, тиреоидного профиля, уровень топонина I. Три показателя (КФК, КФК-МВ, ЛДГ) имели значения выше референсных. На наш взгляд, данные изменения, вероятно, являются следствием физической нагрузки. Наши результаты согласуются с исследованием Л.А. Балыковой и соавт. (2005), где повышение данных маркеров расценивалось как результат спортивных нагрузок. Среди баскетболистов отмечено наибольшее число отклоняющихся значений ЛДГ - 98,3% ($\chi^2=37,6$; $df=3$; $p<0,001$). В отношении других показателей разницы между группами мы не нашли ($p<0,05$).

Во всех исследуемых группах преобладающим функциональным отклонением ССС по результатам ЭКГ была умеренная синусовая брадикардия (значение ЧСС менее 5, но выше 2 перцентиля), исчезающая после теста с ФН (20 приседаний в быстром темпе). Значимых различий между группами мы не выявили ($p=0,106$). Среди других функциональных изменений на ЭКГ отмечены эпизоды нижнепредсердного ритма, эпизоды миграции водителя ритма, трансформирующиеся в синусовый ритм после теста с ФН, НБПНПГ. Статистически значимых различий между группами не получено ($p>0,05$). По результатам ЭХО-КГ во всех исследуемых группах выявлены эктопические (диагональные, поперечные) хорды в полости левого желудочка, ООО (менее 3 мм), различные варианты функционального сужения магистральных сосудов. Различий между группами не получено ($p>0,05$). Среди экстракардиальных причин во всех группах отмечены отклонения опорно-двигательного аппарата (нарушение осанки и плоскостопие). Различий между группами не выявлено ($p>0,05$).

В процессе использования метода ДК ЭКГ, полученные результаты распределяли на 2 группы: нормальные значения и отклоняющиеся значения. При анализе мы объединили группы умеренного (пограничного) и выраженного отклонения, так как считаем, что дети с пограничными значениями изучаемого показателя также требуют внимания. Такого же мнения придерживается Л.А. Балыкова (2017), отмечая, что пограничные значения на ЭКГ могут представлять собой крайнее значение нормального ответа механизмов адаптации. Пробу с ФН проводили с целью оценки реактивности электрофизиологических показателей.

Для оценки сбалансированности ВНС на сердечный ритм, провели оценку соответствующего показателя. По отношению к референсной группе отмечено преобладание отклоняющихся значений индекса «Ритм» среди спортсменов как до (12,9% $p=0,002$), так и после теста с ФН – 39,2% ($p<0,001$). Полученные результаты свидетельствует, вероятно, о различиях в вегетативном обеспечении между исследуемыми группами. Исходно до теста с ФН при попарном сравнении значений индекса «Ритм» между группами спортивной подготовки и группой детей, не занимающихся спортом, значимые отличия нами были получены среди футболистов, баскетболистов и волейболистов. На наш взгляд, оценку сбалансированности влияний ВНС на ритм целесообразнее проводить до теста с ФН. Проведенная проба привела к значимому увеличению отклоняющихся от нормы значений исследуемого показателя во всех исследуемых группах, что, на наш взгляд, связано с естественным физиологическим повышением тонуса симпатической нервной системы. Однако,

проба с ФН позволила подтвердить или опровергнуть выявленные отклонения, выделить группы риска по развитию дисфункции ВНС.

Распределение значений главного интегрального показателя «Миокард» представлено в таблице 3.

Мы отметили преобладание отклоняющихся количественных показателей среди детей из основной группы по отношению к референсной группе, как до, так и после теста с ФН.

Таблица 3 - Сравнительная характеристика количественных значений индекса «Миокард» до и после теста с ФН в исследуемых группах

Группы	Me (Q1; Q3)	Минимум	Максимум	Размах	Критерий значимости*
До физической нагрузки					
Основная группа (n=209)	16 (14; 11)	4	45	41	U=3699, p<0,001
Референсная группа (n=70)	13 (11; 15)	4	18	14	
После теста с физической нагрузкой					
Основная группа (n=209)	24 (19; 34)	1	71	70	U=1163, p<0,001
Референсная группа (n=70)	14 (12; 15)	4	20	16	

Примечание: *p<0.001 – уровень значимости критерия Манна-Уитни (U)

При анализе качественных значений среди спортсменов как до (56,9%), так и после теста с ФН (88,5%) отмечено преобладание отклонений в значениях главного индекса «Миокард» в сравнении с референсной группой (p<0,001). Отклоняющиеся значения исследуемого показателя преобладали во всех спортивных группах в сравнении с референсной группой (p<0,001), как до, так и после теста с ФН.

Нами отмечено, что во всех спортивных группах ФН привела к статистически значимому увеличению отклоняющихся значений изучаемого показателя (p<0,001) в отличие от референсной группы (p=0,317). В выделенной группе риска преобладали футболисты - 32 (62,7%), в группе внимания – единоборцы (18(41,9%)). Мы считаем, что индекс «Миокард» отражает общие изменения в миокарде и является результирующим показателем всех электрофизиологических процессов, что находит отражение в полученных результатах.

Соотношение отклоняющихся значений кода детализации у детей-спортсменов и детей из референсной группы отражено в таблице 4.

Нарушения деполяризации ПП (G1) среди спортсменов встречаются чаще как до (48,8%), так и после теста с ФН (83,3%) в сравнении с референсной группой ($\chi^2=7,52$;df=1; p=0.006 и $\chi^2=64,2$;df=1; p<0,001). Чаще отклоняющиеся значения как до (54,2%) , так и после теста с ФН (88,1%) встречаются среди баскетболистов ($\chi^2=7,77$;df=1; p=0,005 и $\chi^2=40,2$;df=1; p<0,001). В остальных группах (футбол, волейбол, единоборства) различия отмечены только после теста с ФН (p<0,001).

При выделении групп риска, наибольшая по численности группа была представлена баскетболистами – 28 человек (47,4%); наименьшая – единоборцами (17 человек (39,5%)).

Таблица 4 - Соотношение отклоняющихся значений кода детализации до и после теста с ФН у исследуемых групп, % (95% ДИ)

Код детализации		Подгруппа А Футбол	Подгруппа Б Баскетбол	Подгруппа В Волейбол	Подгруппа Г Единоборства	Референсная группа
1		2	3	4	5	6
G1	до ФН	39,7 (25,65-53,75)	54,2* (41,22-67,18)	46,4 (33,01-59,79)	39,5 (24,53-54,47)	30 (19,1-40,9)
	после ФН	82,4** (71,69-93,11)	88,1** (79,66-96,54)	82,1** (71,81-92,39)	79,1** (66,64-91,56)	32,9 (21,7-44,1)
G2	до ФН	39,2 (25,45-52,95)	33,9 (21,58-46,22)	28,6 (16,46-40,74)	16,3 (4,98-27,62)	28,6 (17,85-39,35)
	после ФН	64,7* (51,25-78,15)	54,2 (41,22-67,18)	50,0 (36,57-63,43)	36,3 (21,57-51,03)	35,7 (24,3-47,1)
G3	до ФН	17,6** (6,89-28,31)	25,4** (14,06-36,74)	25** (13,36-36,64)	14** (3,37-24,63)	0
	после ФН	58,8** (44,95-72,65)	61** (48,3-73,7)	57,1** (43,81-70,39)	25,6* (12,23-38,97)	7,1 (1-13,2)
G4	до ФН	23,5** (11,56-35,44)	25,4** (14,06-36,74)	23,2** (11,86-34,54)	41,9** (26,79-57,01)	1,4% (-1,39-4,19)
	после ФН	17,6 (6,89-28,31)	16,9 (7,14-26,66)	16,1 (6,23-25,97)	86** (75,37-93,63)	4,3 (-0,51-9,11)
G5	до ФН	15,7 (5,47-25,93)	22* (11,22-32,78)	23,2* (11,86-34,54)	7,0* (-0,82-14,82)	5,7 (0,2-11,2)
	после ФН	64,7** (51,33-78,07)	72,9** (61,32-84,48)	66,1** (53,4-78,8)	41,9 (26,79-57,01)	20 (10,5-29,5)
G6	до ФН	17,6 (6,89-28,31)	40,7** (27,92-53,48)	39,3** (26,18-52,42)	32,6** (18,23-36,97)	7,1 (1-13,2)
	после ФН	80,4** (69,23-91,57)	84,7** (75,32-94,08)	80,4** (69,75-91,05)	72,1** (58,35-85,85)	11,4 (3,9-18,9)

Примечание: *-p<0,01; **-p<0,001

Преобладание отклоняющихся значений процессов деполяризации ЛП (G2) среди спортсменов отмечено только среди футболистов после теста с ФН - 64,5% ($\chi^2=9,94$; df=1; p=0.002). ФН привела к значимому повышению уровня отклонений исследуемого показателя только среди футболистов ($\chi^2=6,76$; df=1; p=0,009). В группу риска были включены 27,4% футболистов. Нами отмечено, что изменения деполяризации не так интенсивны, как в правом предсердии, в т.ч. после теста с ФН.

Нарушения процессов деполяризации ПЖ (G3) встречались чаще среди спортсменов как до (21,1%), так и после теста с ФН - 52,2% (p<0,001). Причем, преобладание отклоняющихся значений отмечалось во всех спортивных группах как до, так и после теста с ФН (p<0,01). Исходно значимой разницы между спортивными группами не отмечалось. После теста с ФН выявлено статистически значимое преобладание отклонений в группах футбола, баскетбола и волейбола по отношению к группе единоборцев (p<0.01). В

указанных группах отмечался значимый прирост отклоняющихся значений в ответ на ФН. Наибольшая по численности группа риска отмечена среди баскетболистов (20,3%).

Нарушение процессов деполяризации ЛЖ (G4) чаще встречалось среди спортсменов как до (27,8%), так и после ФН - 31,1% ($\chi^2=21,8$;df=1; $p<0,001$ и $\chi^2=20,5$;df=1; $p<0,001$). Преобладающее число нарушений данного показателя отмечено среди единоборцев как до (41,9%), так и после теста с ФН (86%) ($p<0,001$). Среди футболистов, баскетболистов и волейболистов отклоняющиеся значения изучаемого показателя преобладали до ФН ($p<0,001$), в то время как при повторной оценке после проведения пробы отмечено снижение доли отклонений. ФН привела к значимому увеличению доли отклоняющихся значений изучаемого показателя только в группе детей, занимающихся единоборствами – с 41,9% до 86% ($\chi^2=18$;df=1; $p<0,001$); группы риска и внимания включали в себя по 41,9% детей.

Отклоняющиеся значения процессов реполяризации в миокарде ПЖ (G5) преобладали среди спортсменов как до (17,7%), так и после теста с ФН - 62,7% ($\chi^2=6,01$;df=1; $p=0,014$ и $\chi^2=38,3$;df=1; $p<0,001$). Как до, так и после ФН нарушения отмечались среди баскетболистов и волейболистов ($p<0,01$), среди футболистов – только после ФН ($p<0,001$). После ФН во всех группах наблюдался значимый прирост отклонений в значениях исследуемого показателя ($p<0,001$). Однако, обращают на себя внимание группы риска и внимания, среди которых преобладающая доля принадлежит динамическим видам спорта (баскетбол, волейбол, футбол). Наибольшая численность отмечена среди баскетболистов (18,6% и 54,2%).

Нарушения процессов реполяризации ЛЖ (G6) чаще регистрировались у спортсменов как до (33%), так и после ФН - 79,8% ($\chi^2=18$;df=1; $p<0,001$ и $\chi^2=105$;df=1; $p<0,001$). Изменения чаще регистрировались среди девушек как до, так и после теста с ФН ($p<0,01$). Мы предполагаем, что такой результат может быть обусловлен меньшей устойчивостью функциональных систем к нагрузке среди девушек. Изменения регистрировались среди всех спортивных групп ($p<0,001$). Во всех спортивных группах ФН привела к увеличению доли отклоняющихся значений исследуемого показателя ($p<0,001$). В группе риска преобладали баскетболисты (39%).

Нами выявлены положительные корреляционные связи с умеренной теснотой связи между показателем «Ритм» и «Миокард» ($\rho 0,366$ $p<0,001$), «Ритм» и G1 ($\rho 0,473$ $p<0,001$), «Ритм» и G6 ($\rho 0,401$ $p<0,001$), «Ритм» и интенсивностью тренировочного процесса ($\rho 0,300$ $p<0,001$). После теста с ФН также отмечены умеренные связи между «Ритм» и G1 ($\rho 0,467$ $p<0,001$), Ритм и G2 ($\rho 0,305$ $p<0,001$), между «Ритм» и G6 ($\rho 0,443$ $p<0,001$). Отмечено, что показатели G1 и G6 также имели умеренную тесноту связи ($\rho 0,415$ $p<0,001$). На наш взгляд, полученные результаты свидетельствуют о непосредственном участии ВНС в изменении деполяризации ПП и реполяризации ЛЖ как до, так и после ФН.

Мы предприняли попытку поиска моделей прогнозирования изменений изучаемых показателей в группе детей-спортсменов с помощью бинарной логистической регрессии. Однако, отобранные для анализа модели имели низкую чувствительность или специфичность. Вероятно, имеются иные

факторы, не рассмотренные в нашем исследовании, которые оказывают значимое влияние на изучаемые показатели (психологические факторы, генетические факторы и др.).

Мы предложили алгоритм действий использования метода ДК ЭКГ у детей-спортсменов с применением теста с ФН (рисунок 1).

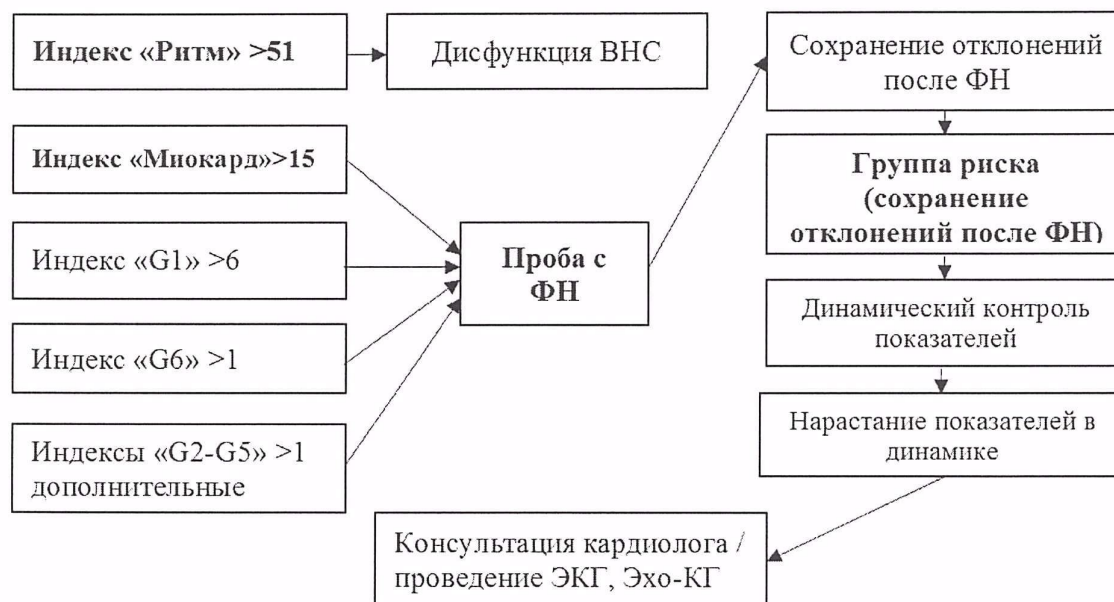


Рисунок 1 - Алгоритм действий при выполнении дисперсионного картирования ЭКГ с использованием теста с ФН у детей-спортсменов

Таким образом, в ходе научного исследования цель была достигнута, поставленные задачи решены, что позволило сделать выводы.

ВЫВОДЫ

1. Дети, занимающиеся динамическими видами спорта, имеют преобладающее число отклонений вегетативного обеспечения по сравнению с детьми, занимающимися высокостатическими видами спорта, и группой детей, не занимающихся спортом, что может быть обусловлено характером спортивной нагрузки и особенностями метаболизма.
2. Отклоняющиеся значения главного интегрального показателя дисперсионного картирования «Миокард» встречаются достоверно чаще среди спортсменов как до (56,9%; $p < 0,001$), так и после теста с физической нагрузкой (88,5%; $p < 0,001$) независимо от направлений спортивной подготовки. Физическая нагрузка приводит к значимому увеличению отклоняющихся значений индекса «Миокард» только среди спортсменов всех направлений подготовки ($p < 0,001$), что может свидетельствовать о наличии скрытых нарушений электрофизиологических механизмов в миокарде у спортсменов, не определяющихся в состоянии покоя.
3. Отклоняющиеся значения деполяризации правого предсердия встречаются значимо чаще среди спортсменов как до (48,8%; $p = 0,006$), так и после теста с физической нагрузкой (83,3%; $p < 0,001$). Преобладание нарушений показателя отмечено среди баскетболистов как до (54,2%; $p = 0,005$), так и после теста с

физической нагрузкой (88,1%; $p<0,001$); футболистов, волейболистов, единоборцев – после теста с физической нагрузкой ($p<0,001$). Физическая нагрузка приводит к значительному увеличению отклоняющихся значений деполяризации правого предсердия среди детей-спортсменов всех групп ($p<0,001$). Нарушения деполяризации левого предсердия значимо чаще встречаются только среди футболистов после теста с физической нагрузкой (64,7%; $p=0,002$). Преобладающее большинство нарушений в миокарде правого предсердия может быть связано с особенностями проводящей системы сердца, наличием большого числа потенциально аритмогенных зон.

4. Среди спортсменов чаще встречаются нарушения деполяризации правого желудочка как до (21,1%; $p<0,001$), так и после теста с физической нагрузкой (52,2%; $p<0,001$). Преобладающее число нарушений отмечается среди динамических видов спорта (футбол, баскетбол, волейбол) ($p<0,01$). В этих же группах физическая нагрузка приводит к росту отклоняющихся значений данного показателя ($p<0,001$).
5. Нарушения деполяризации левого желудочка значимо чаще встречаются среди спортсменов как до (27,8%; $p<0,001$), так и после теста с физической нагрузкой (31,1%; $p<0,001$). Наибольшая выраженность нарушений исследуемого показателя отмечена среди единоборцев ($p<0,001$). В этой же группе физическая нагрузка приводит к росту отклонений значений деполяризации левого желудочка, в то время как среди динамических видов спорта – к нормализации показателей. Данные изменения могут быть объяснены различиями метаболических процессов в миокарде у спортсменов динамических и статических видов спорта.
6. Нарушения деполяризации правого желудочка как до, так и после теста с физической нагрузкой значимо чаще встречаются среди детей, занимающихся динамическими видами спорта ($p<0,01$). Преобладающее число нарушений деполяризации и реполяризации в миокарде правого желудочка у представителей динамических видов спорта может быть связано с особенностями метаболизма, протекающими по аэробному пути с возрастающим участием правого желудочка.
7. Преобладание нарушений реполяризации в миокарде левого желудочка отмечается среди спортсменов как до (33%; $p<0,001$), так и после теста с физической нагрузкой (79,8%; $p<0,001$) и находит отражение среди всех видов спорта ($p<0,001$). Физическая нагрузка приводит к значимому росту отклоняющихся значений данного показателя среди всех групп спорта. Нарушение реполяризации в миокарде левого желудочка следует рассматривать как неблагоприятный фактор развития нарушения ритма сердца.
8. Метод дисперсионного картирования низкоамплитудных колебаний кардиоцикла электрокардиограммы может быть использован как скрининговый в диагностике ранних нарушений электрофизиологических механизмов у детей при спортивных нагрузках, в том числе при самоконтроле; расширение его тестом с физической нагрузкой позволяет выделить группы риска среди детей-спортсменов по развитию возможного патологического ремоделирования миокарда.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В физкультурных диспансерах, Центрах здоровья с целью эффективного использования метода дисперсионного картирования ЭКГ в оценке функционального состояния ССС у детей спортсменов окончательное заключение необходимо формировать только после мануального анализа показателей «Миокард», «Ритм», «G1-G6».
2. Для выявления доклинических нарушений процессов деполяризации и реполяризации миокарда при занятиях спортом следует использовать тест с физической нагрузкой во время проведения дисперсионного картирования ЭКГ.
3. Дети-спортсмены, у которых отклоняющиеся значения исследуемых показателей регистрируются как до, так и после теста с физической нагрузкой, должны составлять группу риска и подлежать динамическому наблюдению спортивным врачом/ кардиологом с целью предотвращения срыва механизмов адаптации сердечно – сосудистой системы. Детей-спортсменов, у которых отклоняющиеся значения исследуемых показателей регистрируются только после теста с физической нагрузкой, следует отнести к группе внимания в связи с наличием предполагаемой гиперсимпатикотонии.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

- 1.Шумов, А.В. Особенности вариабельности сердечного ритма у детей спортсменов с признаками соединительнотканной дисплазии / А.В. Шумов, Д.Д.Алексина //Сборник материалов межрегиональной научной конференции «Малые Апрельские чтения памяти проф. М.В. Пиккель». – Архангельск, 2019. – С.97-99.
- 2.Шумов, А.В. Изменения низкоамплитудных колебаний кардиоцикла под влиянием физической нагрузки у детей, занимающихся спортом / А.В. Шумов, И.В. Бабилова, А.А. Шумова, В.И.Макарова// Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2019. - №64(4). – С.214-215.
- 3.Шумов, А.В. Анализ изменений биохимических показателей крови, как показателей адаптационных процессов организма детей, занимающихся спортом/ А.В. Шумов, А.А. Шумова, И.А. Фомкина, Г.Н. Мельникова// Сборник научных трудов межрегиональной научно-практической конференции «VIII Апрельские чтения памяти проф. М.В. Пиккель». – 2020. – С118-122.
- 4.Шумов, А.В. **Диагностические возможности картирования низкоамплитудных колебаний кардиоцикла у детей, занимающихся спортом/ А.В. Шумов, Н.В. Краева, В.И. Макарова, Ю.А. Алексина // Современные проблемы науки и образования. – 2020. - №4. – С. 124-133.**
- 5.Шумов, А.В. Оценка дисфункции вегетативной нервной системы у детей спортсменов с помощью дисперсионного картирования электрокардиограммы/ А.В. Шумов, Н.В. Краева// Бюллетень медицинской науки. – 2021. – С.61-65.
- 6.Шумов, А.В. Вариабельность ритма сердца – ключ к оценке процессов адаптации сердечно – сосудистой системы у детей спортсменов// Сборник VI Международного медицинского форума Донбасса, - 2022. – С. 453-454.
- 7.Шумов, А.В. Особенности электрофизиологических процессов в миокарде левого желудочка у детей, занимающихся спортом / А.В. Шумов, Н.В. Краева,

В.И. Макарова// Российский кардиологический журнал. – 2022. - №27(S6). – С.62.

8.Шумов, А.В. Изменение процессов реполяризации в миокарде левого желудочка у подростков, занимающихся баскетболом / А.В. Шумов, Н.В. Краева, В.И. Макарова// Российский кардиологический журнал, - 2022. - №27 (S7) . – С.34.

9.Шумов, А.В. Влияние вида спортивной подготовки на электрофизиологические процессы в миокарде левого желудочка у подростков / А.В. Шумов, Н.В. Краева, В.И. Макарова// Трансляционная медицина, - 2022. – С.25.

10. Шумов, А.В. Влияние физической нагрузки на электрофизиологические процессы в миокарде желудочков у детей спортсменов / А.В. Шумов, Н.В. Краева, В.И. Макарова// Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2023. – Т.68, №1. – С.67-73 (Scopus).

11.Шумов, А.В. Влияние нагрузочной пробы на значение индекса «Миокард» по результатам дисперсионного картирования электрокардиограммы у детей – спортсменов / А.В. Шумов, Н.В. Краева, В.И. Макарова// Вятский медицинский вестник. – 2023. – №2(78). – С. 78-85.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АЛТ - аланинаминотрансфераза

АСТ - аспартатаминотрансфераза

ВНС – вегетативная нервная система

ДК ЭКГ – дисперсионное картирование электрокардиограммы

КФК- креатинфосфокиназа

КФК (МВ) – креатинфосфокиназа (МВ)

ЛДГ - лактатдегидрогеназа

ОАК – общий анализ крови

ОАМ – общий анализ мочи

СРБ – С-реактивный белок

ТТГ – тиреотропный гормон

Т4 - тироксин

ФН – физическая нагрузка

ЭКГ - электрокардиография

ЭХО-КГ – эхокардиография