

Министерство здравоохранения Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет»

На правах рукописи

ШУМОВ

Антон Викторович

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ
МИОКАРДА У ДЕТЕЙ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ

3.1.21. Педиатрия

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
Валерия Ивановна Макарова

Архангельск

2023г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО - СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	11
1.1 Физиологическое ремоделирование миокарда у детей, занимающихся спортом.....	11
1.2 Патологическое ремоделирование миокарда у детей, занимающихся спортом.....	14
1.3 Диагностика отклонений в сердечно – сосудистой системе у детей, занимающихся спортом.....	19
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	25
2.1 Дизайн исследования.....	25
2.2 Объект исследования.....	26
2.3 Методы исследования.....	28
ГЛАВА 3. КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБСЛЕДОВАННЫХ ДЕТЕЙ.....	33
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....	44
4.1 Характеристика вариабельности ритма сердца у детей, занимающихся спортом.....	44
4.2 Интегральный показатель электрофизиологических изменений миокарда у детей при спортивных нагрузках.....	53
4.3 Особенности электрофизиологических процессов в миокарде у детей, занимающихся спортом	64
4.3.1 Характеристика процессов деполяризации предсердий.....	64
4.3.2 Характеристика процессов деполяризации желудочков.....	76
4.3.3 Характеристика процессов реполяризации желудочков.....	90
4.4 Математическое моделирование электрофизиологических процессов в миокарде у детей, занимающихся спортом.....	103
ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СОБСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....	110

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	123
ВЫВОДЫ.....	127
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	130
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ.....	131
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	133

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность

По результатам отчета Министерства спорта Российской Федерации отмечается ежегодный рост числа людей, занимающихся спортом и физкультурой. В 2022 отмечено 69829122 человек в возрасте от 3 до 79 лет (52,9%). Согласно опубликованным данным федеральной службы статистики, отмечается рост детского населения в возрасте от 3 до 18 лет, занимающихся спортом (на конец 2020 года – 59,7%).

Регулярные физические нагрузки приводят к физиологическому морфологическому и электрофизиологическому ремоделированию сердечно - сосудистой системы, принимающей непосредственное участие в механизмах адаптации организма [3,18,26].

Известно, что организм ребенка по своим анатомо – физиологическим особенностям отличается от организма взрослого человека, поэтому дети более чувствительны к факторам внешней среды. В связи с этим при интенсивных нагрузках сверх индивидуальных возможностей ребенка, действия 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 со стороны сердечно - сосудистой системы [3,17,22,31,41,49,65,89,136]. 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 [7,65]. В разных странах объем исследований отличается.

Самым распространенным и доступным методом диагностики является электрокардиография [10,33,79]. 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 2015 года выделяются физиологические, пограничные и патологические изменения [145,161].

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 [42, 46, 49, 58, 60].

Перспективным является разработка неинвазивных методов на основе анализа электрокардиограммы, позволяющих выявлять донозологические изменения [67,68,76]. Такими возможностями обладают методы дисперсионного картирования электрокардиограммы и оценки вариабельности ритма сердца.

Данных о применении метода дисперсионного картирования электрокардиограммы, в том числе с использованием пробы с физической нагрузкой, в диагностике функционального состояния миокарда у детей, занимающихся спортом, 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 влияние физической нагрузки на показатель вегетативного обеспечения у детей, занимающихся спортом.
2. Выявить влияние физической нагрузки на главный 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 изменения процессов 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. В рамках исследования впервые использована оценка изучаемых показателей после теста с физической нагрузкой. По результатам анализа 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.

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 патологические 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, 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.

Представленные результаты позволят продолжить исследование в данной области с целью накопления знаний о возможностях применения метода дисперсионного картирования электрокардиограммы в контроле функционального состояния сердечно – сосудистой системы 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.

Данные настоящей работы показали целесообразность использования метода дисперсионного картирования электрокардиограммы на этапах скрининга у детей - спортсменов.

Положения, выносимые на защиту

1. Физические нагрузки спортивного характера вносят значимый вклад в процессы ремоделирования миокарда у детей-спортсменов, увеличивая долю отклоняющихся значений индексов «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 электрокардиограммы с применением теста с физической нагрузкой позволяет выделить доклинические признаки формирующихся отклонений в миокарде и сформировать группу риска и группу внимания среди детей, занимающихся спортом.

Степень достоверности и апробация результатов

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

Результаты исследования представлены и обсуждены на V, VI, IX, X Международном молодежном медицинском научно-образовательном форуме «Медицина будущего - Арктике» (Архангельск, 2018г., 2019г., 2022г., 2023г.), на XVII, XVIII, XIX Российском конгрессе "Инновационные технологии в педиатрии и детской хирургии" (Москва, 2018г., 2019г., 2020г.), на VII, VIII, IX, X Межрегиональной научно-практической конференции «Апрельские чтения памяти проф. М.В. Пиккель (Архангельск, 2019г., 2020г., 2022г., 2023г.), на IV, VI, VII междисциплинарном медицинском форуме «Актуальные вопросы врачебной практики «Беломорские зори» (Архангельск, 2019г., 2021г., 2022г.), на итоговой научной сессии ФГБОУ ВО СГМУ «Медицина будущего в Арктике: экологические, фундаментальные и прикладные аспекты» (Архангельск, 2021г., 2022г.), на Всероссийской научной конференции «L Огаревские чтения» (Саранск, 2021), на 23-м конгрессе российского общества холтеровского мониторирования и неинвазивной электрофизиологии (РОХМИНЭ) (Саранск,

2022г.), на форуме молодых кардиологов НМИЦ ССХ им А.Н. Бакулева (Москва, 2022г.), на V Инновационном Петербургском медицинском форуме (Санкт-Петербург, 2022г.), на VI Международном медицинском форуме Донбасса (Донбасс, 2022 г.), на XII Всероссийском конгрессе «Детская кардиология» (Москва, 2022г.).

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. Самостоятельно проводил исследование методом дисперсионного картирования электрокардиограммы, расширил его тестом с физической нагрузкой. Весь материал, представленный в диссертации, описан лично автором. Самостоятельно провел выбор статистических критериев, обработку информации и анализ

полученных результатов. Подготовил печатные работы и выступления по теме диссертационного исследования на различных научных площадках.

Объем и структура диссертации

Текст диссертации изложен на 152 страницах машинописи или компьютерного набора и состоит из введения, 4 глав, обсуждения результатов исследования, выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы и перечня сокращений. 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).

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО - СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ (обзор литературы)

1.1 Физиологическое ремоделирование сердечно - сосудистой системы

Регулярные физические нагрузки приводят к морфологическому, электрофизиологическому ремоделированию ССС у детей, занимающихся различными видами спорта. Изменяется метаболизм миокарда, происходит перестройка механизмов регуляции [3,18,30,147]. Причем, отмечено, что среди детей - спортсменов изменения протекают с большей скоростью, нежели у старших атлетов [22]. Именно за счет изменчивости ССС осуществляется адаптация организма к возрастающим спортивным нагрузкам [10,17,46,53,64,93]. Большая роль в этом процессе принадлежит ВНС, определяющей степень напряжения регуляторных систем [18,19,59]. Процессы адаптации проявляются в изменении механизмов регуляции, повышении скорости ответа ССС при ФН, а также быстром восстановлении [26,49,110]. Известно, что нагрузки различной направленности и величины оказывают отличное друг от друга действие на ССС, что выражается в индивидуальности механизмов адаптации [3,16,18,134]. Ряд авторов отмечают прямую зависимость изменений с возрастом спортсменов и продолжительностью ФН [34,62,165]. Имеются данные о связи функционального состояния ССС у спортсменов с географическим положением [56,57].

Как за рубежом, так и в России широко распространена классификация видов спорта по J. Mitchell et al. (2005), предполагающая деление динамических и статических видов спорта по интенсивности. Динамические нагрузки происходят преимущественно по аэробному пути метаболизма и определяются уровнем потребляемого кислорода. Статические нагрузки, напротив, в большей степени связаны с анаэробным механизмом и характеризуются процентом увеличения максимальной силы сокращения мышц [30,62,84,110,146].

В оценке адаптации ССС большое внимание уделяется ЛЖ. Считается, что при динамических видах спорта преимущественно отмечается его дилатация,

обеспечивающая высокую производительность. Увеличивается эластичность миокарда, сократимость и систолический объем. Формируется эксцентрическое ремоделирование. При статических нагрузках отмечается гипертрофия ЗСЛЖ и МЖП, сопряженные с развитием развитой сети микрокапилляров в миокарде (концентрическое ремоделирование) [7,20,30,31,118,141,148,162]. Повышенный ангиогенез в миокарде способствует увеличению площади газообмена между кровеносным руслом и мышцей сердца, что ведет к росту функционального состояния миокарда [77]. В своих исследованиях А.С. Шарыкин отмечает, что наиболее неблагоприятный тип ремоделирования – концентрическая гипертрофия [105].

Согласно национальному руководству по спортивной медицине от 2022 года, верхняя граница нормы размера ЛЖ у подростков мужского пола составляет 58 мм, женского пола – 54 мм. Толщина миокарда среди подростков мальчиков – до 12 мм, среди девочек – до 11 мм [97]. При выявлении КДР ЛЖ у подростка-спортсмена в диапазоне 58-60 мм и толщины миокарда 13-16 мм можно говорить о пограничном состоянии между функциональными и патологическими изменениями [22]. Однако, при адекватном ответе ССС на существующие нагрузки, размеры стенок и полостей редко превышают референсные значения [30,129,144].

Помимо ремоделирования ЛЖ у детей-спортсменов, морфофункциональной перестройке подвергаются и другие камеры. Описаны случаи ремоделирования ПЖ у спортсменов, занимающихся динамическими видами спорта [30,103,119]. Среди спортсменов динамических видов спорта с большим стажем (более 6 тысяч часов) возможно развитие дилатации ЛП [97,120]. Однако, большинство информации все же представлено в отношении ремоделирования ЛЖ.

Отмечено, что среди мужчин-спортсменов функциональные и патологические изменения ССС встречаются чаще, чем среди женщин. Существует предположение, что это может быть связано с мужскими половыми гормонами [30,122]. Степень морфофункционального ремоделирования миокарда

коррелирует со стажем тренировочно - соревновательного процесса, что свидетельствует о повышении активности механизмов адаптации [31].

Различные по виду и интенсивности нагрузки будут отличаться напряженностью адаптационных систем [52,54,63]. Лангом Г.Ф (1936) отмечено, что «предел способности к спортивным достижениям определяется в значительной мере пределом функциональной симпатико-адреналовой системы» [77].

Электрофизиологическое ремоделирование миокарда у детей-спортсменов находит отражение в изменениях процессов деполяризации и реполяризации на ЭКГ [62]. Самым частым физиологическим изменением ритма сердца у спортсменов является синусовая брадикардия [133]. Основная роль принадлежит повышенной активности парасимпатического отдела ВНС, что приводит к более экономной работе миокарда в состоянии покоя [17,62,84]. Однако, ряд исследователей отмечают в качестве причины ремоделирование самого синусового узла на фоне регулярных ФН [30]. В исследовании Н. П. Гарганеевой и соавторов отмечено, что синусовая брадикардия чаще встречается среди спортсменов динамических видов спорта, чем высокостатических [32].

Среди других функциональных изменений можно отметить атриовентрикулярную блокаду 1 степени, 2 степени 1 типа, синусовую аритмию, узловой выскальзывающий ритм, эпизоды предсердного ритма, инверсию зубца Т в V1-V3, НБПНПГ [17,26]. Однако, любые изменения на ЭКГ у детей-спортсменов должны быть оценены с учетом клиники, данных анамнеза, физикального осмотра и сопоставлены с результатами других исследований [23,130]. Данные об ЭКГ спортсменов постоянно обновляются и совершенствуются. Последние международные рекомендации по интерпретации ЭКГ спортсменов в возрасте от 12 до 35 лет приняты в Сиэтле в 2015 году [97].

Среди других проявлений функциональной адаптации ССС детей-спортсменов к регулярным нагрузкам можно выделить снижение уровня артериального давления [20]. При проведении ультразвукового исследования сердца у детей, занимающихся спортом, в покое можно выявить фракцию

выброса ЛЖ в пределах нижней границы нормы, что обусловлено повышенной активностью парасимпатического отдела ВНС. При проведении исследования на фоне ФН, отмечается повышение данного показателя [22].

В работах разных авторов указаны отличные друг от друга сроки формирования морфофункциональных изменений ССС у детей-спортсменов на фоне регулярных нагрузок. В среднем, временной интервал обозначен в пределах 2-4 лет, а интенсивность тренировочного процесса не менее 5 часов в неделю [50, 62]. Именно за этот временной промежуток при такой интенсивности тренировок происходит улучшение функциональных возможностей ССС, обеспечивающих адекватный уровень адаптации.

Детский возраст характеризуется незавершенностью развития различных систем органов, что является одним из основных отличий с организмом взрослого человека [157,158]. У детей-спортсменов отмечается повышенная напряженность ССС, ВНС, снижение адаптационных реакций, замедленные процессы восстановления на фоне регулярных спортивных нагрузок. Велика роль генетических факторов, с которыми связаны метаболические процессы в организме ребенка, рост, ответ на ФН, быстроты восстановления. Все это обуславливает необходимость повышенного контроля со стороны тренеров и медицинских работников с целью предотвращения срывов механизмов адаптации [44,46].

1.2 Патологическое ремоделирование сердечно - сосудистой системы у детей, занимающихся спортом

Длительное воздействие высоких ФН сверх индивидуальных возможностей ребенка, нерациональная организация тренировочно - соревновательного процесса, систематическое эмоциональное напряжение могут привести к дезадаптации ССС в результате переутомления, перенапряжения функциональных систем, перетренированности и развития соматической патологии [3,17,22,31,41,49,65,89,136]. Ряд авторов отмечают важность

сбалансированного регулярного питания, достаточного уровня сна, своевременной санации хронических очагов инфекции в профилактике развития предпатологических и патологических состояний у спортсменов [17,22].

У детей на фоне регулярных ФН отмечается дисфункция ВНС в виде увеличения активности симпатического отдела и роста уровня стрессовых гормонов в кровеносном русле. Это приводит к вазоконстрикции микрокапилляров сердечной мышцы, снижению сократительной способности ЛЖ [26]. Имеются данные, что в первую очередь к действию неблагоприятных факторов чувствительны эндотелий микрокапилляров, мембрана кардиомиоцитов, митохондрии, что приводит к нарушению их морфофункциональных свойств, появлению электрической нестабильности [29,34,62]. Дисфункцию ВНС у детей на фоне занятий спортом относят к ранним признакам нарушения адаптационных механизмов [52]. Ряд авторов выделяют гиперсимпатикотонию и относят ее к факторам риска развития дезадаптационных процессов [26,34]. Однако, необходимо учитывать морфофункциональную незрелость детского организма, ростовой процесс, что уже предрасполагает к функциональным перестройкам ВНС [44, 65,138].

Большая роль отводится генетическим особенностям, в частности среди представителей мужского пола, определяющих уровень ответа механизмов адаптации. В фокусе внимания оказываются гены, ответственные за тонус сосудистой стенки, клеточный рост, гены предрасположенности к патологическому ремоделированию и запускающие этот процесс при действии неблагоприятных факторов. В настоящее время известно около 200 спортивных полиморфизмов [9,22]. В последние годы, благодаря развитию лабораторных методов исследования, генетический анализ является неотъемлемой составляющей на этапах обследования и наблюдения детей-спортсменов с кардиальной патологией. В своем исследовании А.Х Талибов отмечает, что именно индивидуальные особенности спортсмена играют значимую роль в развитии механизмов дезадаптации [98]. Большую роль играют интенсивность тренировочно - соревновательного процесса и направление спортивной

подготовки. По данным ряда авторов особое внимание следует уделять видам спорта на выносливость [8,22].

На фоне чрезмерно высоких нагрузок изменения могут происходить как в левых, так и в правых камерах сердца, в большей части в миокарде желудочков [119,127,167]. В ряде работ отмечены изменения в предсердиях [143,154]. Возможно развитие патологической гипертрофии или дилатации, очагов фиброза в миокарде. Негативное влияние оказывают нарушения уровня электролитов [21]. Имеются данные о нарушении образования соединительной ткани у спортсменов на фоне систематических нагрузок [103,106].

За счет процессов ремоделирования возрастает потребность миокарда в кислороде, что увеличивает вероятность формирования эктопических очагов и возможной манифестации НРС, например, экстрасистолии различных градаций [29,30,48,49]. Среди других отклонений можно выделить выраженную синусовую брадикардию (менее 30 ударов в минуту), удлинение QTc интервала [49]. Точных данных о распространенности НРС нет, однако отмечается, что с ростом стажа и интенсивности нагрузок растет и частота отклонений [32]. По материалам Ю.В. Вахненко распространенность НРС среди спортсменов высока и составляет порядка 55%. НРС, сопряженные с риском ВСС, регистрируются у 15% атлетов [23]. Некоторые НРС у юных спортсменов имеют нагрузочный характер и не выявляются на стандартной ЭКГ покоя и суточном мониторинге ЭКГ. Нагрузочная экстрасистолия у спортсменов может быть первым признаком перенапряжения ССС [54]. В исследовании Е.А. Гавриловой отмечена связь возникновения желудочковых НРС у спортсменов с очагами фиброза в миокарде, выявленными по результатам МРТ сердца [28, 29].

Ряд исследователей отмечают, что физиологическое и патологическое ремоделирование миокарда не существуют изолированно друг от друга, а являются закономерным процессом перехода одного состояния в другое. Г.Ф. Ланг в своих работах отмечал, что изменения в сердечной мышце на фоне регулярных нагрузок до определенной стадии являются обратимыми, в то время

как при продолжающихся чрезмерных нагрузках они приобретают необратимый характер [20,41].

По мнению Л.А. Балыковой, необходимо уделять должное внимание не только патологическим морфологическим и электрофизиологическим изменениям миокарда, но и пограничным, представляющим собой крайнее значение нормального ответа механизмов адаптации [7]. В Российской Федерации для обозначения патологических морфофункциональных изменений в сердце спортсмена на фоне нагрузок используется термин «стрессорная кардиомиопатия» [65]. Учеными из Мордовского университета проведена оценка миокарда у лабораторных мышей, подвергнутых регулярным интенсивным ФН. По результатам исследования была отмечена дезадаптационная трансформация в миокарде, обусловленная влиянием ФН и действием стрессорных гормонов [8]. Данные изменения могут способствовать развитию электрической нестабильности миокарда, увеличивать вероятность развития фатальных аритмий [9].

Ряд авторов обращают внимание на нарушения процессов реполяризации, проявляющихся в изменении сегмента ST и зубца T [3,23,155]. Большое значение имеют нарушения процессов реполяризации как ЛЖ, так и ПЖ [49]. При сохранении патологических изменений после ФН увеличивается риск развития стрессорной кардиомиопатии [9]. Внимания требуют и процессы деполяризации миокарда. Среди основных причин развития нарушений выделяют дисфункцию ВНС, фиброз, нарушение работы ионных каналов. В ходе масштабного исследования MADIT-II получены данные о связи нарушений деполяризации и повышения риска ВСС у пациентов с ИБС [85]. Среди других проявлений дезадаптационных процессов ССС можно выделить нагрузочную артериальную гипертензию. Имеются данные о прямой корреляционной связи между повышенным артериальным давлением и гипертрофией миокарда левого желудочка у спортсменов [11,128].

Для спортсменов характерно долгое отсутствие клинических проявлений сформировавшейся патологии в виду высоких резервных возможностей

механизмов адаптации [97]. В своих исследованиях Л.А. Балыкова и соавторы отмечают, что по результатам комплексного обследования юных спортсменов было отстранено 56% детей в связи с отклонениями в работе различных систем органов, в т.ч. ССС (НРС, артериальная гипертензия, кардиомиопатии) [7].

В редких случаях юные спортсмены могут предъявлять жалобы на боли и перебои в работе сердца, повышенную утомляемость [17]. Жизнеугрожающее состояние может проявиться в виде развития синкопального состояния. Отмечено, что частота развития синкопов среди детей-спортсменов в возрасте от 9 до 18 лет выше по сравнению с детьми, не занимающимися спортом. Несмотря на то, что в преобладающем большинстве встречаются рефлекторные типы синкопов, появление данных эпизодов у ребенка, занимающегося спортом, должно сопровождаться комплексным кардиологическим обследованием с целью исключения кардиальной и аритмогенной природы (АКМП, ГКМП, синдром удлиненного интервала QT, синдром Бругада и другие) [55,58,126].

Среди самых грозных проявлений дезадаптационных процессов ССС у спортсменов является ВСС. Причем, отмечено, что вероятность внезапной смерти среди атлетов в 2-3 раза выше, чем среди тех, кто не занимается спортом [7,58,65,70,90,99,137]. Патология сердца является преобладающей причиной летального исхода среди школьников на уроках физкультуры [40,69,100]. Вероятность ВСС среди спортсменов увеличивается с ростом интенсивности тренировок, возрастом и чаще всего регистрируется среди мужчин до 35 лет [34]. В 80% случаев ВСС случается во время спортивных мероприятий или сразу после их окончания [20]. В литературе отмечено, что частота ВСС имеет тенденцию к росту почти во всех странах [27]. Так в США ежегодно внезапно умирает порядка 5-7 тысяч здоровых детей и подростков. Среди спортсменов ВСС регистрируется у 1 из 50-100 тысяч [58,131]. Большинство случаев было отмечено среди баскетболистов, как мужчин, так и женщин [22,60].

В Российской Федерации внезапно умирает более 150 тысяч человек в год [89]. Точных данных о распространенности ВСС в спорте среди детей в нашей стране нет. Существуют немногочисленные работы, где отмечена частота 0,5 на

100 тысяч в год среди подростков [58]. Среди основных причин ВСС юных атлетов долгое время указывались структурные изменения, а именно ГКМП и АКМП. Однако, на сегодняшний день взгляды изменились, так как при вскрытии умерших взрослых и детей-спортсменов в большей части сердце имело нормальное строение. Микроскопически определяется нарушение расположения мышечных волокон и их гипертрофия, патология микрокапилляров [7,60,89]. В качестве основной причины многие авторы выделяют аритмогенные причины, а именно появление жизнеугрожающих НРС, например, желудочковой тахикардии и фибрилляции желудочков [7,14,21,60,66,151].

Выявление опасных НРС среди юных спортсменов должно сопровождаться временным или постоянным отводом от занятий спортом. В связи с этим огромные усилия со стороны медицинских работников должны быть направлены на выявление лиц, угрожаемых по развитию НРС, а также своевременной диагностике, медикаментозной коррекции [11,101,135]. Большая роль должна отводиться обучению оказания неотложной помощи [121].

В разных странах отмечаются различия в скрининге ССС у детей перед занятиями спортом. В США, например, акцент делается на анамнезе и осмотре [7]. Разграничение физиологического и патологического ремоделирования с помощью современных методов диагностики при наблюдении за детьми-спортсменами, определение первых признаков перенапряжения ССС вследствие чрезмерных ФН, а также выделение групп риска по развитию дезадаптации ССС – первоочередные задачи медицинской науки, спортивной медицины [6,46,50,132]. Необходимы методы, которые позволят динамично контролировать функциональное состояние ССС на фоне регулярных ФН [111].

1.3 Диагностика отклонений в сердечно – сосудистой системе у детей-спортсменов

Изучение функционального состояния ССС, механизмов адаптации и дезадаптации у спортсменов на фоне регулярных ФН, являются актуальными направлениями в спортивной медицине как в России, так и за рубежом [51].

Большое значение в диагностике воздействия ФН на организм имеют лабораторные методы исследования. Специалисты в области спортивной биохимии совершенствуют методы диагностики, которые могут отражать картину метаболизма при спортивных нагрузках [95]. Ежегодно отмечается увеличение использования генетических исследований [98].

В Российской Федерации объем и кратность медицинского обследования спортсменов, в том числе детей, регламентированы приказом Министерства здравоохранения от 01.03.2016 №134н [7,65]. Среди всего перечня исследований основным и самым доступным в оценке патологии ССС у спортсменов является ЭКГ [2,10,33,79,123,139]. В силу своей значимости это исследование занимает самостоятельное направление в функциональной диагностике [23]. Изменения на ЭКГ у спортсменов обусловлены реакцией ВНС с преобладанием активности парасимпатического отдела, морфологическим и электрофизиологическим ремоделированием миокарда [84,102]. В большом исследовании, проведенном в Финляндии, сравнивались параметры ЭКГ покоя у подростков от 14 до 16 лет, занимающихся спортом из 154 молодежных спортивных клубов и детей, не занимающихся спортом. Отмечается, что спортсмены имели разницу в интервалах и зубцах по сравнению с детьми, не занимающимися спортом. У представителей динамических видов спорта чаще регистрировалась брадикардия, в то время как среди спортсменов высокостатических видов спорта – повышенное систолическое артериальное давление [156]. Разрабатываются и постоянно совершенствуются подходы к интерпретации ЭКГ у спортсменов. Согласно последним международным рекомендациям по интерпретации ЭКГ у спортсменов от 2015 года выделяются физиологические, пограничные и патологические изменения на ЭКГ [72,125,121,153,161].

Однако, далеко не во всех странах метод ЭКГ включен в перечень обязательных исследований у спортсменов. По данным Harshil Dhuti при проведении ЭКГ у спортсменов Великобритании отмечено большое число ложноположительных результатов, а также большие финансовые издержки, что ограничивает использование ЭКГ в качестве скрининга [60]. Все же, большинство

стран все-таки включают данное исследование в качестве скрининга при обследовании спортсменов.

По мнению ряда исследователей США, проведение ЭКГ исследования у спортсмена только в положении покоя обладает низкой специфичностью (чувствительность 40-50%, прогностическая ценность 5-7%) [84]. С целью оценки уровня физической подготовленности используются пробы с дозированной ФН (велозргометрия или тилт-тест) [10]. Однако, в силу невозможности проведения исследования повсеместно всем спортсменам, особенно в регионах, рутинно применяется ЭКГ с ФН (20-30 приседаний). Методы призваны выявлять признаки электрической нестабильности миокарда в виде нагрузочных НРС, нарушений процессов деполяризации и реполяризации. По мнению Л.М. Макарова и соавторов, нарушение процессов реполяризации в миокарде следует рассматривать в качестве маркера электрической нестабильности миокарда и риска ВСС, а динамический контроль исследуемых показателей является важным критерием оценки действия ФН на организм [67].

Применение суточного мониторингирования ЭКГ является обязательным методом исследования при подозрении на кардиальную патологию у спортсменов. Данный метод имеет высокую диагностическую значимость, что было доказано множеством исследований [1,68]. Однако, использование данного метода повсеместно, особенно в регионах, на этапах медицинских профилактических осмотров в качестве скрининга, на наш взгляд, финансово и организационно весьма затруднительно.

Нередко уже сформированная патология ССС выявляется случайно при прохождении исследований [65]. Раннее выявление факторов риска, а также динамический контроль являются основополагающими задачами спортивного кардиолога. В связи с этим, поиск методов экспресс-диагностики ранних отклонений ССС у детей на фоне регулярных спортивных нагрузок является актуальной проблемой [42,46,49,58,60]. Перспективным является разработка неинвазивных методов на основе анализа ЭКГ, позволяющих выявлять донозологические изменения [67,68,76,94]. За рубежом в качестве методов

исследования у спортсменов применяется анализ микровольтной альтернации Т зубца, турбулентность сердечного ритма и другие методики, которые не находят в России широкого применения [54, 149].

Согласно данным Европейского общества кардиологов и Североамериканского общества электростимуляции и электрофизиологии, а также результатам исследований отечественных ученых, большое значение в оценке механизмов адаптации ССС у спортсменов имеет метод оценки ВРС [4,5, 26,34,51,59,109,110,160]. Известно, что именно сердечный ритм в большей степени реагирует на ФН и стрессорные факторы, поэтому используется в оценке индивидуальных механизмов адаптации, а также осуществлении динамического контроля для выявления первых признаков формирующейся патологии [71, 91, 108, 117]. Метод обладает индивидуальной специфичностью и основан на анализе длительности кардиоинтервалов [63, 71,78].

Имеются данные, что исследование, проведенное в разных положениях тела, а также после теста с ФН, имеет большую информационную значимость [150]. Такой подход позволяет судить о вегетативной реактивности [108,110,118]. Описаны отличия в зависимости от видов спорта. Так, при статических нагрузках преимущественно регистрируется снижение ВРС, а при динамических – повышение [34]. Однако, у представителей одного и того же вида спорта все же могут отмечаться отличные друг от друга показатели ВРС, что обусловлено различиями функционирования регулирующих систем, особенностями физического развития, уровнем стрессорной нагрузки [71].

Разработанный отечественными учеными метод ДК ЭКГ призван оценивать электрофизиологические процессы в миокарде путем анализа низкоамплитудных колебаний зубцов и интервалов ЭКГ [12,15,17,79,96]. Принцип действия метода заключается в анализе микроколебания электрического потенциала на уровне мембран кардиомиоцитов. В ходе анализа производится синхронизация нескольких следующих друг за другом кардиоциклов, после чего происходит вычисление разницы микроколебаний амплитуд. Уровень этих колебаний в десятки раз меньше, чем на стандартной ЭКГ. В связи с этим, полученные

результаты могут свидетельствовать об отклонениях на донозологическом уровне, а их динамическое использование позволит отслеживать динамику изменений [51,84,86]. Программно-аппаратные комплексы «Кардиовизор-06с» по исследованию ДК ЭКГ разрешены в медицинской практике и, согласно Приказу Минздравсоцразвития России №152н от 16.03.2010, входят в перечень оснащения центров здоровья, соответствуя требованиям к прибору для скрининговой экспресс-оценки [92]. Данные о методе ДК ЭКГ, методике выполнения исследования и интерпретации полученных результатов отражены в методических рекомендациях «Оказание медицинской помощи детскому населению в центрах здоровья для детей» от 2017 года (утверждены С.А. Бойцовым, Л.С. Намазовой-Барановой, В.Р. Кучмой) [82].

Использование метода в качестве диагностического теста у детей-спортсменов позволит отследить степень нарушения электрофизиологических процессов в миокарде на фоне спортивных нагрузок, осуществить динамический контроль ССС [46]. Большинство исследований с использованием данного метода проводились у взрослых [46,47,73,75,87,88]. Например, А.С. Беляковой проведено исследование диагностических возможностей метода ДК ЭКГ. В рамках работы были обследованы здоровые люди, пациенты с артериальной гипертензией и стенокардией. В 100% случаев прибором были определены нормальные значения исследуемых показателей у здоровых людей. Средний процент правильно диагностированных отклонений электрофизиологических процессов у пациентов с установленной кардиальной патологией составил 93% [13]. В.В. Бояринцевым проведено ДК ЭКГ у 45 пациентов с подтвержденной ИБС по результатам коронарографии. У всех пациентов также проводилась оценка фракции выброса ЛЖ по Симпсону. В результате сопоставления данных, получена достоверная связь основного показателя ДК ЭКГ с фракцией выброса ЛЖ. Чем больше индекс «Миокард», тем ниже фракция выброса ЛЖ [15].

Однако, как и метод оценки вариабельности ритма сердца, ДК ЭКГ не нашло широкого применения. Несоблюдение правил записи ритма при данных методиках, а также отсутствие учета специфики разных видов спорта,

индивидуальных особенностей организма спортсмена, использование разных приборов и разных математических программ, применение автоматических заключений в качестве интерпретации являются основными причинами критического отношения к данным методикам [26,31,109]. В то же время, диагностические возможности этого метода до конца не исследованы. Использование комплексного подхода в виде анализа ДК ЭКГ и ВСР позволит оценить взаимодействие ВНС и энергометаболических процессов в миокарде на фоне тренировочно - соревновательного процесса, выявить начальные нарушения [84].

Таким образом, перспективным становится использование мобильных устройств медицинского и информационного характера, которые позволят осуществлять самоконтроль состояния ССС [142,163]. Не все существующие технологии сегодня повсеместно одобрены, однако активная работа в этом направлении ведется. В доступной отечественной и зарубежной литературе мы не нашли сведений об использовании метода ДК ЭКГ, в том числе после теста с физической нагрузкой, у детей-спортсменов, что и определило цель исследования.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Дизайн исследования

Поперечное исследование было проведено нами в период с 2017 г. по 2021 г. в ГБУЗ АО «Архангельский центр лечебной физкультуры и спортивной медицины» (главный врач – Шалабанов С.В.), детской поликлинике ФГБУЗ «Северный медицинский клинический центр им. Н.А. Семашко ФМБА России» (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, которые были разделены на две группы: первая - основная группа, включающая 209 детей, занимающихся спортом; вторая - референсная группа, представленная 70 детьми, не занимающихся спортом.

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 ЭХО-КГ; отсутствие выраженной брадикардии ($<P2$ по возрасту) и тахикардии (>95 по возрасту), блокад (СА-блокады, АВ - блокады 2 степени), экстрасистолии по результатам ЭКГ; отсутствие признаков анемии в ОАК; отклонений в ОАМ; нарушений электролитного баланса, тиреоидного профиля, отсутствие повышения воспалительных маркеров, кардиотропных ферментов по результатам биохимического исследования крови.

Критерии исключения: возраст младше 12 лет и старше 18 лет; наличие хронических заболеваний или врожденных аномалий развития (III группа здоровья); наличие патологических изменений по результатам ЭХО-КГ и ЭКГ; наличие отклонений в ОАК, ОАМ, в электролитном балансе, тиреоидном профиле, уровне кардиотропных и воспалительных маркеров по результатам

лабораторных исследований; отсутствие допуска к тренировочно - соревновательному процессу.

Процедура выбывания из исследования: отказ детей на любом этапе от продолжения участия в исследовании, наличие острого заболевания в период работы.

Референсная группа – 70 здоровых детей I и II групп здоровья, не занимающихся спортом, не состоящих на диспансерном учете у специалистов. По данным формы №112/у у всех детей отсутствовал установленный диагноз синдрома вегетативной дисфункции, не отмечено отклонений в сердечно - сосудистой системе по данным анамнеза, а также по результатам ЭКГ с ФН и ЭХО-КГ. В лабораторных исследованиях (ОАК и ОАМ) патологических изменений не отмечено. Дети были обследованы в условиях детской поликлиники во время прохождения профилактических осмотров

2.2 Объект исследования

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

Мы отметили сопоставимость в двух возрастных группах, как среди спортсменов, так и группы детей, не занимающихся спортом. В нашем исследовании преобладала доля детей мужского пола, как среди спортсменов –

153 человека (73,2%), так и среди детей из референсной группы – 40 человек (57%). Доля спортсменов женского пола составила 26,8% (56 человек), среди детей, не занимающихся спортом, – 43% (30 человек).

Внутри основной группы были сформированы подгруппы с учетом направлений спортивной подготовки. Разделение проводили с учетом действующей классификации J.N. Mitchell et al. (2005). В подгруппу А были включены дети, занимающиеся футболом. Всего 51 человек, все мальчики (100%). Подгруппа Б представлена баскетболистами. Всего 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%).

Спортивные нагрузки детей-спортсменов были проанализированы с учетом стажа спортивной деятельности (годы) и интенсивности тренировочного процесса (часов в неделю). Оценка проводилась с учетом пола и направления спортивной подготовки (таблица 2).

Таблица 2-Характеристика спортивной нагрузки среди спортсменов с учетом пола

Вид спорта	Пол	Стаж занятий спортом (лет)				Количество часов в неделю			
		Me (Q1;Q3)	Min	Max	Среднее общее	Me (Q1;Q3)	Min	Max	Среднее общее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Футбол (n=51)	Муж (n=51)	5 (4;7)	1	11	5,35	6 (4,5- 7,75)	4	10	6,25
Баскетбол (n=59)	Муж (n=29)	6 (5;8)	2	11	6,34	5 (4,5-7)	4	10	5,91
	Жен (n=27)	6 (5;6,75)	4	10		5,5 (4,63-7)	4	9	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Волейбол (n=56)	Муж (n=29)	5 (3;7)	2	10	5,41	5 (4,5;7)	3	9	5,57
	Жен (n=27)	5 (4;6)	2	10		5 (4,5;6)	3	9	
Боевые искусства (n=43)	Муж (n=36)	4,5 (4;7)	2	11	5,28	4 (4;7)	3	12	5,35
	Жен (n=7)	6 (4;6)	2	6		5 (4;5)	3	7	

С целью сравнения в указанных группах стажа и интенсивности ФН, выполняли дисперсионный анализ с использованием непараметрического критерия Краскела – Уоллиса, по результатам которого значимых различий между группами не получили ($p>0,05$).

Таким образом, исследуемые группы спортивной подготовки были сопоставимы по длительности и интенсивности ФН, независимо от пола. Минимальный стаж регулярных тренировок среди спортсменов составил 1 год, максимальный – 11 лет. Минимальная нагрузка за неделю составила 3 часа, максимальная – 12 часов.

2.3 Методы исследования

Клинические методы. Объективное обследование всех детей проводили по общепринятой в педиатрии схеме. Оценку роста, массы тела, ИМТ проводили с использованием программы dr. Sapto Anthro, в основе которого лежит метод Z-score, рекомендованный ВОЗ и Союзом педиатров России. Анамнез оценивали с помощью форм №112/у и 061/у с целью дополнительного анализа лабораторных показателей и результатов инструментальных методов исследования и исключения хронической патологии. Заключение о состоянии здоровья проводили на основании комплексной оценки здоровья в соответствии с действующими Методическими рекомендациями МЗ РФ от 2003 года.

Лабораторные исследования. Оценивали стандартные лабораторные исследования – ОАК, ОАМ. У детей-спортсменов анализировали биохимические показатели крови (калий, натрий, кальций, магний, КФК, КФК-МВ, тропонин I, СРБ, ТТГ, Т4, АЛТ, АСТ, ЛДГ) с целью исключения возможных причин нарушения электрофизиологических процессов в миокарде. Исследования проводили в клинко-диагностической лаборатории ФГБУЗ «СМКЦ им. Н.А. Семашко ФМБА России» (зав. лабораторией – Фомкина И.А.)

Инструментальные исследования. Всем детям проводили электрокардиографическое исследование в 12 отведениях на скорости 50 мм/с (исходно + после теста с физической нагрузкой в виде 20 приседаний в быстром темпе). Оценку зубцов и интервалов, ЧСС осуществляли с использованием перцентильных таблиц в зависимости от возраста ребенка, согласно нормативным параметрам ЭКГ у детей и подростков, полученных в ходе клинко-эпидемиологического исследования «ЭКГ скрининг детей и подростков Российской Федерации» [73].

Эхокардиография: всем детям выполняли стандартное двухмерное трансторакальное ультразвуковое исследование сердца на аппарате «Aloka prosound alfa 7» с использованием датчика UST-52105. Исследование проводили в М - и В-режимах с применением постоянного и импульсно-волнового доплера и цветного доплеровского режима. Размеры и объемы камер сердца, толщину ЗСЛЖ и МЖП, показатели внутрисердечной гемодинамики оценивали в соответствие с общепринятой методикой. Количественную оценку сократимости ЛЖ выполняли с помощью линейного метода по Тейхгольцу. Полученные значения оценивали при помощи перцентильных таблиц с учетом массоростовых показателей ребенка на момент исследования.

Дисперсионное картирование низкоамплитудных колебаний электрокардиограммы проводили с помощью прибора «Кардиовизор-06С» («Компьютерная система скрининга сердца», регистрационный номер ФСР 2007/00155 от 16.07.2007, ООО «Медицинские компьютерные системы», г. Москва, Зеленоград) с оценкой показателей, основанных на анализе

вариабельности ритма сердца и низкоамплитудных колебаний временных интервалов кардиоцикла. В пределах следующих друг за другом сердечных циклов происходят трудно визуализируемые на стандартной ЭКГ микроальтернации зубцов и интервалов, обусловленные изменениями электрофизиологических процессов в кардиомиоцитах. Прибор позволяет синхронизировать однотипные зубцы и интервалы в рамках 7 кардиоциклов, после чего производит оценку дисперсии – разницы между наибольшим и наименьшим значением варьирующей величины. Исследование на приборе проводили в течение 1 минуты. По окончании исследования прибор формирует количественные (2) и качественные показатели (9). В процессе анализа не учитывали автоматическое заключение, мануально проводили описание полученных данных. Исследование проводили в покое, а также после теста с ФН (20 приседаний в быстром темпе) с целью оценки реактивности, изменчивости значений электрофизиологических показателей в миокарде.

Одним из показателей является индекс «Миокард» - главный индекс электрофизиологических изменений в миокарде. Количественный диапазон данного показателя находится от 0% до 100%. Согласно методическим рекомендациям «Оказание медицинской помощи детскому населению в центрах здоровья для детей» от 2017 года (утверждены С.А. Бойцовым, Л.С. Намазовой-Барановой, В.Р. Кучмой) [82], значения показателя до 15% являются нормой, от 16% до 20% - отклонением (пограничное значение). Превышение границы в 20% указывает на наличие выраженных отклонений электрофизиологических процессов.

Второй показатель («Ритм») позволяет оценить степень сбалансированности симпатического и парасимпатического отделов нервной систем. Значения показателя менее 50% свидетельствуют об их сбалансированном действии, в то время как отклонение более 50% указывает на дисбаланс вегетативной нервной системы. Согласно методическим рекомендациям, «обязательной оценке подлежат индексы «Миокард» и «Ритм», остальные индексы можно учитывать по мере накопления опыта работы» [82].

На наш взгляд, большую важность имеет группа показателей (всего 9), объединенная в «Коде детализации». Это качественные показатели, каждый из которых отражает электрофизиологические процессы (деполяризация и реполяризация) в определенной камере сердца. В нашей работе использовали показатели G1-G6 (G1 – деполяризация ПП, G2- деполяризация ЛП, G3 – деполяризация ПЖ, G4 – деполяризация ЛЖ, G5- реполяризация ПЖ, G6 – реполяризация ЛЖ). Показатели G7 (симметрия деполяризации желудочков), G8 (внутрижелудочковые блокады), G9 (гипертрофия желудочков) в нашей работе не оценивали.

Статистические методы. Расчет выборки проводили при помощи калькулятора размера выборки (ClinCalc.com). За ошибку 1 рода (альфа) принимали значение 0,05, за ошибку второго рода (бета) – 0,2. Мощность исследования – 80%, соотношение исследуемых групп 1:3. В качестве значения предполагаемых исходов, выбирали частоту развития нарушений ритма сердца среди спортсменов и не спортсменов. С учетом литературных данных, примерное соотношение 2,6:1. В результате для выполнения исследования с указанными критериями необходимо порядка 252 человек.

Полученные в процессе выполнения работы данные обрабатывали с использованием программной системы STATA (версия 13), MSExcel (2007) [33-37]. 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 в случае ненормального распределения изучаемого признака, использовали критерии Манна-Уитни. В оценке связанных групп - критерий Вилкоксона. При представлении качественных данных, мы 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. Учитывая отсутствие нормального распределения, применяли непараметрический критерий Краскела - Уоллиса. В случае выявления статистической разницы, для выявления группы 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, полученной в результате линейной регрессии, использовали коэффициент детерминации (R^2); при логистической регрессии – коэффициент детерминации Найджелкерка (R^2_N). Исходя из значений чувствительности и специфичности для моделей с наибольшими коэффициентами детерминации, предпринимали попытку построения ROC – кривой.

Дефиниции, используемые в работе:

Электрофизиологические процессы – процессы деполяризации и реполяризации, происходящие в кардиомиоцитах;

Ремоделирование миокарда – изменения в мышце сердца (морфологические и электрофизиологические) в результате длительного воздействия ФН;

Физиологическое ремоделирование миокарда – естественный процесс адаптации мышцы сердца в результате длительного воздействия спортивных нагрузок;

Патологическое ремоделирование миокарда – нарушение функционального состояния миокарда в результате срыва механизмов адаптации.

ГЛАВА 3. КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБСЛЕДОВАННЫХ ДЕТЕЙ

Заключение о состоянии здоровья проводили на основании комплексной оценки здоровья в соответствии с действующими Методическими рекомендациями МЗ РФ от 2003 года. Учитывая, что в исследовании принимали участие здоровые дети, оценка НПР, уровень резистентности, а также описание наличия хронических заболеваний и врожденных пороков развития, на наш взгляд, являются не корректным. Проводили оценку отягощенной наследственности, в том числе случаев ВСС среди членов семьи (внезапная смерть до 40 лет, случаи утопления, случаи дорожно-транспортных происшествий с летальным исходом), 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 таблицах 3 и 4.

Таблица 3 - Характеристика антропометрических показателей обследованных детей

Группы	Пол	Me (Q1;Q3)	Min	Max	Манна-Уитни
1	2	3	4	5	6
Рост*					
Спортсмены n=209	Муж n=153	175 (169;181)	149	186	U=6157, p=0,047
	Жен n=56	164 (159;168)	149	176	
Референсная Группа n=70	Муж n=40	174 (166;181)	153	186	
	Жен n=30	164 (158;168)	152	174	

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
Масса					
Спортсмены	Муж	63,9 (54,2;70,2)	33,7	81,6	U=5918, p=0,017
	Жен	51,4 (46,5;56,4)	36,8	68,0	
Референсная группа	Муж	58,7 (49,9;68,9)	42,4	87,2	
	Жен	50,3 (46,8;55,0)	36,5	65,2	
ИМТ					
Спортсмены	Муж	20,2 (18,6;22,4)	14,9	24,6	U=6250, p=0,068
	Жен	19,3 (17,8;20,9)	15,3	24,1	
Референсная группа	Муж	19,9 (18,2;21,9)	15,1	25,2	
	Жен	18,8 (17,9;20,1)	15,4	23,1	

Примечание:

*- Значения роста имели распределение Z-score от +2 SD до +3 SD среди спортсменов - у 15 человек (7,2%); среди детей из референсной группы – у 9 человек (12,8%). Различия статистически незначимы ($\chi^2 = 2,15$; df 1; p=0,142; OR 0,524 (0,218-1,26)).

Таблица 4 - Характеристика антропометрических показателей детей-спортсменов

Виды спорта	Me (Q1;Q3)	Min	Max	Критерий Краскела - Уоллиса
1	2	3	4	5
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	

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
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. Показатели ОАК и ОАМ как среди спортсменов, так и детей, не занимающихся спортом, были в пределах референсных значений. Более подробно изучили функциональную составляющую деятельности ССС с учетом задач исследования.

С целью исключения возможных причин нарушения электрофизиологических процессов в миокарде у детей-спортсменов, проводили биохимическое исследование крови. Согласно протоколу исследования, исключили 7 человек с повышением СРБ, 3 человека с повышением ТТГ, 1 человека с отклонением АЛТ. Результаты лабораторных показателей детей-спортсменов, включенных в исследование, отражены в таблице 5. Нормальность распределения признака оценивали при помощи критерия Шапиро - Уилка. При описании количественных показателей, не подчиняющихся закону нормального распределения, использовали медиану (Me) и межквартильный размах (Q1; Q3).

Таблица 5 - Характеристика биохимических показателей крови у детей, занимающихся спортом (Me (Q1; Q3))

Показатель	Шапиро-Уилка	Референсные значения*	Футбол (n=51)	Баскетбол (n=59)	Волейбол (n=56)	Единоборства (n=43)
1	2	3	4	5	6	7
Натрий	W=0,981 p=0,007	135-150 ммоль/л	139 (139-142)	140 (139-141)	142 (141-143)	141 (139-142)
Калий	W=0,903 p<0,001	3,5-5,0 ммоль/л	4,24 (4-4,54)	4,14 (4,14-4,31)	4,14 (4,14-4,29)	4,14 (4,14-4,31)
Кальций	W=0,981 p=0,007	2,2-2,65 ммоль/л	2,45 (2,41-2,51)	2,5 (2,44-2,55)	2,5 (2,45-2,56)	2,5 (2,46-2,56)
Магний	W=0,945 p<0,001	0,7-0,91 ммоль/л	0,83 (0,76-0,86)	0,81 (0,78-0,85)	0,81 (0,77-0,85)	0,83 (0,76-0,85)
КФК**	W=0,587 p<0,001	24-195 ед/л	165 (131-242)	168 (114-225)	169 (131-244)	180 (132-243)
КФК-МВ**	W=0,985 p=0,027	<24 ед/л	21,5 (15,9-23,9)	19,8 (17,3-22,9)	21 (16,7-23,2)	21,1 (18,1-22,7)
СРБ	W=0,718 p<0,001	<5 мг/л	0,5 (0,3-0,85)	1,0 (0,5-1,5)	0,5 (0,3-1,3)	0,6 (0,4-1,0)
ЛДГ**	W=0,984 p=0,019	<248 ед/л	302 (278-351)	372 (330-398)	263 (201-371)	281 (206-354)
ТропонинI	-	< 1 нг/мл	0,02	0,02	0,02	0,02
АЛТ	W=0,960 p<0,001	<50 ед/л	29,1 (22,4-38,8)	28 (20,9-36,2)	28,4 (22,9-37,6)	28,4 (22,1-35,4)
АСТ	W=0,961 p<0,001	15-60 ед/л	28,4 (22,8-36,2)	29,2 (23,7-37,3)	29,1 (26,6-36,6)	28,4 (24,9-35,8)

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
ТТГ	W=0,968 p<0,001	1-4,8 мМЕ/л	2,7 (2,05-3,4)	2,8 (2,15-3,35)	2,8 (2,08-3,3)	2,8 (2,15-3,6)
Т4	W=0,952 p<0,001	10,3-24,5 пмоль/л	15,3 (13,7-19,1)	15,3 (13,7-19,4)	15,8 (14,2-19,3)	15,3 (14,1-19,4)

Примечание:

*- референсные значения анализируемых показателей применимы к возрасту 12-18 лет

** - лабораторные показатели, имеющие отклонения от референсных значений

Такие возможные вмешивающиеся факторы, как электролитный дисбаланс, воспалительные процессы, нарушение тиреоидного профиля были исключены. Три показателя (КФК, КФК-МВ, ЛДГ) имели значения выше референсных. Однако, на наш взгляд, с учетом нормального уровня тропонина, СРБ и трансаминаз, данные изменения, вероятно, являлись следствием влияния ФН. Подробная характеристика лабораторных показателей, имеющих отличные от нормы значения, представлена в таблице 6.

Таблица 6 - Характеристика группы лабораторных показателей крови, отклоняющихся от референсных значений, у детей, занимающихся спортом

Лабораторные показатели	Спортивные группы*	Me (Q1; Q3)	Минимум	Максимум	Размах
1	2	3	4	5	6
КФК	1	165 (131-242)	64,2	519	454,8
	2	168(114-225)	66,7	907	840,3
	3	169(131-244)	64,2	907	842,8
	4	180 (132-243)	64,2	907	842,8
КФК-МВ	1	21,5(15,9-23,9)	11,4	33	21,6

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6
	2	19,8(17,3-22,9)	10	35	25
	3	21(16,7-23,2)	11,3	33	21,7
	4	21,1(18,1-22,7)	11,3	29,3	18
ЛДГ	1	302(278-351)	215	437	222
	2	372(330-398)	242	531	289
	3	263(201-371)	131	531	400
	4	281(206-354)	131	482	351

Примечание:

*- 1-футбол; 2- баскетбол; 3-волейбол; 4-единоборства

С целью сравнения значений лабораторных показателей у детей из разных групп спортивной подготовки, использовали однофакторный дисперсионный анализ. Учитывая отсутствие нормального распределения, применяли непараметрический критерий Краскела-Уоллиса. Статистически значимые отличия были зарегистрированы в распределении показателя ЛДГ ($\chi^2=40,85$; $df=3$; $p<0,001$). При анализе двух других маркеров, статически значимой разницы получено не было (КФК- $\chi^2=1,27$; $df=3$; $p=0,737$; КФК-МВ $\chi^2=0,56$; $df=3$; $p=0,906$).

Для сравнения значений ЛДГ у детей-спортсменов, провели post-hoc анализ с использованием критерия Двасса – Стила – Кричлоу - Флигнера (DSCF). Результаты отображены на рисунке 1.

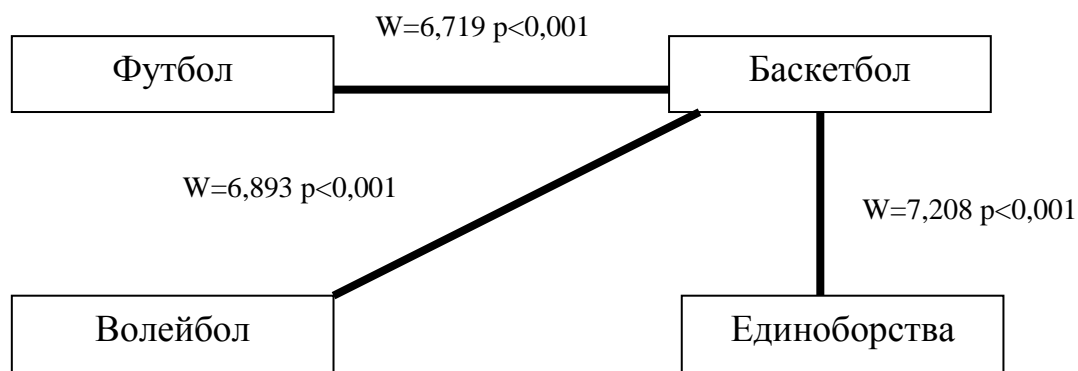


Рисунок 1 - Распределение значений критерия DSCF при анализе показателей ЛДГ по данным post-hoc анализа между группами спортивной подготовки

Значимые отличия выявлены при сравнении групп баскетбола и футбола ($W=6,719$ $p<0,001$), баскетбола и волейбола ($W=6,893$ $p<0,001$), баскетбола и единоборств ($W=7,208$ $p<0,001$). Во всех соотношениях отмечали преобладание медиан в группе детей-баскетболистов по сравнению с остальными группами. С целью определения доли отклоняющихся от нормы значений исследуемых показателей, переводили количественные значения в качественные с учетом референсных значений. Полученные результаты отражены в таблице 7.

Обращает на себя внимание незначительный процент отклоняющихся от нормы значений лабораторного показателя КФК-МВ у детей-спортсменов (от 11,6% до 25,5%). Распределение отклоняющихся значений показателя КФК находится в диапазоне от 35,6% до 46,5%. Статистически значимой разницы по данным показателям между детьми из разных групп спортивной подготовки мы не нашли. Наибольший процент отклонений отмечен при анализе показателя ЛДГ (от 57,1% до 98,3%) с статистически значимым преобладанием в группе баскетболистов ($\chi^2=37,6$; $df=3$; $p<0,001$).

Таблица 7 - Характеристика значений лабораторных показателей, имеющих отклонения от референсных значений (абс.ч. (%))

Показатель	Значение	Футбол	Баскетбол	Волейбол	Единоборства	Уровень достоверности
КФК	Норма	32 (62,7%)	38 (64,4%)	33 (58,9%)	23 (53,5%)	$\chi^2=1,42$; $df=3$; $p=0,701$
	Отклонение	19 (37,3%)	21 (35,6%)	23 (41,1%)	20 (46,5%)	
КФК-МВ	Норма	38 (74,5%)	50 (84,7%)	49 (87,5%)	38 (88,4%)	$\chi^2=4,49$; $df=3$; $p=0,213$
	Отклонение	13 (25,5%)	9 (15,3%)	7 (12,5%)	5 (11,6%)	
ЛДГ	Норма	7(13,7%)	1 (1,7%)	24(42,9%)	25 (58,1%)	$\chi^2=37,6$; $df=3$; $p<0,001$
	Отклонение	44 (86,3%)	58 (98,3%)	32 (57,1%)	159 (76,1%)	

По результатам инструментальных методов исследования, часть детей из всех групп имели функциональные изменения в ССС, характерные для данного возраста, а также отклонения в опорно-двигательном аппарате. Данные изменения обуславливали наличие II группы здоровья. Доли различных отклонений у исследуемых групп представлены в таблице 8.

Во всех исследуемых группах преобладающим функциональным отклонением в 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). Кроме того, отмечали большой процент детей с НБПНПГ. Среди других функциональных изменений на ЭКГ выделяли эпизоды нижнепредсердного ритма и эпизоды миграции водителя ритма, трансформирующиеся в синусовый ритм после теста с ФН.

Таблица 8 - Структура функциональных отклонений у обследуемых групп детей (абс.ч.,%)

Клинический признак	Футбол (n=51)	Баскетбол (n=59)	Волейбол (n=56)	Единоборства (n=43)	Референсная группа (n=70)	p****
1	2	3	4	5	6	7
Умеренная брадикардия*	18 (35,3%)	21 (35,6%)	16 (28,6%)	15 (34,9%)	12 (17,1%)	p=0,106
Предсердный ритм**	2 (3,9%)	5 (8,5%)	4 (7,2%)	2 (4,6%)	3 (4,3%)	p=0,792
МРВ***	4 (7,8%)	6 (10,2%)	3 (5,4%)	4 (9,3%)	7 (10%)	p=0,883
НБПНПГ	15 (29,4%)	27 (45,8%)	15 (26,8%)	15 (34,9%)	23 (32,9%)	p=0,248
ООО (<3 мм)	1 (1,7%)	2 (3,4%)	1 (1,8%)	1 (2,3%)	2 (2,9%)	p=0,982
ФУАО	5 (9,8%)	6 (10,2%)	4 (7,1%)	6 (13,9%)	9 (12,9%)	p=0,808
ФУЛА	6 (11,8%)	7 (11,9%)	5 (8,9%)	3 (7%)	7 (10%)	p=0,924
ФУМС	4 (7,8%)	6 (10,2%)	7 (12,5%)	5 (11,6%)	6 (8,6%)	p=0,920
Аневризма МПП	0 (0%)	0 (0%)	1 (1,8%)	0 (0%)	0 (0%)	p=0,408

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7
Эктопическая хорда в ЛЖ	20 (39,2%)	18 (30,5%)	18 (32,1%)	16 (37,2%)	24 (34,3%)	p=0,879
Нарушение осанки	4 (7,8%)	5 (8,5%)	6 (10,7%)	8 (18,6%)	11 (15,7%)	p=0,376
Плоскостопие 1-2 ст.	6 (11,8%)	7 (11,9%)	4 (7,1%)	5 (11,6%)	9 (12,8%)	p=0,883

Примечания:

*- исходно синусовая брадикардия меньше 5, но больше 2 перцентиля, исчезающая после физической нагрузки;

**- исходно нижнепредсердный ритм, переходящий после теста с физической нагрузкой в синусовый;

***- исходно миграция водителя ритма с переходом в синусовый ритм после теста с физической нагрузкой;

****- значения критерия Краскела - Уоллиса (однофакторный дисперсионный анализ).

По результатам ЭХО-КГ практически в равном соотношении во всех исследуемых группах выявляли эктопические (диагональные, поперечные) хорды в полости ЛЖ. Соединительнотканые тяжи отмечены в области верхушки и средних отделов системного желудочка. Во всех группах в небольшом числе отмечали функционирующую фетальную коммуникацию (ООО менее 3 мм.), не создающую гемодинамических нарушений. Как среди спортсменов, так и детей, не занимающихся спортом, отмечали различные варианты функционального сужения магистральных сосудов.

Среди экстракардиальных функциональных причин отмечали отклонения в опорно-двигательном аппарате. Незначительное численное преобладание регистрировали среди детей из референсной группы: нарушение осанки – у 11 человек (15,7%); плоскостопие – у 9 человек (12,8%). Несмотря на имеющиеся незначительные различия в процентном соотношении, по результатам

однофакторного дисперсионного анализа (критерий Краскела -Уоллиса) статистически значимых различий между группами мы не отметили.

С целью выявления связей между результатами инструментальных, лабораторных исследований, возрастом, стажем и интенсивностью тренировочного процесса, проводили корреляционный анализ. Для анализа использовали непараметрический критерий Спирмена (ρ). Оценку тесноты связи осуществляли по Чеддоку. По результатам корреляционного анализа, выявили заметную связь между возрастом и интенсивностью тренировочного процесса ($\rho=0,567$ $p<0,001$) и высокую связь между стажем спортивной деятельности и интенсивностью тренировочного процесса ($\rho=0,703$ $p<0,001$). Таким образом, можно предположить, что в нашей выборке у детей на фоне взросления отмечается повышение интенсивности тренировочного процесса. Также, чем больше стаж спортивной деятельности, тем интенсивность также выше. Значимой связи с результатами лабораторных и инструментальных исследований мы не отметили ($p>0,05$). Кроме того, нами отмечена слабая корреляционная связь нарушений осанки у детей спортсменов с возрастом ($\rho=0,143$ $p=0,039$), со стажем спортивной деятельности ($\rho=0,165$ $p=0,017$), интенсивностью тренировочного процесса ($\rho=0,248$ $p<0,001$).

Резюме. Таким образом, ни один из участников исследования не предъявлял жалоб, ни у кого при углубленном обследовании не было выявлено заболеваний. В основной и референсной группах преобладали мальчики. По результатам ЭКГ преобладающими функциональными отклонениями как у спортсменов, так и у детей, не занимающихся спортом, отмечали умеренную синусовую брадикардию, НБПНПГ. Значимой разницы между основной и референсной группами мы не нашли. По результатам ЭХО-КГ во всех исследуемых группах преобладали эктопические хорды в полости левого желудочка. Других признаков ДСТ мы не выявили. Статистически значимой разницы между исследуемыми группами мы не отметили ($p=0,883$).

У детей-спортсменов среди лабораторных маркеров 3 показателя (КФК, КФК-МВ, ЛДГ) имели значения выше референсных. С учетом отсутствия отклонений кардиотропных маркеров, воспалительных маркеров, трансаминаз, считали, что данные изменения, вероятно, обусловлены ФН и не отражают патологические процессы. Наибольшее число отклонений отмечали при анализе показателя ЛДГ (от 57,1% до 98,3%) с статистически значимым преобладанием в группе баскетболистов ($\chi^2=37,6; df=3; p<0,001$). По результатам корреляционного анализа, выявляли заметную связь между возрастом и интенсивностью тренировочного процесса ($\rho=0,567$ $p<0,001$) и высокую связь между стажем спортивной деятельности и интенсивностью тренировочного процесса ($\rho=0,703$ $p<0,001$).

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

4.1 Характеристика вариабельности сердечного ритма у детей, занимающихся спортом

Оценку индекса «Ритм», отражающего сбалансированность симпатического и парасимпатического отделов ВНС, проводили в покое, а также после теста с ФН с целью анализа реактивности ВНС у исследуемых групп.

Распределение количественных значений индекса «Ритм» в основной и референсной группах отличалось от нормального, в связи с чем описание данных проводили с использованием медианы (1-й и 3-й квартилей) – Me (Q1;Q3). В анализе применяли критерий Манна-Уитни. Полученные результаты отражены в таблице 9.

Таблица 9 - Сравнительная характеристика количественных значений индекса «Ритм» 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)	26 (18;39,0)	2	100	98	U=5503, p=0,002
Референсная группа (n=70)	19,5(13,3 ;32,0)	2	46	44	
После теста с физической нагрузкой					
Основная группа (n=209)	45(32,0;62,0)	1	100	99	U=4730, p<0,001
Референсная группа (n=70)	32(20;43,8)	11	84	73	

Примечание: *значение p – уровень значимости критерия Манна-Уитни (U) при сравнении значений медиан индекса «Ритм» в исследуемых группах

Исходно определялось статистически значимое преобладание значений индекса «Ритм» среди детей из основной группы (26 (18;39)) по отношению к

референсной группе - 19,5(13,3;32,0) ($U=5503$, $p=0,002$). Кроме того, отмечается значительно больший размах значений исследуемого показателя в группе детей-спортсменов (от 2 до 100) по отношению к группе детей, не занимающихся спортом (от 2 до 46).

После теста с ФН отмечено увеличение значений индекса «Ритм» в исследуемых группах. Однако, сохраняется преобладание значений медиан исследуемого показателя в группе детей - спортсменов (45(32,0;62,0)) по отношению к референсной группе – 32 (20;43,8) ($U=4730$, $p<0,001$). Исходя из полученных значений, можно предполагать о согласованности воздействий ВНС на сердечный ритм у детей из референсной группы до теста с ФН. Преобладание значений медиан индекса «Ритм» среди спортсменов с одной стороны может быть результатом адаптации к ФН, с другой – фактором риска развития дезадаптации ССС.

При помощи одновыборочного критерия Вилкоксона провели сравнение индекса «Ритм» до и после теста с ФН среди спортсменов и детей, не занимающихся спортом. По результатам анализа выявлены статистически значимые различия внутри выборки ($W 2093^8 p<0,001$). Для оценки влияния ФН на показатель «Ритм» у исследуемых групп, провели сравнение зависимых переменных с учетом направлений спортивной подготовки, используя новый критический уровень значимости*: $p<0,01(0,05/5)$ (таблица 10).

Таблица 10 - Распределение значений индекса «Ритм» в исследуемых группах

Вид спорта	Значение индекса (Me (Q1; Q3))		Уровень значимости*
	До ФН	После ФН	
1	2	3	4
Подгруппа А Футбол (n=51)	26 (17; 37)	40 (32; 62,5)	$W 133,0^8 p<0,001$
Подгруппа Б Баскетбол (n=59)	26 (19; 38)	44 (26; 56,5)	$W 53,0 p<0,001$
Подгруппа В Волейбол (n=56)	31 (18,8; 44)	45 (32,8; 62)	$W 0 p<0,001$

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4
Подгруппа Г Единоборства (n=43)	23 (17; 34,5)	46 (32,5; 61)	W 0 p<0,001
Референсная группа (n=70)	19,5 (13,3; 32)	32 (20; 43,8)	W 298,0 p<0,001

Примечание: *p<0.01 – критический уровень значимости одновыборочного критерия Вилкоксона (W)

Во всех группах спортивной подготовки, а также в референсной группе ФН привела к значимому увеличению значений медиан индекса «Ритм», что, на наш взгляд, является физиологической реакцией, связанной с повышенной активацией симпатического отдела ВНС. Однако, обращает на себя внимание сохраняющееся преобладание значений исследуемого показателя в группах детей-спортсменов по отношению к группе детей, не занимающихся спортом. Вероятно, это может свидетельствовать о различиях вегетативного обеспечения ССС у спортсменов и детей из референсной группы.

С целью оценки различий показателя «Ритм» среди мальчиков и девочек в основной группе, провели анализ до и после теста с ФН с использованием статистического критерия Манна-Уитни (таблица 11).

Обращает на себя внимание преобладание значений индекса «Ритм» среди девочек-спортсменок (Me=29) по сравнению с мальчиками (Me=25). В тоже время, больший разброс значений изучаемого показателя представлен в группе мальчиков-спортсменов. Несмотря на указанные отличия, статистически значимых различий в значениях индекса «Ритм» между мальчиками и девочками мы не обнаружили (U=3905, p=0,328). При повторной оценке исследуемого показателя после теста с ФН, статистически значимой разницы мы также не получили (U=4161, p=0,751).

Таблица 11 - Характеристика количественных значений индекса «Ритм» у детей-спортсменов с учетом половых различий

Параметры	Основная группа			
	Мальчики (n=153)		Девочки (n=56)	
	До ФН*	После ФН**	До ФН*	После ФН**
Me	25	43	29	46
(Q1;Q3)	17,0;41,0	32;62	20,8;35,3	32,8;59,8
Минимум	2	1	9	14
Максимум	100	100	56	85
Размах	98	99	47	71

Примечание:

*-до теста с ФН $U=3905$, $p=0,328$; ** - после теста с ФН $U=4161$, $p=0,751$

С целью определения соотношения нормальных и отклоняющихся от нормы значений индекса «Ритм» у исследуемых групп, мы перевели количественные значения в качественные. За норму принимали значения показателя от 0 до 50%. При превышении указанного диапазона частот, говорили об отклонении, свидетельствующем о дисбалансе симпатических и парасимпатических влияний ВНС на ССС. Соотношение полученных значений показателя «Ритм» у детей из основной и референсной групп до и после теста с ФН отражено в таблице 12. При представлении качественных данных, мы использовали доли с 95% доверительным интервалом. Расчет вели по методу Вальда. Качественные значения сравнивали при помощи критерия χ^2 Пирсона, различия считали статистически значимыми при $p<0,05$.

Исходно отмечали статистически значимое преобладание отклонений индекса «Ритм» среди спортсменов (12,9%) по отношению к группе детей, не занимающихся спортом - 0% ($\chi^2=10$; $df=1$; $p=0,002$). После теста с ФН среди детей из основной группы также отмечали значимое преобладание отклонений исследуемого показателя (39,2%) в сравнении с референсной группой – 15,7% ($\chi^2=13,1$; $df=1$; $p<0,001$).

Таблица 12 - Характеристика значений индекса «Ритм» в исследуемых группах до и после теста с ФН

Показатель «Ритм»	Спортсмены (n=209)				Референсная группа (n=70)			
	До нагрузки*		После ФН**		До нагрузки*		После ФН**	
	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)
Нормальные значения	182	87,1 (82,6-91,6)	127	60,8 (54,2-67,4)	70	100	59	84,3 (75,7-92,9)
Отклонение	27	12,9 (8,4-17,4)	82	39,2 (32,6-45,8)	0	0	11	15,7 (7,1-24,3)

Примечание:

*до физической нагрузки $\chi^2=10$;df=1; p=0,002

**после физической нагрузки $\chi^2=13,1$;df=1; p<0,001

С целью выявления различий индекса «Ритм» между спортсменами различных направлений подготовки и группой детей, не занимающихся спортом, провели попарные сравнения с использованием критерия χ^2 Пирсона. Различия считали статистически значимыми при новом уровне статистической значимости p<0,01 (0,05/5). В оценке качественных данных также использовали отношение шансов (OR). Результаты отражены в таблицах 13-16.

Таблица 13 - Сравнительная характеристика индекса «Ритм» у детей-футболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости (χ^2 Пирсона)	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)		
1	2	3	4	5	6	7
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	70	100	0	0	$\chi^2=10,2$; df=1; p<0,001	OR=23,8 ⁸ (1,32-426)
Подгруппа А Футбол(n=51)	44	86,3 (76,7-95,9)	7	13,7 (4,1-23,3)		

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	59	84,3 (75,7-92,9)	11	15,7 (7,1-24,3)	$\chi^2=7,34$; df=1; p=0.007	OR=3,18 (1,35-7,51)
Подгруппа А Футбол (n = 51)	32	62,7 (49,1-76,3)	19	37,3 (23,7-50,9)		

Отклоняющиеся от нормы значения индекса «Ритм» среди детей, занимающихся футболом (таблица 13), сравнительно чаще по отношению к группе детей, не занимающихся спортом, регистрировались как до ($13,7\%$ $\chi^2=10,2$;df=1; p<0,001), так и после теста с ФН ($37,3\%$ $\chi^2=7,34$;df=1; p=0.007).

Таблица 14 - Сравнительная характеристика индекса «Ритм» у детей-баскетболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)	χ^2 Пирсона	
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	70	100	0	0	$\chi^2=11,5$; df=1; p<0,001	OR=26,5 ⁸ (1,51-466)
Подгруппа Б Баскетбол (n = 59)	50	84,7 (75,7-94,1)	9	15,3 (5,9-24,7)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	59	84,3 (75,7-92,9)	11	15,7 (7,1-24,3)	$\chi^2=10,1$; df=1; p=0.001	OR=3,68 (1,61-8,41)
Подгруппа Б Баскетбол (n = 59)	35	59,3 (46,52-72,08)	24	40,7 (27,92-53,48)		

Среди баскетболистов (таблица 14) отклонения индекса «Ритм» регистрировались в 15,3% случаев, в то время как в референсной группе все значения исследуемого показателя имели нормальные значения ($\chi^2=11,5; df=1; p<0,001$). После теста с ФН также отмечено значимое преобладание отклоняющихся значений исследуемого показателя среди баскетболистов (40,7%), по отношению к группе детей, не занимающихся спортом -15,7% ($\chi^2=10,1; df=1; p=0.001$). Вероятность регистрации отклонений индекса «Ритм» после теста с ФН среди спортсменов-баскетболистов в 3,6 раз выше, чем среди детей, не занимающихся спортом.

Таблица 15 - Сравнительная характеристика индекса «Ритм» у детей-волейболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)	χ^2 Пирсона	
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	70	100	0	0	$\chi^2=13,6$; df=1; p<0,001	OR=31,8 ⁸ (1,82-557)
Подгруппа В Волейбол (n = 56)	46	82,1 (71,9-92,3)	10	17,9 (7,7-28,1)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	59	84,3 (75,7-92,9)	11	15,7 (7,1-24,3)	$\chi^2=8,94$; df=1; p=0.003	OR=3,47 (1,5-8,02)
Подгруппа В Волейбол (n = 56)	34	60,7 (47,64-73,76)	22	39,3 (26,24-52,36)		

Значимое преобладание отклонений индекса «Ритм» регистрировалось статистически чаще среди волейболистов (таблица 15) по отношению к группе детей, не занимающихся спортом, как до (17,9% $\chi^2=13,6; df=1; p<0,001$), так и после теста с ФН (39,3% $\chi^2=8,94; df=1; p=0.003$).

Таблица 16 - Сравнительная характеристика индекса «Ритм» у детей-единоборцев до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости χ^2 Пирсона	Отношение шансов OR (95% ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)		
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	70	100	0	0	$\chi^2=1,64$; df=1; p=0.200	OR=4,98 ⁸ (0,198-125)
Подгруппа Г Единоборцы (n = 43)	42	97,7 (93,07-102,33)	1	2,3 (-2,3-6,93)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	59	84,3 (75,7-92,9)	11	15,7 (7,1-24,3)	$\chi^2=8,11$; df=1; p=0.004	OR=3,51 (1,44-8,52)
Подгруппа Г Единоборцы (n = 43)	26	60,5 (45,45-75,55)	17	39,5 (24,45-54,55)		

Среди группы единоборцев (таблица 16) значимые отличия исследуемого показателя по отношению к референсной группе были отмечены нами только после теста с ФН – 39,5% ($\chi^2=8,11$;df=1; p=0.004). Вероятность регистрации отклонений исследуемого показателя после ФН среди единоборцев в 3,5 раз выше, чем в группе детей, не занимающихся спортом (OR=3,51 (1,44-8,52)).

С целью анализа изменений показателя между группами спортивной подготовки, мы использовали однофакторный дисперсионный анализ. С учетом ненормального распределения выборки, выбрали критерий Краскеса-Уоллиса. Как до теста с ФН ($\chi^2=5,79$;df=3; p=0,122), так и после ФН ($\chi^2=0,136$;df=3; p=0,987) статистически значимых различий в исследуемых группах мы не выявили. В связи с отсутствием статически значимых различий post-hoc анализ не проводили.

Для оценки влияния ФН на изменения отклоняющихся от нормы значений индекса «Ритм», проводили анализ парных переменных с использованием

критерия Мак - Немара. В процессе анализа сформировали 2 группы. Группа риска включала в себя детей, имеющих отклонения исследуемого показателя как до, так и после теста с ФН. Группа внимания была представлена детьми, имеющими отклонения только после теста с ФН. Полученные результаты отражены в таблице 17.

Таблица 17 - Распределение отклоняющихся значений индекса «Ритм» в исследуемых группах до и после ФН

Вид спорта	Отклоняющиеся значения индекса «Ритм» (%)		Уровень значимости*	Группа риска (абс.,%)	Группа внимания (абс.,%)
	До ФН	После ФН			
Подгруппа А Футбол (n=51)	13,7	37,3	$\chi^2=9; df=1; p=0,003$	5 (9,8)	14 (27,4%)
Подгруппа Б Баскетбол (n=59)	15,3	40,7	$\chi^2=15; df=1; p<0,001$	9 (15,3)	15 (25,4)
Подгруппа В Волейбол (n=56)	17,9	39,3	$\chi^2=12; df=1; p<0,001$	10 (17,9)	12 (21,4)
Подгруппа Г Единоборства (n=43)	2,3	39,5	$\chi^2=16; df=1; p<0,001$	1 (2,3)	16 (37,2)
Референсная группа (n=70)	0	15,7	-	-	-

Примечание: * $p<0,001$ – критический уровень значимости критерия Мак-Немара (χ^2) при сравнении долей отклоняющихся значений индекса «Ритм» в исследуемых группах до и после теста с ФН.

В результате анализа нами отмечено, что ФН привела к значимому увеличению доли отклоняющихся значений индекса «Ритм» среди спортсменов. Обращает на себя внимание исходное преобладание отклонений исследуемого показателя среди спортсменов динамических видов спорта в сравнении с группой единоборцев и группой детей, не занимающихся спортом. Преобладающий

процент детей, выделенных в группу риска, отмечен также среди спортсменов, занимающихся динамическими видами спорта (футбол, баскетбол, волейбол).

Резюме. В результате анализа количественных и качественных значений индекса «Ритм» в изучаемых группах, мы отметили статистически значимое преобладание отклоняющихся значений изучаемого показателя в основной группе по отношению к референсной группе. Статистически значимая разница была получена как до, так и после теста с ФН. Вероятно, следует предполагать о существующих различиях вегетативной регуляции ССС у спортсменов и детей, не занимающихся спортом.

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.

4.2 Интегральный показатель электрофизиологических изменений миокарда у детей при спортивных нагрузках

Степень выраженности отклонений электрофизиологических процессов в миокарде оценивается при помощи индекса «Миокард». Чем выше площадь имеющихся нарушений, тем выше изучаемый показатель. Исследование проводили в покое, а также после теста с ФН (20 приседаний в быстром темпе). На наш взгляд, такой подход позволит оценить адаптационные процессы дисперсионных характеристик, отследить изменения электрофизиологических процессов на фоне ФН у детей, занимающихся спортом.

Количественные значения индекса «Миокард» в группе детей- спортсменов и в референсной группе не подчинялись закону нормального распределения, поэтому при описании данных использовали медиану (1-й и 3-й квартили) – Me(Q1;Q3). Для сравнения двух независимых выборок использовали критерий Манна-Уитни. Результаты обобщены в таблице 18.

Таблица 18 - 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 сравнении значений медиан индекса «Миокард» в исследуемых группах

Значения показателя «Миокард» в основной группе были выше как до (Me16 (14; 11) U=3699, p<0,001), так и после теста с ФН (Me 24 (19; 34) U=1163, p<0,001). Обращает на себя внимание значительный размах значений исследуемого показателя в основной группе (от 4 до 45) по отношению к референсной группе (от 4 до 18). После ФН мы отметили увеличение размаха значений в группе спортсменов (от 1 до 71), без значимой динамики в референсной группе (от 4 до 20). Мы предполагаем, что появлению дисперсионных нарушений электрофизиологического показателя могли способствовать регулярные ФН у детей-спортсменов.

Для определения влияния ФН на показатель «Миокард» у детей из основной и референсной групп, мы провели сравнение исследуемого индекса до и после теста с ФН. Анализ проводили с помощью одновыборочного критерия Вилкоксона. По результатам выявлены статистически значимые отличия значений индекса «Миокард» до и после теста с ФН ($W 2841^8 p < 0,001$).

С целью определения групп, между которыми существуют статистически значимые различия, проводили попарные сравнения с учетом направлений спортивной подготовки. В анализе использовали одновыборочный критерий Вилкоксона с новым критическим уровнем значимости: $0,05/5 = 0,01$ (таблица 19).

Таблица 19 - Распределение значений индекса «Миокард» в исследуемых группах

Вид спорта	Значения индекса «Миокард» (Me (Q1; Q3))		Уровень значимости
	До ФН	После ФН	
Футбол (n=51)	16 (14; 20,5)	25 (19; 38,5)	$W 109,0 p < 0,001$
Баскетбол (n=59)	17 (14; 22)	26 (19; 32)	$W 91,5 p < 0,001$
Волейбол (n=56)	16,5 (14; 20,5)	23 (19; 29)	$W 7,0 p < 0,001$
Единоборства (n=43)	16,5 (12; 20)	24 (20; 35)	$W 1,0 p < 0,001$
Референсная группа (n=70)	13 (11; 15)	14 (12; 15)	$W 691,0 p = 0,012$

Примечание: $p < 0.01$ – критический уровень значимости одновыборочного критерия Вилкоксона (W) при сравнении значений медиан индекса «Миокард» в исследуемых группах до и после теста с ФН.

ФН привела к значимым изменениям индекса «Миокард» у детей, занимающихся различными видами спорта, в то время как в референсной группе статистически значимых различий мы не получили ($W 691,0 p = 0,012$).

Принимая во внимание неравномерность распределения выборки по половому признаку с преобладанием детей мужского пола, а также физиологические различия процессов адаптации у мальчиков и девочек, провели анализ индекса «Миокард» с учетом гендерных особенностей до и после теста с

ФН. В оценке использовали критерий Манна-Уитни. Результаты отражены в таблице 20.

Таблица 20 - Характеристика количественных значений индекса «Миокард» у детей-спортсменов с учетом половых различий

Параметры	Основная группа			
	Мальчики (n=153)		Девочки (n=56)	
	До ФН*	После ФН**	До ФН*	После ФН**
Me	16	24	17	26
(Q1;Q3)	13;20	19;36	14,8;22,3	22;32
Минимум	4	1	7	12
Максимум	44	71	45	52
Размах	40	70	38	40

Примечание:

*- до теста с ФН $U=3646$, $p=0,099$; **-после теста с ФН $U=4113$, $p=0,659$

Статистически значимых отличий значения индекса «Миокард» в группе спортсменов между мальчиками и девочками до и после ФН мы не нашли ($U=3646$, $p=0,099$ и $U=4113$, $p=0,659$ соответственно). С целью выявления соотношения нормальных и отклоняющихся значений индекса «Миокард» среди детей из основной и референсной групп до и после теста с ФН, перевели количественные значения изучаемого показателя в качественные.

О нормальном распределении дисперсионных характеристик можно говорить при нахождении значений показателя «Миокард» в диапазоне до 15%. При нахождении значений в интервале от 16% до 20% можно судить об отклонении исследуемого показателя. Распределение значений свыше 20% свидетельствует о выраженных нарушениях дисперсионных характеристик кардиоцикла ЭКГ.

Для дальнейшего анализа сформировали 2 группы: первая - со значениями индекса до 15%, вторая - свыше 16%. Мы считаем, что дети с отклоняющимися значениями, независимо от степени выраженности также требуют внимания. При

представлении качественных данных, использовали доли с 95% доверительным интервалом. Расчет вели по методу Вальда (таблица 21).

Таблица 21 - Характеристика значений индекса «Миокард» в исследуемых группах до и после теста с ФН (абс.ч., %)

Показатель «Миокард»	Спортсмены (n=209)				Референсная группа (n=70)			
	До нагрузки*		После ФН**		До нагрузки*		После ФН**	
	Абс. ч	%	Абс. ч	%	Абс. ч	%	Абс. ч	%
Нормальные значения	90	43,1 (36,44-49,76)	24	11,5 (7,21-15,79)	60	85,7 (77,4-94)	56	80 (70,5-89,5)
Отклоняющиеся значения	119	56,9 (50,24-63,56)	185	88,5 (84,21-92,79)	10	14,3 (6-22,6)	14	20 (10,5-29,5)

Примечание:

*до физической нагрузки $\chi^2=38,4; df=1; p<0,001$

**после физической нагрузки $\chi^2=120; df=1; p<0,001$

Исходно нами отмечено значимое преобладание отклоняющихся значений исследуемого показателя среди спортсменов (56,9%), по отношению к группе детей, не занимающихся спортом - 14,3% ($\chi^2=38,4; df=1; p<0,001$). После теста с ФН также определяли преобладание отклонений индекса «Миокард» среди детей, занимающихся спортом (88,5%), по отношению к референсной группе – 20% ($\chi^2=120; df=1; p<0,001$). Кроме того, обращает на себя внимание значительный прирост количества детей с отклонениями в изучаемом показателе в сравнении с детьми, не занимающимися спортом.

Для определения различий между группами спортивной подготовки и референсной группой, проводили попарные сравнения с использованием критерия χ^2 Пирсона. Различия считали статистически значимыми при уровне $p<0,01$ (0,05/5). Рассматривая факт наличия спортивной нагрузки в качестве риска

возникновения электрофизиологических нарушений в миокарде, провели расчет отношения шансов (OR). Полученные результаты отражены в таблицах 22-25.

Таблица 22 - Сравнительная характеристика индекса «Миокард» у детей-футболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости χ^2 Пирсона	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)		
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	60	85,7 (77,4-94)	10	14,3 (6-22,6)	$\chi^2=30,6$; df=1; p<0,001	OR=10,1 (4,2-24,3)
Подгруппа А Футбол(n = 51)	19	37,3 (23,7-50,9)	32	62,7 (49,1-76,3)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	56	80 (71,7-88,3)	14	20 (11,7-28,3)	$\chi^2=58,2$; df=1; p<0,001	OR=36,8 (12,3-110)
Подгруппа А Футбол(n = 51)	5	9,8 (-3,8-23,4)	46	90,2 (76,6-103,8)		

Среди детей – футболистов (таблица 22) до теста с ФН отклоняющиеся значения индекса «Миокард» встречались значительно чаще (62,7%) по отношению к референсной группе - 14,3% ($\chi^2=30,6$; df=1; p<0,001). В исследуемой выборке у детей, занимающихся футболом, в 10 раз выше риск возникновения отклонений основного индекса микроальтернаций, чем у детей, не занимающихся спортом (OR=10,1 (4,2-24,3)).

При повторной оценке исследуемого показателя после пробы, произошло увеличение доли отклонений индекса «Миокард» в обеих группах. Однако, сохранилось преобладание отклонений среди группы спортивной подготовки (90,2%) по отношению к референсной группе (20%) ($\chi^2=58,2$; df=1; p<0,001). Вероятность выявления отклонений исследуемого показателя после теста с ФН в группе детей - футболистов выросла более чем в 3 раза (OR=36,8 (12,3-110)).

Таблица 23 - Сравнительная характеристика индекса «Миокард» у детей-баскетболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч.	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)	χ^2 Пирсона	
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	60	85,7 (77,4-94)	10	14,3 (6-22,6)	$\chi^2=26,8$; df=1; p<0,001	OR=8,16 (3,5-19,0)
Подгруппа Б Баскетбол (n = 59)	25	42,4 (28,64- 56,16)	34	57,6 (43,84-71,36)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	56	80 (71,7-88,3)	14	20 (11,7-28,3)	$\chi^2=50,9$; df=1; p<0,001	OR=19,6 (7,99-48,1)
Подгруппа Б Баскетбол (n = 59)	10	16,9 (3,14-30,66)	49	83,1 (69,34-96,86)		

Исходно отклонения показателя «Миокард» в группе детей, занимающихся баскетболом (таблица 23), встречались значимо чаще (57,6%), чем в группе детей, не занимающихся спортом – 14,3% ($\chi^2=26,8$; df=1; p<0,001). Значение отношения шансов указывает, что вероятность возникновения изменений исследуемого показателя в группе баскетболистов выше в 8,16 раз по отношению к референсной группе.

После теста с ФН сохранилось преобладание отклоняющихся от нормы значений исследуемого показателя в группе баскетболистов (83,1%) по отношению к референсной группе – 20% ($\chi^2=50,9$; df=1; p<0,001). Изменилось отношение шансов: вероятность регистрации отклонений среди баскетболистов по отношению к группе детей, не занимающихся спортом, после теста с ФН увеличилась в 2,4 раза (OR=19,6 (7,99-48,1)).

Таблица 24 - Сравнительная характеристика индекса «Миокард» у детей-волейболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости (χ^2 Пирсона)	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч.	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)		
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	60	85,7 (77,4-94)	10	14,3 (6-22,6)	$\chi^2=22,2$; df=1; p<0,001	OR=6,92 (2,96-16,2)
Подгруппа В Волейбол (n = 56)	26	46,4 (32,41- 59,79)	30	53,6 (40,21-66,99)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	56	80 (71,7-88,3)	14	20 (11,7-28,3)	$\chi^2=56,7$; df=1; p<0,001	OR=28,0 (10,5-75,0)
Подгруппа В Волейбол (n = 56)	7	12,5 (-0,89-25,89)	49	87,5 (74,11- 100,89)		

До нагрузки в 53,6 % случаев среди волейболистов (таблица 24) были зарегистрированы отклонения индекса «Миокард», что в сравнении с референсной группой (14,3%) статистически значимо ($\chi^2=22,2$; df=1; p<0,001). Вероятность регистрации отклонений исследуемого показателя по результатам дисперсионного картирования среди волейболистов в 6,92 раза выше, чем в группе детей, не занимающихся спортом (OR=6,92 (2,96-16,2)).

После теста с ФН отклоняющиеся от нормы значения индекса «Миокард» среди волейболистов регистрировались в 87,5% случаев, что по отношению к референсной группе (20%) статистически значимо ($\chi^2=56,7$; df=1; p<0,001). Вероятность регистрации отклонений исследуемого показателя среди волейболистов после теста с ФН в 28 раз выше, чем в референсной группе.

Таблица 25 - Сравнительная характеристика индекса «Миокард» у детей-единоборцев до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)	χ^2 Пирсона	
До физической нагрузки						
Референсная группа (n=70)	60	85,7 (77,4-94)	10	14,3 (6-22,6)	$\chi^2=19,8$; df=1; p<0,001	OR=6,9 (2,81-16,9)
Подгруппа Г Единоборцы (n = 43)	20	46,5 (31,22- 61,78)	23	53,5 (38,22-68,78)		
После физической нагрузки						
Референсная группа (n=70)	56	80 (71,7-88,3)	14	20 (11,7-28,3)	$\chi^2=60,5$; df=1; p<0,001	OR=82 (17,7-381)
Подгруппа Г Единоборцы (n = 43)	2	4,7 (-10,5-19,98)	41	95,3 (80,02-110,58)		

Отклонения основного индекса микроальтернаций регистрировались среди единоборцев (таблица 25) в 53,5% случаев, в то время как в референсной группе - в 14,3%. Различия статистически значимы ($\chi^2=19,8$; df=1; p<0,001). Вероятность выявления изменений индекса «Миокард» среди детей, занимающихся единоборствами, в 6,9 раз выше, чем среди детей, не занимающихся спортом (OR=6,9 (2,81-16,9)).

При повторной оценке исследуемого показателя после теста с ФН, сохранялось преобладание отклоняющихся значений среди единоборцев (95,3%) по отношению к референсной группе (14,3%). Вероятность выявления отклонений индекса после теста с ФН среди детей, занимающихся единоборствами, возросла в 11,88 раз (OR=82 (17,7-381)).

Таким образом, по результатам проведенного анализа, нами отмечено статистически значимое преобладание отклонений основного индекса микроальтернаций «Миокард» среди детей, занимающихся спортом, независимо

от направлений подготовки, по отношению к референсной группе как до, так и после теста с ФН.

С целью сравнения значений индекса «Миокард» между спортивными группами, выполнили однофакторный дисперсионный анализ с использованием непараметрического критерия Краскела-Уоллиса. Как до ($\chi^2=2,6; df=3; p=0,457$), так и после теста с ФН ($\chi^2=3,53; df=3; p=0,317$) статистически значимых различий между группами мы не отметили.

Для оценки отклоняющихся значений исследуемого показателя у детей-спортсменов и детей из референсной группы до и после теста с ФН, провели анализ парных зависимых переменных с помощью критерия Мак - Немара. На наш взгляд, тест с ФН, за счет активации симпатического отдела ВНС, способствует разграничению функциональных и отклоняющихся изменений дисперсионных характеристик. Наличие отклонений исследуемого показателя в состоянии покоя, исчезающих после теста с ФН, относили к норме. В случае наличия статистически значимой разницы показателя до и после теста с ФН, выделяли группу риска и группу внимания. Спортсменов, имеющих отклонения как до, так и после теста с ФН, относили к группе риска. Группу внимания (серая зона) составили спортсмены, у которых до теста с ФН имели место нормальные показатели индекса «Миокард», в то время как после нагрузки отмечались отклонения исследуемого показателя. С одной стороны, данные изменения можно трактовать как адаптационную реакцию, не связанную с нарушениями. С другой стороны, длительное существование симпатикотонии, на наш взгляд, может привести к возникновению отклонений значений индекса «Миокард» в состоянии покоя. В связи с этим, данную группу детей (серая зона) мы не можем достоверно отнести к «норме», но также не можем отнести и к «нарушению». Полученные результаты представлены в таблице 26.

ФН привела к статистически значимому росту отклонений исследуемого показателя в группах спортивной подготовки, в то время как среди детей, не занимающихся спортом, значимой разницы мы не отметили ($\chi^2=1; df=1; p=0,317$).

Среди сформированных групп риска, преобладающее большинство отмечалось в группе футбола (62,7%).

Таблица 26 - Распределение отклоняющихся значений индекса «Миокард» в исследуемых группах до и после ФН

Вид спорта	Отклоняющиеся значения индекса «Миокард» (%)		Уровень значимости*	Группа риска (абс.ч.,%)	Группа внимания (абс.ч.,%)
	До ФН	После ФН			
Подгруппа А Футбол (n=51)	62,7	90,2	$\chi^2=14; df=1;$ $p<0,001$	32 (62,7)	14 (27,4)
Подгруппа Б Баскетбол (n=59)	57,6	83,1	$\chi^2=11,8; df=1;$ $p<0,001$	32 (54,2)	17 (28,8)
Подгруппа В Волейбол (n=56)	53,6	87,5	$\chi^2=19,0; df=1;$ $p<0,001$	30 (53,6)	19 (33,9)
Подгруппа Г Единоборства (n=43)	53,5	95,3	$\chi^2=18,0; df=1;$ $p<0,001$	23 (53,5)	18 (41,9)
Референсная группа (n=70)	14,3	20	$\chi^2=1; df=1;$ $p=0,317$	-	-

Примечание: * $p<0,001$ – критический уровень значимости критерия Мак-Немара(χ^2) при сравнении долей отклоняющихся значений индекса «Миокард» в исследуемых группах до и после теста с ФН

Резюме. Таким образом, по результатам анализа количественных и качественных значений основного показателя дисперсионных характеристик «Миокард», нами было выявлено статистически значимое преобладание отклоняющихся значений в основной группе по отношению к референсной как до, так и после теста с ФН. Проба с ФН привела к увеличению доли отклонений индекса «Миокард» в группе детей-спортсменов вне зависимости от направлений спортивной подготовки. Были выделены группы риска и внимания среди детей-спортсменов. Функциональная проба с ФН позволяет выделить группу детей-спортсменов с истинными отклонениями индекса «Миокард» (до и после теста с

ФН), способствует выявлению большего числа нарушений электрофизиологических процессов в миокарде у детей из основной группы.

4.3 Особенности электрофизиологических процессов в миокарде у детей, занимающихся спортом

Помимо основных показателей, дисперсионное картирование позволяет оценить электрофизиологические процессы в миокарде предсердий и желудочков. Оценка проводится при помощи кода детализации, который отражает степень выраженности и локализацию изменений.

4.3.1 Характеристика процессов деполяризации предсердий

Процессы деполяризации в ПП и ЛП представлены индексами G1 и G2 соответственно. Об отклонении можно говорить при регистрации значений выше 6 (для G1) и больше 4 (для G2). Рассматривая факт наличия спортивной нагрузки в качестве риска возникновения электрофизиологических нарушений в миокарде, проводили анализ данных с использованием отношения шансов (OR).

Деполяризация правого предсердия (G1). Соотношение нормальных и отклоняющихся значений индекса G1 до и после теста с ФН представлено в таблице 27. Исходно отмечено значимое преобладание отклонений от нормы исследуемого показателя среди спортсменов (48,8%) по сравнению с референсной группой – 30% ($\chi^2=7,52; df=1; p=0.006$). Вероятность выявления отклоняющихся значений индекса «G1» в основной группе в 2,2 раза выше по отношению к группе детей, не занимающихся спортом (OR=2,22 (1,25-3,97)).

После ФН в группе детей, занимающихся спортом, мы также отметили преобладание отклоняющихся значений процессов деполяризации в миокарде ПП (83,3%) по сравнению с группой детей, не занимающихся спортом – 32,9%. Различия статистически значимы ($\chi^2=64,2; df=1; p<0,001$). ФН привела к увеличению вероятности выявления отклонений значения индекса «G1» среди спортсменов в 5 раз (OR=10,2 (5,48-18,8)).

Таблица 27 - Характеристика процессов деполяризации ПП в исследуемых группах до и после теста с ФН

Показатель «G1»	Спортсмены (n=209)				Референсная группа (n=70)			
	До ФН*		После ФН**		До ФН		После ФН	
	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс.ч	95% (ДИ%)	Абс.ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)
Нормальные значения	107	51,2 (44,45-57,95)	35	16,7 (11,67-21,73)	49	70 (59,1-80,9)	47	67,1 (55,9-78,3)
Отклонение	102	48,8 (42,05-55,55)	174	83,3 (78,27-88,33)	21	30 (19,1-40,9)	23	32,9 (21,7-44,1)

Примечание:

*до физической нагрузки $\chi^2=7,52; df=1; p=0.006; OR=2,22 (1,25-3,97)$

**после физической нагрузки $\chi^2=64,2; df=1; p<0,001; OR=10,2 (5,48-18,8)$

С целью оценки изучаемого показателя среди спортсменов мужского и женского пола, провели анализ с учетом гендерного признака. Статистическую оценку проводили с помощью критерия χ^2 Пирсона. Полученные результаты представлены в таблице 28.

Таблица 28 - Характеристика процессов деполяризации ПП у исследуемых групп с учетом половых различий

Показатель «G1»	Основная группа			
	Мальчики (n=153)		Девочки (n=56)	
	До ФН*	После ФН**	До ФН*	После ФН**
Норма	79 (51,6%)	26 (17%)	28 (50%)	9 (16,1%)
Отклонение	74 (48,4%)	127 (83%)	28 (50%)	47 (83,9%)

Примечание:

*до физической нагрузки $\chi^2=0,0438; df=1; p=0,834;$

**после физической нагрузки $\chi^2=0,0250; df=1; p=0,874$

В результате анализа мы отметили практически равное распределение нормальных и отклоняющихся значений индекса «G1» среди мальчиков и девочек в основной группе. Статистически значимой разницы нет как до, так и после теста с ФН ($\chi^2=0,0438$; $df=1$; $p=0,834$ и $\chi^2=0,0250$; $df=1$; $p=0,874$)

Для определения различий между группами спортивной подготовки и референсной группой, проводили попарные сравнения с использованием критерия χ^2 Пирсона. Различия считали статистически значимыми при уровне $p<0,01$ (0,05/5). Полученные результаты отражены в таблицах 29-32.

Таблица 29 - Сравнительная характеристика процессов деполяризации ПП у детей-футболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)	χ^2 Пирсона	
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	49	70 (59,1-80,9)	21	30 (19,1-40,9)	$\chi^2=6,49$; df=1; p=0,011	OR=2,62 (1,24-5,56)
Подгруппа А Футбол (n = 51)	24	47,1 (33,05-61,15)	27	52,9% (38,85-66,95)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	47	67,1 (55,9-78,3)	23	32,9 (21,7-44,1)	$\chi^2=29,1$; df=1; p<0,001	OR=9,54 (3,97-22,9)
Подгруппа А Футбол (n = 51)	9	17,6 (6,89-28,31)	42	82,4 (71,69-93,11)		

При сравнении показателей индекса «G1» между футболистами и референсной группой (таблица 29), статистически значимых различий мы не нашли ($\chi^2=6,49$; $df=1$; $p=0,011$). При повторном анализе после теста с ФН, отмечали прирост отклоняющихся от нормы значений исследуемого показателя с

преобладанием в группе спортсменов – 82,4%, что в сравнении с референсной группой статистически значимо ($\chi^2=29,1$; $df=1$; $p<0,001$). Вероятность регистрации отклонений исследуемого показателя среди футболистов после теста с ФН в 9,5 раз выше, чем в референсной группе ($OR=9,54$ (3,97-22,9)).

Таблица 30 - Сравнительная характеристика процессов деполяризации ПП у детей-баскетболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости χ^2 Пирсона	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)		
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	49	70 (59,1-80,9)	21	30 (19,1-40,9)	$\chi^2=7,77$; df=1; p=0,005	OR=2,77 (1,34-5,70)
Подгруппа Б Баскетбол (n = 59)	27	45,8 (32,82-58,78)	32	54,2 (41,22-67,18)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	47	67,1 (55,9-78,3)	23	32,9 (21,7-44,1)	$\chi^2=40,2$; df=1; p<0,001	OR=15,2 (5,97-38,6)
Подгруппа Б Баскетбол (n = 59)	7	11,9 (3,46-20,34)	52	88,1 (79,66-96,54)		

В группе детей, занимающихся баскетболом (таблица 30), отклоняющиеся значения «G1» встречались статистически чаще (54,2%), чем в группе детей, не занимающихся спортом – 30% ($\chi^2=7,77$; $df=1$; $p=0.005$). После нагрузочной пробы также отмечено значимое преобладание отклонений «G1» среди баскетболистов – 88,1% ($\chi^2=40,2$; $df=1$; $p<0,001$). Значение отношения шансов указывает, что вероятность регистрации нарушений исследуемого показателя в группе

баскетболистов выше в 2,77 раза по отношению к референсной группе. После теста с ФН вероятность увеличивается в 14,5 раз.

Таблица 31 - Сравнительная характеристика процессов деполяризации ПП у детей- волейболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)	χ^2 Пирсона	
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	49	70 (59,1-80,9)	21	30 (19,1-40,9)	$\chi^2=3,59$; df=1; p=0.058	OR=2,02 (0,97-4,21)
Подгруппа В Волейбол (n = 56)	30	53,6 (20,21-66,99)	26	46,4 (33,01-59,79)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	47	67,1 (55,9-78,3)	23	32,9 (21,7-44,1)	$\chi^2=30,5$; df=1; p<0,001	OR=9,4 (4,03-21,9)
Подгруппа В Волейбол (n = 56)	10	17,9 (7,61-28,19)	46	82,1 (71,81-92,39)		

Между группой волейболистов (таблица 31) и группой детей, не занимающихся спортом, статистически значимых отличий в значениях индекса «G1» мы не нашли ($\chi^2=3,59$; df=1; p=0.058). После теста с ФН отметили значимое преобладание отклонений индекса деполяризации правого предсердия среди волейболистов (82,1%) по сравнению с референсной группой – 32,9% ($\chi^2=30,5$; df=1; p<0,001). Вероятность выявления отклоняющихся значений исследуемого показателя у детей-волейболистов из представленной выборки, в 9,4 раза выше, чем в группе детей, не занимающихся спортом (OR=9,4(4,03-21,9)).

Значимых отличий в значениях показателя «G1» между единоборцами и референсной группой (таблица 32) мы не отметили ($\chi^2=1,09$; df=1; p=0,298). После

теста с ФН среди детей, занимающихся единоборствами, отклонения от нормы исследуемого показателя встречались значительно чаще (79,1%) по отношению к референсной группе - 32,9% ($\chi^2=22,8$; $df=1$; $p<0,001$). Среди спортсменов-единоборцев вероятность выявления отклонений в значениях индекса «G1» в 7,7 раз выше, чем в референсной группе ($OR=7,72$ (3,18-18,8)).

Таблица 32 - Сравнительная характеристика процессов деполяризации ПП у детей-единоборцев до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости χ^2 Пирсона	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)		
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	49	70 (59,1-80,9)	21	30 (19,1-40,9)	$\chi^2=1,09$; df=1; p=0,298	OR=1,53 (0,69-3,38)
Подгруппа Г Единоборцы (n = 43)	26	60,5 (45,53-75,47)	17	39,5 (24,53-54,47)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	47	67,1 (55,9-78,3)	23	32,9 (21,7-44,1)	$\chi^2=22,8$; df=1; p<0,001	OR=7,72 (3,18-18,8)
Подгруппа Г Единоборцы (n = 43)	9	20,9 (8,44-33,36)	34	79,1 (66,64-91,56)		

Для определения различий между значениями исследуемого показателя в группах спортивной подготовки, провели однофакторный дисперсионный анализ с использованием критерия Краскела-Уоллиса. Статистически значимых различий как до ФН ($\chi^2=2,64$; $df=3$; $p=0,451$), так и после ФН ($\chi^2=1,62$; $df=3$; $p=0,655$) получено не было.

С целью оценки влияния ФН на изменения отклоняющихся значений индекса «G1», провели анализ парных переменных с использованием критерия

Мак-Немара с новым критическим уровнем значимости: $0,05/5 = 0,01$. Полученные результаты отражены в таблице 33. Во всех группах спортивной подготовки ФН привела к значимому приросту отклонений исследуемого показателя, отражающего процессы деполяризации ПП. В референсной группе отмечался незначительный прирост (с 30% до 32,9%), статистически незначимый ($\chi^2=0,250$; $df=1$; $p=0,617$). Среди спортивных групп выделены дети группы риска, имеющие отклонения «G1» как до, так и после ФН. Наибольшая по численности группа представлена баскетболистами (28 человек), наименьшая – единоборцами (17 человек).

Таблица 33 - Распределение отклоняющихся значений индекса «G1» в исследуемых группах до и после ФН

Вид спорта	Отклоняющиеся значения индекса «G1» (%)		Уровень значимости	Группа риска (абс.ч., %)	Группа внимания (абс.ч., %)
	До ФН	После ФН			
Подгруппа А Футбол (n=51)	39,7	82,4	$\chi^2=9; df=1; p=0,003$	22 (43,1)	20 (39,2)
Подгруппа Б Баскетбол (n=59)	54,2	88,1	$\chi^2=14,3; df=1; p<0,001$	28 (47,4)	24 (40,7)
Подгруппа В Волейбол (n=56)	46,4	82,1	$\chi^2=16,7; df=1; p<0,001$	24 (42,8)	22 (39,3)
Подгруппа Г Единоборства (n=43)	39,5	79,1	$\chi^2=17,0; df=1; p<0,001$	17 (39,5)	17 (39,5)
Референсная группа (n=70)	30	32,9	$\chi^2=0,250; df=1; p=0,617$	-	-

Примечание: $p<0.01$ – критический уровень значимости критерия Мак-Немара (χ^2) при сравнении долей отклоняющихся от нормы значений индекса «G1» в исследуемых группах до и после теста с ФН.

Деполаризация левого предсердия (G2). Значения показателя G2, отражающего процессы деполаризации в миокарде ЛП, в исследуемых группах до и после теста с ФН, отражены в таблице 34.

Статистически значимой разницы в значениях индекса «G2» в группе спортсменов и референсной группе мы не нашли ($\chi^2=0,0620$; $df=1$; $p=0.803$), в то время как после теста с ФН отметили значимое преобладание отклонений исследуемого показателя среди детей из основной группы (52,2%) по отношению к референсной группе – 35,7% ($\chi^2=5,68$; $df=1$; $p=0,017$).

Таблица 34 - Характеристика значений процессов деполаризации ЛП в исследуемых группах до и после теста с ФН

Показатель «G2»	Спортсмены (n=209)				Референсная группа (n=70)			
	До ФН*		После ФН**		До ФН*		После ФН**	
	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)
Нормальные значения	146	69,9 (63,72- 76,08)	100	47,8 (42,07- 54,53)	50	71,4 (60,65- 82,15)	45	64,3 (52,9- 75,7)
Отклоняющиеся значения	63	30,1 (23,92- 36,28)	109	52,2 (45,47- 58,93)	20	28,6 (17,85- 39,35)	25	35,7 (24,3- 47,1)

Примечание:

*до физической нагрузки $\chi^2=0,0620$; $df=1$; $p=0.803$; OR=1,08 (0,594-1,96)

**после физической нагрузки $\chi^2=5,68$; $df=1$; $p=0,017$; OR=1,96 (1,12-3,43)

С целью оценки возможных различий в значениях показателя «G2» у мальчиков и девочек, провели анализ с учетом гендерных особенностей. Статистическую оценку проводили с помощью критерия χ^2 Пирсона. Полученные результаты представлены в таблице 35.

Таблица 35 - Характеристика значений процессов деполяризации ЛП у исследуемых групп с учетом половых различий (абс.ч., %)

Показатель «G2»	Основная группа			
	Мальчики (n=153)		Девочки (n=56)	
	До ФН*	После ФН**	До ФН*	После ФН**
Норма	108 (70,6%)	69 (45,1%)	38 (67,9%)	31 (55,4%)
Патология	45 (29,4%)	84 (54,9%)	18 (32,1%)	25(44,6%)

Примечание:

*до физической нагрузки $\chi^2=0,145$;df=1; p=0,703;

**после физической нагрузки $\chi^2=1,73$;df=1; p=0,189

С целью детального анализа изменений в основной группе, провели попарное сравнение исследуемого показателя между референсой группой и спортивными группами различных направлений подготовки. Анализ проводили с использованием критерия χ^2 Пирсона с новым уровнем критической значимости $p<0,01$ (0,05/5). Полученные результаты отражены в таблицах 36-39.

Таблица 36 - Сравнительная характеристика процессов деполяризации ЛП у детей -футболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости χ^2 Пирсона	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)		
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	50	71,4 (60,65-82,15)	20	28,6 (17,85-39,35)	$\chi^2=1,51$; df=1; p=0,219	OR=1,61 (0,751- 3,47)
Подгруппа А Футбол n = 51	31	60,8 (47,05-74,55)	20	39,2 (25,45-52,95)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	45	64,3 (52,9-75,7)	25	35,7 (24,3-47,1)	$\chi^2=9,94$; df=1; p=0.002	OR=3,3 (1,55-7,02)
Подгруппа А Футбол n = 51	18	35,3 (21,8-48,75)	33	64,7 (51,25-78,15)		

Статистически значимой разницы в процессах деполяризации ЛП у детей – футболистов (таблица 36) и детей из референсной группы мы не отметили ($\chi^2=1,51$; $df=1$; $p=0,219$). В ходе повторного анализа изучаемого показателя после теста с ФН отметили преобладание отклонений среди футболистов (64,7%) по сравнению с референсной группой – 35,7% ($\chi^2=9,94$; $df=1$; $p=0.002$). Вероятность регистрации отклоняющихся значений «G2» после теста с ФН у детей-футболистов в 3,3 раза выше, чем у детей, не занимающихся (OR=3,3 (1,55-7,02)).

Таблица 37 - Сравнительная характеристика процессов деполяризации ЛП у детей- баскетболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)	χ^2 Пирсона	
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	50	71,4 (60,65-82,15)	20	28,6 (17,85-39,35)	$\chi^2=0,425$; df=1; p=0.515	OR=1,28 (0,61-2,71)
Подгруппа Б Баскетбол (n = 59)	39	66,1 (53,78-78,42)	20	33,9 (21,58-46,22)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	45	64,3 (52,9-75,7)	25	35,7 (24,3-47,1)	$\chi^2=4,45$; df=1; p=0,035	OR=4,45 (1,05-4,33)
Подгруппа Б Баскетбол (n = 59)	27	45,8 (32,82-58,78)	32	54,2 (41,22-67,18)		

Несмотря на преобладание отклонений от нормы показателя «G2» среди детей-баскетболистов (таблица 37), как до, так и после теста с ФН, статистически значимой разницы по отношению к референсной группе мы не отметили (до ФН $\chi^2=0,425$; $df=1$; $p=0.515$. После ФН - $\chi^2=4,45$; $df=1$; $p=0,035$).

До теста с ФН как среди волейболистов, так и среди детей, не занимающихся спортом (таблица 38), регистрировалось равное распределение

значений изучаемого показателя. После теста с ФН отмечено увеличение доли отклонений «G2» среди волейболистов по отношению к референсной группе, однако разница статистически незначимая ($\chi^2=2,61$; $df=1$; $p=0,107$).

Таблица 38 - Сравнительная характеристика процессов деполяризации ЛП у детей- волейболистов до и после теста с ФН.

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)	χ^2 Пирсона	
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	50	71,4 (60,65-82,15)	20	28,6 (17,85-39,35)	$\chi^2=0,0$; df=1; p=1,0	OR=1,0 (0,459- 2,18)
Подгруппа В Волейбол (n = 56)	40	71,4 (59,26-83,54)	16	28,6 (16,46-40,74)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	45	64,3 (52,9-75,7)	25	35,7 (24,3-47,1)	$\chi^2=2,61$; df=1; p=0,107	OR=1,8 (0,879- 3,69)
Подгруппа В Волейбол (n = 56)	28	50,0 (36,57-63,43)	28	50,0 (36,57-63,43)		

Таблица 39 - Сравнительная характеристика процессов деполяризации ЛП у детей-единоборцев до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости χ^2 Пирсона	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)		
1	2	3	4	5	6	7
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	50	71,4 (60,65-82,15)	20	28,6 (17,85-39,35)	$\chi^2=2,21$; $df=1$; $p=0,137$	OR=0,486 (0,19-1,27)
Подгруппа Г Единоборцы	36	83,7 (72,38-95,02)	7	16,3 (4,98-27,62)		

Продолжение таблицы 39

1	2	3	4	5	6	7
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	45	64,3 (52,9-75,7)	25	35,7 (24,3-47,1)	$\chi^2=0,026$; df=1; p=0,873	OR=1,07 (0,48-2,35)
Подгруппа Г Единоборцы (n = 43)	72	63,7 (48,97-78,43)	41	36,3 (21,57-51,03)		

Статистически значимой разницы между значениями индекса «G2» у единоборцев и детей из референсной группы (таблица 39) мы не отметили как до, так и после теста с ФН (до теста $\chi^2=2,21$;df=1; p=0,137, после $\chi^2=0,026$;df=1; p=0,873). Для оценки влияния ФН на изменения отклоняющихся значений индекса «G2», провели анализ парных переменных с использованием критерия Мак-Немара с новым критическим уровнем значимости: $0,05/5 = 0,01$. Полученные результаты отражены в таблице 40.

Таблица 40 - Распределение отклоняющихся значений индекса «G2» в группах спортивной подготовки и референсной группе до и после ФН

Вид спорта	Отклоняющиеся значения индекса «G2» (%)		Уровень значимости	Группа риска (абс.ч.,%)	Группа внимания (абс.ч.,%)
	До ФН	После ФН			
1	2	3	4	5	6
Подгруппа А Футбол (n=51)	39,2	64,7	$\chi^2=6,76$;df=1; p=0,009	14 (27,4)	19 (37,2)
Подгруппа Б Баскетбол (n=59)	33,9	54,2	$\chi^2=5,14$;df=1; p=0,023	-	-
Подгруппа В Волейбол (n=56)	28,6	50	$\chi^2=4,8$;df=1; p=0,028	-	-
Подгруппа Г Единоборства(n=43)	16,3	36,3	$\chi^2=5,4$;df=1; p=0,02	-	-

Продолжение таблицы 40

Референсная группа (n=70)	28,6	35,7	$\chi^2=1,67; df=1; p=0,197$	-	-
---------------------------	------	------	------------------------------	---	---

Примечание: $p < 0.01$ – критический уровень значимости критерия Мак-Немара (χ^2) при сравнении долей отклоняющихся значений индекса «G2» в исследуемых группах до и после теста с ФН.

Резюме. Таким образом, в результате анализа показателей «G1» и «G2» у детей-спортсменов и детей, не занимающихся спортом, выявлены различия в виде преобладания нарушений электрофизиологических показателей в области ПП. ФН привела к значимому увеличению доли отклонений деполяризации ПП во всех группах спортивной подготовки, в то время как в группе детей, не занимающихся спортом, разницы в изменении изучаемого показателя мы не отметили. При анализе деполяризации ЛП статистически значимые отличия выявлены только после теста с ФН среди футболистов. Мы предполагаем, что выявленные отличия могут быть связаны с анатомо-физиологическими особенностями ПП, где находится большое число потенциально аритмогенных зон в миокарде. Среди них можно выделить синусовый узел, область пограничного гребня с клетками синусового узла, часть АВ - узла, проводящие пути, область впадения верхней и нижней полых вен, устье коронарного синуса.

4.3.2 Характеристика процессов деполяризации желудочков

При анализе электрофизиологических процессов оценивали процессы деполяризации и реполяризации в миокарде ПЖ и ЛЖ с помощью показателей G3-G6. Оценка проводилась аналогично, как и при анализе деполяризации предсердий. Для определения вероятности регистрации отклоняющихся значений в одной группе по сравнению с другой, проводили расчет отношения шансов

Деполяризация ПЖ (G3). Значения показателей «G3» в основной и референсной группах до и после теста с ФН отражены в таблице 41.

Таблица 41 - Характеристика значений деполяризации ПЖ в исследуемых группах до и после теста с ФН

Показатель «G3»	Спортсмены (n=209)				Референсная группа (n=70)			
	До ФН*		После ФН**		До ФН*		После ФН**	
	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)
Нормальные значения	165	78,9 (73,4-84,4)	100	47,8 (41,07-54,53)	70	100	65	92,9 (86,8-99)
Отклоняющиеся значения	44	21,1 (15,6-26,6)	109	52,2 (45,47-58,93)	0	0	5	7,1 (1-13,2)

Примечание:

*до физической нагрузки $\chi^2=17,5; df=1; p<0,001; OR=37,9^8$ (2,30-624)

**после физической нагрузки $\chi^2=44; df=1; p<0,001; OR=14,2$ (5,48-36,6)

До теста с ФН отклонения от нормы индекса «G3» регистрировали среди спортсменов в 21,1% случаев, в то время как среди детей, не занимающихся спортом, отклонений зарегистрировано не было. Различия статистически значимы ($\chi^2=17,5; df=1; p<0,001$). Отмечена высокая вероятность регистрации отклонений в процессах деполяризации миокарда ПЖ среди спортсменов по сравнению с детьми из референсной группы ($OR=37,9^8$ (2,30-624)).

После теста с ФН отмечали увеличение доли отклоняющихся от нормы значений исследуемого показателя среди детей из основной группы (52,2%), что по отношению к группе детей, не занимающихся спортом (7,1%), статистически значимо ($\chi^2=44; df=1; p<0,001; OR=14,2$ (5,48-36,6)).

Провели анализ значений показателя «G3» среди спортсменов с учетом гендерных особенностей. Статистическую оценку проводили с помощью критерия χ^2 Пирсона. Значимых различий изучаемого показателя у мальчиков и девочек как до, так и после теста с ФН мы не выявили. Полученные результаты представлены в таблице 42.

Таблица 42 - Характеристика значений деполяризации ПЖ у исследуемых групп с учетом половых различий (абс.ч., %)

Показатель «G3»	Основная группа			
	Мальчики (n=153)		Девочки (n=56)	
	До ФН*	После ФН**	До ФН*	После ФН**
Норма	121 (79,1%)	74 (48,4%)	44 (78,6%)	26 (46,4%)
Патология	32 (20,9%)	79 (51,6%)	12 (21,4%)	30 (53,6%)

Примечание:

*до физической нагрузки $\chi^2=0,0065$;df=1; p=0,936;

**после физической нагрузки $\chi^2=0,0617$;df=1; p=0,804

С целью оценки изменений изучаемого показателя внутри основной группы, провели попарное сравнение значений индекса «G2» между референсной группой и спортивными группами. Анализ проводили с использованием критерия χ^2 Пирсона с новым уровнем критической значимости $p<0,01$ (0,05/5). Полученные результаты отражены в таблицах 43-46.

Таблица 43 - Сравнительная характеристика деполяризации ПЖ у детей-футболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости χ^2 Пирсона	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)		
1	2	3	4	5	6	7
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	70	100	0	0	$\chi^2=13,3$; df=1; p<0,001	OR=31,5 ⁸ (1,79-555)
Подгруппа А Футбол n= 51	42	82,4 (71,69-93,11)	9	17,6 (6,89-28,31)		

Продолжение таблицы 43

1	2	3	4	5	6	7
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	65	92,9 (86,8-99)	5	7,1 (1-13,2)	$\chi^2=38,3$; df=1; p<0,001	OR=18,6 (6,39-54)
Подгруппа А Футбол (n = 51)	21	41,2 (27,35-55,05)	30	58,8 (44,95-72,65)		

Исходно у 9 футболистов (17,6%) были зарегистрированы отклонения в процессах деполяризации ПЖ, в то время как среди детей из референсной группы отклонений выявлено не было ($\chi^2=13,3$; df=1; p<0,001) (таблица 43). После теста с ФН среди детей, занимающихся футболом, отмечалось увеличение доли отклоняющихся значений исследуемого показателя (в 3,34 раза) и составило 58,8%. По отношению к референсной группе (7,1%) различия статистически значимы ($\chi^2=38,3$; df=1; p<0,001). Вероятность регистрации отклонений исследуемого показателя среди спортивной группы в 18,6 раз выше, чем среди детей, не занимающихся спортом.

Таблица 44 - Сравнительная характеристика деполяризации ПЖ у детей - баскетболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости χ^2 Пирсона	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)		
1	2	3	4	5	6	7
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	70	100	0	0	$\chi^2=20,1$; df=1; p<0,001	OR=49,1 ⁸ (2,87-841)
Подгруппа Б Баскетбол (n = 59)	44	74,6 (63,26-85,94)	15	25,4 (14,06-36,74)		

Продолжение таблицы 44

1	2	3	4	5	6	7
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	65	92,9 (86,8-99)	5	7,1 (1-13,2)	$\chi^2=42,9$; df=1; p<0,001	OR=20,3 (7,13-58,1)
Подгруппа Б Баскетбол (n = 59)	23	39 (26,3-51,7)	36	61 (48,3-73,7)		

До теста с ФН нарушения деполяризации ПЖ регистрировались у каждого четвертого баскетболиста (25,4%), в то время как среди детей из референсной группы отклонений в изучаемом показателе выявлено не было ($\chi^2=20,1$; df=1; p<0,001) (таблица 44). После теста с ФН отклонения в значениях «G3» выявлены у 61% спортсменов-баскетболистов. При сопоставлении с показателем у детей, не занимающихся спортом (7,1%), отмечены статистически значимые различия ($\chi^2=42,9$; df=1; p<0,001). Вероятность выявления отклонений изучаемого показателя после теста с ФН среди баскетболистов в 20,3 раза выше, чем среди детей из референсной группы (OR=20,3(7,13-58,1)).

Таблица 45 - Сравнительная характеристика деполяризации ПЖ у детей-волейболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости χ^2 Пирсона	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)		
1	2	3	4	5	6	7
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	70	100	0	0	$\chi^2=19,7$; df=1; p<0,001	OR=48,1 ⁸ (2,80-827)
Подгруппа В Волейбол (n = 56)	42	75 (63,36-86,64)	14	25 (13,36-36,64)		

Продолжение таблицы 45

1	2	3	4	5	6	7
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	65	92,9 (86,8-99)	5	7,1 (1-13,2)	$\chi^2=37,5$; df=1; p<0,001	OR=17,3 (6,05-49,7)
Подгруппа В Волейбол (n = 56)	24	42,9 (29,61-56,19)	32	57,1 (43,81-70,39)		

Как до (25%), так и после теста с ФН (57,1%) среди детей, занимающихся волейболом, нами отмечено преобладание отклонений исследуемого показателя среди спортсменов (таблица 45), что по отношению к референсной группе статистически значимой (до ФН $\chi^2=19,7$; df=1; p<0,001; после ФН $\chi^2=37,5$; df=1; p<0,001).

Таблица 46 - Сравнительная характеристика значений деполяризации ПЖ у детей-единоборцев до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости χ^2 Пирсона	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)		
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	70	100	0	0	$\chi^2=10,3$; df=1; p=0,001	OR=24,4 ⁸ (1,34-446)
Подгруппа Г Единоборцы (n = 43)	37	86 (75,37-96,63)	6	14 (3,37-24,63)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	65	92,9 (86,8-99)	5	7,1 (1-13,2)	$\chi^2=7,45$; df=1; p=0,006	OR=4,47 (1,43-14,0)
Подгруппа Г Единоборцы (n = 43)	32	74,4 (61,03-87,77)	11	25,6 (12,23-38,97)		

Среди детей, занимающихся единоборствами (таблица 46), как и в других группах спортивной подготовки, выявлены статистически значимые отличия в значениях индекса «G3» до и после теста с ФН в сравнении с референсной группой (14% и 25,6% соответственно). Однако, вероятность выявления отклоняющихся значений изучаемого показателя среди спортсменов данной группы после теста с ФН ниже, чем в остальных группах спортивной подготовки ($OR=4,47(1,43-14,0)$).

Для определения различий в значениях индекса «G3» между группами спортивной подготовки, провели однофакторный дисперсионный анализ с использованием критерия Краскела-Уоллиса. До ФН статистически значимых различий между группами спортивной подготовки мы не получили ($\chi^2=6,35; df=3; p=0,096$). В результате повторной оценки показателей после теста с ФН выявлены статистически значимые различия ($\chi^2=15,42; df=3; p=0,001$). В связи с этим провели post-hoc анализ с помощью критерия Двасс-Стил-Кричлоу-Флигнера (DSCF). По результатам выявили статистически значимое преобладание отклонений в группах футбола, баскетбола и волейбола по отношению к группе единоборцев. Полученные результаты отражены в рисунке 2.

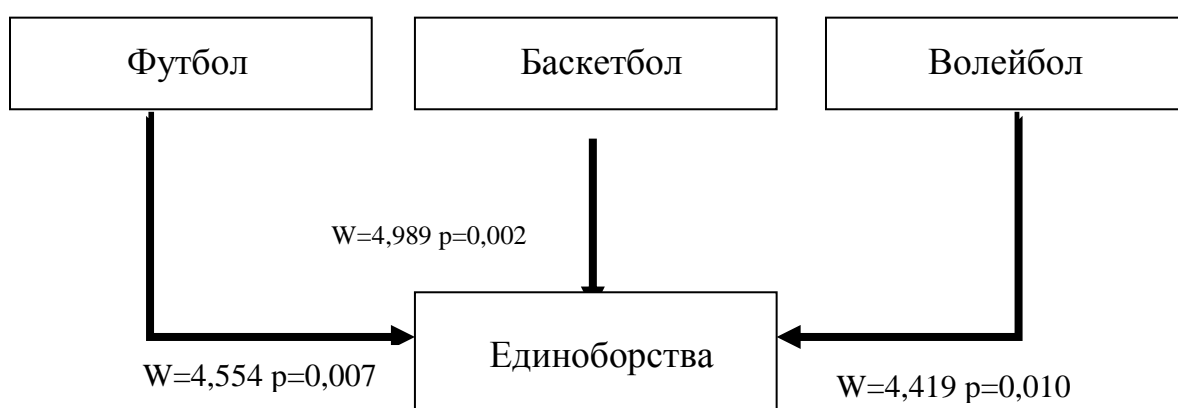


Рисунок 2 - Распределение значений критерия DSCF при анализе показателя G3 по данным post-hoc анализа между группами спортивной подготовки

Для оценки влияния ФН на изменения отклоняющихся значений индекса «G3», провели анализ парных переменных с использованием критерия Мак-

Немара с новым критическим уровнем значимости: $0,05/5 = 0,01$. Полученные результаты отражены в таблице 47.

Таблица 47 - Распределение отклоняющихся значений деполяризации ПЖ в исследуемых группах до и после ФН

Вид спорта	Отклоняющиеся значения индекса «G3» (%)		Уровень значимости	Группа риска (абс.ч., %)	Группа внимания (абс.ч., %)
	До ФН	После ФН			
Подгруппа А Футбол (n=51)	17,6	58,8	$\chi^2=19,2; df=1;$ $p<0,001$	8 (15,7)	22 (43,1)
Подгруппа Б Баскетбол (n=59)	25,4	61	$\chi^2=16,3; df=1;$ $p<0,001$	12 (20,3)	24(40,7)
Подгруппа В Волейбол (n=56)	25	57,1	$\chi^2=12,5; df=1;$ $p<0,001$	10 (17,8)	22 (39,3)
Подгруппа Г Единоборства (n=43)	14	25,6	$\chi^2=2,27; df=1;$ $p=0,132$	-	-
Референсная группа (n=70)	0	7,1	-	-	-

Примечание: $p<0.01$ – уровень значимости критерия Мак-Немара(χ^2) при сравнении долей отклоняющихся значений индекса «G3» в исследуемых группах до и после теста с ФН

ФН привела к статистически значимому увеличению доли отклоняющихся значений исследуемого показателя среди детей, занимающихся футболом, баскетболом, волейболом. Среди указанных направлений спортивной подготовки выделены группы риска и внимания. Наибольшая по численности группа риска представлена баскетболистами – 12 (20,3%).

Деполяризация ЛЖ (G4). Распределение значений показателя «G4» в основной и референсной группах до и после теста с ФН представлены в таблице 46. Как до (27,8%), так и после теста с ФН (31,1%) мы получили статистически значимую разницу между значениями индекса «G4» среди спортсменов и детей из

референсной группы (до ФН $\chi^2=21,8; df=1; p<0,001$; после ФН $\chi^2=20,5; df=1; p<0,001$).

Таблица 48 - Характеристика значений деполяризации ЛЖ в исследуемых группах до и после теста с ФН

Показатель «G4»	Спортсмены (n=209)				Референсная группа (n=70)			
	До ФН*		После ФН**		До ФН*		После ФН**	
	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)
Нормальные значения	151	72,2 (66,16-78,24)	144	68,9 (62,66-75,14)	69	98,6 (95,81-101,39)	67	95,7 (90,89-100,51)
Отклонение от нормы	58	27,8 (21,76-33,84)	65	31,1 (24,86-37,34)	1	1,4 (-1,39-4,19)	3	4,3 (-0,51-9,11)

Примечание:

*до физической нагрузки $\chi^2=21,8; df=1; p<0,001$; OR=26,5 (3,6-195)

**после физической нагрузки $\chi^2=20,5; df=1; p<0,001$; OR=10,1 (3,06-33,2)

Провели анализ значений показателя «G4» среди спортсменов с учетом гендерных особенностей. Статистическую оценку проводили с помощью критерия χ^2 Пирсона. Полученные результаты представлены в таблице 49.

Таблица 49 - Характеристика значений деполяризации ЛЖ у исследуемых групп с учетом половых различий

Параметры	Основная группа			
	Мальчики (n=153)		Девочки (n=56)	
	До ФН*	После ФН**	До ФН*	После ФН**
Норма	110 (71,9%)	103 (67,3%)	41 (73,2%)	41 (73,2%)
Патология	43 (28,1%)	50 (32,7%)	15 (26,8%)	15 (26,8%)

Примечание:

*до физической нагрузки $\chi^2=0,0356; df=1; p=0,850$;

**после физической нагрузки $\chi^2=0,665; df=1; p=0,415$

Статистически значимых различий в распределении значений исследуемого показателя между мальчиками и девочками до и после теста с ФН мы не отметили (до ФН $\chi^2=0,0356$;df=1; после ФН $\chi^2=0,665$;df=1).

С целью определения различий в значениях показателя «G4» между рефересной группой и группами спортивной подготовки, проводили попарное сравнение исследуемого показателя между выбранными группами с использованием критерия χ^2 Пирсона с новым уровнем критической значимости $p<0,01$ (0,05/5). Полученные результаты отражены в таблицах 50-53.

Таблица 50 - Сравнительная характеристика деполяризации ЛЖ у детей-футболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости χ ² Пирсона	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)		
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	69	98,6 (95,81-101,39)	1	1,4% (-1,39-4,19)	χ ² =15; df=1; p<0,001	OR=21,2(2, 66-170)
Подгруппа А Футбол (n = 51)	39	76,5 (64,56-88,44)	12	23,5 (11,56-35,44)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	67	95,7% (90,89-100,51)	3	4,3 (-0,51-9,11)	χ ² =5,9; df=1; p=0,015	OR=4,79 (1,23-18,7)
Подгруппа А Футбол (n = 51)	42	82,4 (71,69-93,11)	9	17,6 (6,89-28,31)		

Нарушения деполяризации в миокарде ЛЖ были выявлены у 23,5% футболистов (таблица 50), в то время как среди детей, не занимающихся спортом в 1,4% случаев. Различия между группами статистически значимы ($\chi^2=15$;df=1; $p<0,001$). Вероятность регистрации отклонений исследуемого показателя среди

футболистов по отношению к референсной группе в 21,2 раза выше (OR=21,2 (2,66-170)). После теста с ФН в спортивной группе отмечено уменьшение доли отклоняющихся значений исследуемого показателя, что привело к отсутствию статистически значимых различий с группой детей, не занимающихся спортом ($\chi^2=5,9$;df=1;p=0,015).

Таблица 51 - Сравнительная характеристика деполяризации ЛЖ у детей-баскетболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости (χ^2 Пирсона)	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)		
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	69	98,6 (95,81-101,39)	1	1,4 (-1,39-4,19)	$\chi^2=17$; df=1; p<0,001	OR=23,5 (3-184)
Подгруппа Б Баскетбол (n = 59)	44	74,6 (63,26-85,94)	15	25,4 (14,06-36,74)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	67	95,7 (90,89-100,51)	3	4,3 (-0,51-9,11)	$\chi^2=5,67$; df=1; p=0,017	OR=4,56 (1,19-17,4)
Подгруппа Б Баскетбол (n = 59)	49	83,1 (73,34-92,86)	10	16,9 (7,14-26,66)		

Исходно среди баскетболистов (таблица 51) отклонения показателя «G4» были зарегистрированы в 25,4% случаев, что по отношению к референсной группе статистически значимо ($\chi^2=17$;df=1; p<0,001). После теста с ФН отмечено уменьшение доли отклоняющихся значений исследуемого показателя среди спортивной группы (16,9%). По отношению к референсной группе статистически значимых различий отмечено не было ($\chi^2=5,67$; df=1; p=0,017).

Таблица 52 - Сравнительная характеристика деполяризации ЛЖ у детей-волейболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)	χ^2 Пирсона	
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	69	98,6 (95,81-101,39)	1	1,4 (-1,39-4,19)	$\chi^2=15$; df=1; p<0,001	OR=20,9 (2,63-165)
Подгруппа В Волейбол (n = 56)	43	76,8 (65,46-88,14)	13	23,2 (11,86-34,54)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	67	95,7 (90,89-100,51)	3	4,3 (-0,51-9,11)	$\chi^2=5,02$; df=1; p=0,025	OR=4,28 (1,1-16,6)
Подгруппа В Волейбол (n = 56)	47	83,9 (74,03-93,77)	9	16,1 (6,23-25,97)		

Исходно отклонения в значениях индекса деполяризации ЛЖ были зарегистрированы среди волейболистов в 23,2% случаев (таблица 52), в то время как в референсной группе в 1,4%. Различия между группами статистически значимы ($\chi^2=15$; df=1; p<0,001). Вероятность выявления отклонений в исследуемом показателе у волейболистов в 20,9 раз выше, чем среди детей, не занимающихся спортом (OR=20,9(2,63-165)). После теста с ФН статистически значимой между группами мы не получили ($\chi^2=5,02$; df=1; p=0,025).

В сравнении с референсной группой среди единоборцев (таблица 53) были выявлены статистически значимые различия в значениях исследуемого показателя как до (41,9%), так и после теста с ФН (86%) (до ФН $\chi^2=31,1$; df=1; p<0,001; после ФН $\chi^2=77,9$; df=1; p<0,001). Вероятность выявления отклонений в процессах деполяризации ЛЖ среди детей, занимающихся единоборствами, после теста с ФН возросла в 2,78 раза.

Таблица 53 - Сравнительная характеристика значений деполяризации ЛЖ у детей-единоборцев до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)	χ^2 Пирсона	
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	69	98,6 (95,81-101,39)	1	1,4 (-1,39-4,19)	$\chi^2=31,1$; df=1; p<0,001	OR=49,7 (6,3-392)
Подгруппа Г Единоборцы (n = 43)	25	58,1 (42,99-73,21)	18	41,9 (26,79-57,01)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	67	95,7 (90,89-100,51)	3	4,3 (-0,51-9,11)	$\chi^2=77,9$; df=1; p<0,001	OR=138 (32,5-583)
Подгруппа Г Единоборцы (n = 43)	6	14 (3,37-24,63)	37	86 (75,37-93,63)		

Для определения различий в значениях индекса «G4» между группами спортивной подготовки применили однофакторный дисперсионный анализ с использованием критерия Краскела-Уоллиса. До ФН статистически значимых различий между группами спортивной подготовки мы не получили ($\chi^2=5,43$;df=3; p=0,143). В результате повторной оценки показателей после теста с ФН выявлены статистически значимые различия ($\chi^2=75,94$;df=3; p<0,001).

В связи с этим провели post-hoc анализ с помощью критерия Двасс-Стил-Кричлоу-Флигнера (DSCF). По результатам выявлено статистически значимое преобладание отклонений в группе единоборцев по отношению к группам футбола, баскетбола и волейбола. Полученные результаты отражены в рисунке 3.

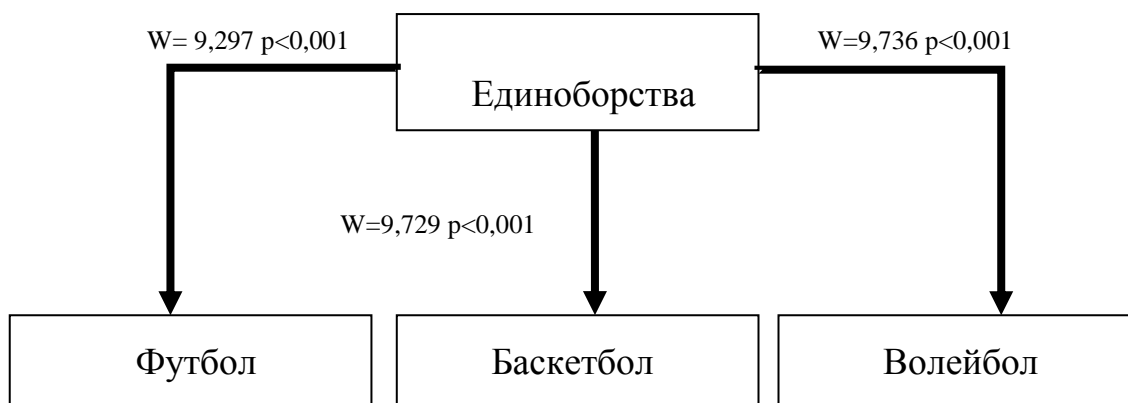


Рисунок 3 - Результаты дисперсионного анализа показателя G4 между группами спортивной подготовки.

Для оценки влияния ФН на значения процессов деполяризации ЛЖ, провели анализ парных переменных с использованием критерия Мак-Немара с новым критическим уровнем значимости: $0,05/5 = 0,01$. Полученные результаты отражены в таблице 54.

ФН привела к значимому увеличению доли отклоняющихся значений деполяризации ЛЖ (в 2 раза) среди группы детей, занимающихся единоборствами ($\chi^2=18; df=1; p<0,001$). 18 человек имели отклонения как до, так и после теста с ФН (выделены в группу риска). Среди футболистов, баскетболистов и волейболистов после теста с ФН мы отметили снижение доли отклонений исследуемого показателя.

Таблица 54 - Распределение отклоняющихся значений процессов деполяризации ЛЖ в исследуемых группах до и после ФН

Вид спорта	Отклоняющиеся значения индекса «G4» (%)		Уровень значимости	Группа риска (абс.ч., %)	Группа внимания (абс.ч., %)
	До ФН	После ФН			
1	2	3	4	5	6
Подгруппа А Футбол (n=51)	23,5	17,6	$\chi^2=0,692; df=1;$ $p=0,405$	-	-

Продолжение таблицы 54

1	2	3	4	5	6
Подгруппа Б Баскетбол (n=59)	25,4	16,9	$\chi^2=1,47; df=1;$ $p=0,225$	-	-
Подгруппа В Волейбол (n=56)	23,2	16,1	$\chi^2=1,0; df=1;$ $p=0,317$	-	-
Подгруппа Е Единоборства (n=43)	41,9	86	$\chi^2=18; df=1;$ $p<0,001$	18 (41,9)	18 (41,9)
Референсная группа (n=70)	1,4	4,3	$\chi^2=2,0; df=1;$ $p=0,157$	-	-

Примечание: $p<0.01$ – критический уровень значимости критерия Мак-Немара(χ^2) при сравнении долей отклоняющихся значений индекса «G4» в исследуемых группах до и после теста с ФН.

4.3.3 Характеристика процессов реполяризации желудочков

Реполяризация ПЖ (G5). Распределение показателя G5 у детей-спортсменов и детей из референсной группы, представлено в таблице 55.

Таблица 55 - Характеристика значений реполяризации ПЖ в исследуемых группах до и после теста с ФН

Показатель «G5»	Спортсмены (n=209)				Референсная группа (n=70)			
	До ФН*		После ФН**		До ФН*		После ФН**	
	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)
Нормальные значения	172	82,3 (77,15-87,45)	78	37,3 (30,8-43,8)	66	94,3 (88,8-99,8)	56	80 (70,5-89,5)
Отклоняющиеся значения	37	17,7 (12,55-22,85)	131	62,7 (56,2-69,2)	4	5,7 (0,2-11,2)	14	20 (10,5-29,5)

Примечание:

*до физической нагрузки $\chi^2=6,01; df=1; p=0,014; OR=3,55 (1,22-10,3)$

**после физической нагрузки $\chi^2=38,3; df=1; p<0,001; OR=6,72 (3,51-12,9)$

Исходно в группе спортсменов отклонения процессов реполяризации ПЖ встречались достоверно чаще (17,7%) по сравнению с референсной группой – 5,7% ($\chi^2=6,01$; $df=1$; $p=0,014$). После теста с ФН также отмечено преобладание отклоняющихся значений изучаемого показателя в основной группе (62,7%) по сравнению с группой детей, не занимающихся спортом, – 20% ($\chi^2=38,3$; $df=1$; $p<0,001$). Вероятность выявления нарушений в группе спортсменов после теста с ФН увеличилась в 1,89 раза (с 3,55 до 6,72).

С целью оценки распределения значений показателя «G5» между мальчиками и девочками, провели анализ с учетом гендерного распределения. Статистическую оценку проводили с помощью критерия χ^2 Пирсона. Полученные результаты представлены в таблице 56.

Таблица 56 - Характеристика значений процессов реполяризации ПЖ у исследуемых групп с учетом половых различий

Значения «G4»	Основная группа			
	Мальчики (n=153)		Девочки (n=56)	
	До ФН*	После ФН**	До ФН*	После ФН**
Норма	129 (84,3%)	60 (39,2%)	43 (76,8%)	18 (32,1%)
Патология	24 (15,7%)	93 (60,8%)	13 (23,2%)	38 (67,9%)

Примечание:

*до физической нагрузки $\chi^2=1,59$; $df=1$; $p=0,207$;

**после физической нагрузки $\chi^2=0,877$; $df=1$; $p=0,349$

Как до, так и после теста с ФН статистически значимой разницы в распределении отклоняющихся значений изучаемого показателя между мальчиками и девочками мы не выявили (до ФН $\chi^2=1,59$; $df=1$; $p=0,207$; после ФН $\chi^2=0,877$; $df=1$; $p=0,349$).

Для определения изменений в группах спортивной подготовки по сравнению с референсной группой, провели их попарное сравнение с

использованием критерия χ^2 Пирсона с новым уровнем критической значимости $p < 0,01$ (0,05/5). Полученные результаты отражены в таблицах 57-60.

Таблица 57 - Сравнительная характеристика реполяризации ПЖ у детей-футболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости χ^2 Пирсона	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)		
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	66	94,3 (88,8-99,8)	4	5,7 (0,2-11,2)	$\chi^2=3,28$; df=1; p=0,070	OR=3,07 (0,87-10,8)
Подгруппа А Футбол n = 51	43	84,3 (74,07-94,53)	8	15,7 (5,47-25,93)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	56	80 (70,5-89,5)	14	20 (10,5-29,5)	$\chi^2=24,8$; df=1; p<0,001	OR=7,33 (3,23-16,7)
Подгруппа А Футбол n = 51	18	35,3 (21,93-48,67)	33	64,7 (51,33-78,07)		

До теста с ФН статистически значимых различий в значениях процессов реполяризации ПЖ между футболистами и детьми и референсной группы (таблица 57) мы не отметили ($\chi^2=3,28$; df=1; p=0,070). После выполнения пробы с ФН выявлены статистически значимые различия между анализируемыми группами ($\chi^2=24,8$; df=1; p<0,001). Отмечено преобладание отклоняющихся значений изучаемого показателя среди футболистов (64,7%), причем, вероятность регистрации изменений в 7,33 раза выше, чем среди детей, не занимающихся спортом (OR=7,33 (3,23-16,7)).

Как до (22%), так и после теста с ФН (72,9%) среди баскетболистов (таблица 58) отмечено преобладание нарушений процессов реполяризации в миокарде ПЖ по сравнению с группой детей, не занимающихся спортом (до ФН $\chi^2=7,45$; df=1; p=0,006; после ФН $\chi^2=36,3$; df=1; p<0,001). Вероятность регистрации

отклоняющихся значений изучаемого показателя после теста с ФН среди спортсменов увеличилась в 2,32 раза (с 4,7 до 10,8).

Таблица 58 - Сравнительная характеристика реполяризации ПЖ у детей-баскетболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)	χ^2 Пирсона	
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	66	94,3 (88,8-99,8)	4	5,7 (0,2-11,2)	$\chi^2=7,45$; df=1; p=0,006	OR=4,66 (1,43-15,2)
Подгруппа Б Баскетбол (n = 59)	46	78 (67,22-88,78)	13	22 (11,22-32,78)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	56	80 (70,5-89,5)	14	20 (10,5-29,5)	$\chi^2=36,3$; df=1; p<0,001	OR=10,8 (4,73-24,4)
Подгруппа Б Баскетбол (n = 59)	16	27,1 (15,52-38,68)	43	72,9 (61,32-84,48)		

Таблица 59 - Сравнительная характеристика реполяризации ПЖ у детей-волейболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости χ^2 Пирсона	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч	% (95%ДИ)		
1	2	3	4	5	6	7
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	66	94,3 (88,8-99,8)	4	5,7 (0,2-11,2)	$\chi^2=8,16$; df=1; p=0,004	OR=4,99 (1,53-16,3)
Подгруппа В Волейбол n=56	43	76,8 (65,46-88,14)	13	23,2 (11,86-34,54)		

Продолжение таблицы 59

1	2	3	4	5	6	7
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	56	80 (70,5-89,5)	14	20 (10,5-29,5)	$\chi^2=27,4$; df=1; p<0,001	OR=7,79 (3,48-17,4)
Подгруппа В Волейбол (n = 56)	19	33,9 (21,2-46,6)	37	66,1 (53,4-78,8)		

Нарушения реполяризации ПЖ статистически чаще встречались среди волейболистов (таблица 59) – в 23,2% случаев, что по отношению к референсной группе (5,7%) статистически значимо ($\chi^2=8,16$; df=1; p=0,004). После теста с ФН также отмечено преобладание нарушений реполяризации ПЖ среди спортсменов – 66,1% ($\chi^2=27,4$; df=1; p<0,001), причем вероятность регистрации отклонений в 7,79 раз выше, чем среди детей из референсной группы.

Таблица 60 - Сравнительная характеристика реполяризации ПЖ у детей-единоборцев до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)	χ^2 Пирсона	
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	66	94,3 (88,8-99,8)	4	5,7 (0,2-11,2)	$\chi^2=0,073$; df=1; p=0,787	OR=1,24 (0,263- 5,82)
Подгруппа Г Единоборцы (n = 43)	40	93 (85,18-100,82)	3	7,0 (-0,82-14,82)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	56	80 (70,5-89,5)	14	20 (10,5-29,5)	$\chi^2=6,27$; df=1; p=0,012	OR=2,88 (1,24-6,69)
Подгруппа Г Единоборцы	25	58,1 (42,99-73,21)	18	41,9 (26,79-57,01)		

Как до, так и после теста с ФН статистически значимых различий в значениях изучаемого показателя между единоборцами и группой детей, не занимающихся спортом (таблица 60) мы выявили (до ФН $\chi^2=0,073$; $df=1$; $p=0,787$; после ФН $\chi^2=6,27$; $df=1$; $p=0,012$).

Для определения разницы распределения значений реполяризации ПЖ между исследуемыми группами спортивной подготовки, использовали однофакторный дисперсионный анализ с использованием критерия Краскела-Уоллиса. До ФН между группами статистически значимых различий мы не выявили ($\chi^2=5,44$; $df=3$; $p=0,142$). В результате повторной оценки показателей после теста с ФН выявлены статистически значимые различия между исследуемыми группами ($\chi^2=10,90$; $df=3$; $p=0,012$).

В связи с этим провели post-hoc анализ с помощью критерия Двасс-Стил-Кричлоу-Флигнера (DSCF). Различия обусловлены значимым преобладанием отклоняющихся значений исследуемого показателя в группе баскетболистов по отношению к группе детей-единоборцев. В то же время, значимых отличий между баскетболистами, футболистами и волейболистами мы не отметили. Полученные результаты отражены в рисунке 4.

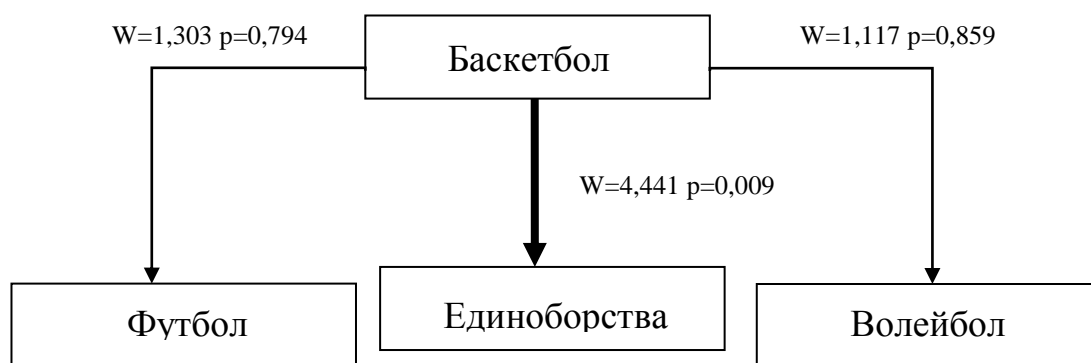


Рисунок 4 - Результаты дисперсионного анализа показателя G4 между группами спортивной подготовки.

Для оценки влияния ФН на значения процессов реполяризации ПЖ, провели анализ парных переменных с использованием критерия Мак-Немара с новым критическим уровнем значимости: $0,05/5 = 0,01$. Полученные результаты отражены в таблице 61.

Таблица 61 - Распределение отклоняющихся значений реполяризации ПЖ в исследуемых группах до и после ФН

Вид спорта	Отклоняющиеся значения индекса «G5» (%)		Уровень значимости	Группа риска (абс.ч.,%)	Группа внимания (абс.ч.,%)
	До ФН	После ФН			
Подгруппа А Футбол (n=51)	15,7	64,7	$\chi^2=23,1; df=1; p<0,001$	7 (13,7)	26 (51)
Подгруппа Б Баскетбол (n=59)	22	72,9	$\chi^2=26,5; df=1; p<0,001$	11 (18,6)	32 (54,2)
Подгруппа В Волейбол (n=56)	23,2	66,1	$\chi^2=19,2; df=1; p<0,001$	10 (17,8)	27 (48,2)
Подгруппа Г Единоборства (n=43)	7	41,9	$\chi^2=13,2; df=1; p<0,001$	2 (4,6)	16 (37,2)
Референсная группа (n=70)	5,7	20	$\chi^2=14,2; df=1; p<0,001$	1 (1,4)	17 (24,3)

Примечание: $p<0.01$ – критический уровень значимости критерия Мак-Немара(χ^2) при сравнении долей отклоняющихся значений индекса «G5» в исследуемых группах до и после теста с ФН

ФН привела к значимому увеличению доли отклоняющихся значений индекса «G5» во всех исследуемых группах. Однако, после выделения групп риска отметили, что наибольшие по численности группы представлены баскетболистами, волейболистами, футболистами. Среди единоборцев отмечено всего 2 человека, среди не занимающихся спортом детей - 1 человек.

Реполяризация ЛЖ (G6). Распределение значений реполяризации ЛЖ в основной и референсной группах до и после теста с ФН представлены в таблице 60. В покое (33%) и после теста с ФН (79,8%) нами отмечено преобладание отклонений исследуемого показателя в группе детей спортсменов, что по отношению к референсной группе статистически значимо (до ФН $\chi^2=18; df=1$;

$p < 0,001$; после ФН $\chi^2=105; df=1$; $p < 0,001$). Вероятность регистрации отклонений в процессе реполяризации среди спортсменов после ФН увеличилась в 4,8 раз.

Таблица 62 - Характеристика значений реполяризации ЛЖ в исследуемых группах до и после теста с ФН

Показатель «G6»	Спортсмены (n=209)				Референсная группа (n=70)			
	До ФН*		После ФН**		До ФН*		После ФН**	
	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)	Абс. с.ч	95% (ДИ%)	Абс. ч	95% (ДИ%)
Нормальные значения	140	67 (60,66-73,34)	42	20,1 (14,7-25,5)	65	92,9 (86,8-99)	62	88,6 (81,1-96,1)
Отклонение от нормы	69	33 (26,66-39,34)	167	79,8 (74,4-85,2)	5	7,1 (1-13,2)	8	11,4 (3,9-18,9)

Примечание:

*до физической нагрузки $\chi^2=18; df=1$; $p < 0,001$; OR=6,41 (2,47-16,6)

**после физической нагрузки $\chi^2=105; df=1$; $p < 0,001$; OR=30,8 (13,7-69,3)

С целью определения различий изучаемого признака между мальчиками и девочками, провели анализ с учетом гендерных особенностей. Результаты отражены в таблице 63.

Таблица 63 - Характеристика значений реполяризации ЛЖ у исследуемых групп с учетом половых различий

Параметры	Основная группа			
	Мальчики (n=153)		Девочки (n=56)	
	До ФН*	После ФН**	До ФН*	После ФН**
Норма	110 (71,9%)	72 (47,1%)	30 (53,5%)	14 (25%)
Патология	43 (28,1%)	81 (52,9%)	26 (46,4%)	42 (75%)

Примечание:

*до физической нагрузки $\chi^2=6,22; df=1$; $p=0,013$; OR=2,22 (1,18-4,17);

**после физической нагрузки $\chi^2=8,24; df=1$; $p=0,004$; OR=2,67 (1,35-5,28);

По результатам как до (46,4%), так и после теста с ФН (75%) выявлено статистически значимое преобладание отклоняющихся значений реполяризации ЛЖ среди девочек.

С целью детализации изменений между группами спортивной подготовки, провели попарное сравнение исследуемого показателя между референсной и спортивными группами. Анализ проводили с использованием критерия χ^2 Пирсона с новым уровнем критической значимости $p < 0,01$ (0,05/5). Полученные результаты отражены в таблицах 64-67.

Таблица 64 - Сравнительная характеристика реполяризации ЛЖ у детей-футболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)	χ^2 Пирсона	
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	65	92,9 (86,8-99)	5	7,1 (1-13,2)	$\chi^2=3,18$; df=1; p=0,074	OR=2,79 (0,873- 8,89)
Подгруппа А Футбол (n = 51)	42	82,4 (71,69-93,11)	9	17,6 (6,89-28,31)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	62	88,6 (81,1-96,1)	8	11,4 (3,9-18,9)	$\chi^2=58,2$; df=1; p<0,001	OR=31,8 (11,6-87,2)
Подгруппа А Футбол (n = 51)	10	19,6 (8,43-30,77)	41	80,4 (69,23-91,57)		

При сравнении значений реполяризации ЛЖ группе детей-футболистов и референсной группе (таблица 64), статистически значимых различий мы не нашли ($\chi^2=3,18$; df=1; p=0,074). При повторном анализе исследуемого показателя после теста с ФН, отмечался прирост отклонений с преобладанием в группе спортсменов – 80,4%, что в сравнении с референсной группой (11,4%)

статистически значимо ($\chi^2=58,2$; $df=1$; $p<0,001$). Вероятность регистрации отклонений исследуемого показателя среди футболистов после теста с ФН в 11,4 раза выше, чем до ФН.

Таблица 65 - Сравнительная характеристика реполяризации ЛЖ у детей - баскетболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч	% (95%ДИ)	χ^2 Пирсона	
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	65	92,9 (86,8-99)	5	7,1 (1-13,2)	$\chi^2=20,7$; df=1; p<0,001	OR=8,91 (3,13-25,4)
Подгруппа Б Баскетбол (n = 59)	35	59,3 (46,52- 72,08)	24	40,7 (27,92-53,48)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	62	88,6 (81,1-96,1)	8	11,4 (3,9-18,9)	$\chi^2=69,5$; df=1; p<0,001	OR=43,1 (15,5-120)
Подгруппа Б Баскетбол (n = 59)	9	15,3 (5,92-24,68)	50	84,7 (75,32-94,08)		

Исходно отклоняющиеся значения реполяризации ЛЖ в группе детей, занимающихся баскетболом (таблица 65), встречались статистически чаще (40,7%), чем в группе детей, не занимающихся спортом – 7,1% ($\chi^2=20,7$; $df=1$; $p<0,001$). Значение отношения шансов указывает, что вероятность выявления нарушений исследуемого показателя в группе баскетболистов в 8,9 раз выше по отношению к референсной группе. После теста с ФН также отмечено преобладание нарушений исследуемого показателя среди спортсменов (84,7%) по отношению к референсной группе – 11,4% ($\chi^2=69,5$; $df=1$; $p<0,001$).

Таблица 66 - Сравнительная характеристика процессов реполяризации ЛЖ у детей- волейболистов до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)	χ^2 Пирсона	
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	65	92,9 (86,8-99)	5	7,1 (1-13,2)	$\chi^2=19,1$; df=1; p<0,001	OR=8,41 (2,93-24,2)
Подгруппа В Волейбол (n = 56)	34	60,7 (47,58-73,82)	22	39,3 (26,18-52,42)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	62	88,6 (81,1-96,1)	8	11,4 (3,9-18,9)	$\chi^2=60,7$; df=1; p<0,001	OR=31,7 (11,8-85,2)
Подгруппа В Волейбол (n = 56)	11	19,6 (8,95-30,25)	45	80,4 (69,75-91,05)		

Среди группы волейболистов и группы детей, не занимающихся спортом (таблица 66), статистически значимые отличия в распределении отклоняющихся значений индекса «G6» были выявлены как до, так и после теста с ФН с преобладанием в спортивной группе – 39,3% и 80,4% соответственно (до ФН $\chi^2=19,1$; df=1; p<0,001, после ФН $\chi^2=60,7$; df=1; p<0,001).

Как до (32,6%), так и после теста с ФН (72,1%) в группе единоборцев (таблица 67) регистрировали нарушения процессов реполяризации в миокарде ЛЖ, что в сравнении с референсной группой статистически значимо (до ФН $\chi^2=12,3$; df=1; p<0,001; после ФН $\chi^2=43,4$; df=1; p<0,001). Вероятность регистрации отклонений в изучаемом показателе среди единоборцев после теста с ФН увеличилась в 3,2 раза.

Таблица 67 - Сравнительная характеристика реполяризации ЛЖ у детей-единоборцев до и после теста с ФН

Группы сравнения	Нормальные значения		Отклоняющиеся значения		Критерий значимости	Отношение шансов OR (95%ДИ)
	Абс.ч.	% (95%ДИ)	Абс.ч.	% (95%ДИ)	χ^2 Пирсона	
До теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	65	92,9 (86,8-99)	5	7,1 (1-13,2)	$\chi^2=12,3$; df=1; p<0,001	OR=6,28 (2,07-19,1)
Подгруппа Г Единоборцы (n = 43)	29	67,4 (53,03- 81,77)	14	32,6 (18,23-36,97)		
После теста с физической нагрузкой						
Референсная группа (n=70)	62	88,6 (81,1-96,1)	8	11,4 (3,9-18,9)	$\chi^2=43,4$; df=1; p<0,001	OR=20 (7,42-54)
Подгруппа Г Единоборцы (n = 43)	12	27,9 (14,15- 41,65)	31	72,1 (58,35-85,85)		

Для определения различий в значениях реполяризации ЛЖ между группами спортивной подготовки, использовали однофакторный дисперсионный анализ с использованием критерия Краскела-Уоллиса. До ФН выявлены статистически значимые различия ($\chi^2=7,97$;df=3; p=0,047).

В связи с этим провели post-hoc анализ с помощью критерия Двасс-Стил-Кричлоу-Флигнера (DSCF). Различия обусловлены значимым преобладанием отклонений исследуемого показателя в группе баскетболистов по сравнению с футболистами (W=3,7p=0,044). В результате повторной оценки показателей после теста с ФН статистически значимых различий между группами выявлено не было ($\chi^2=2,5$;df=3; p=0,476).

С целью оценки влияния ФН на изменения значений реполяризации ЛЖ, провели анализ с использованием критерия Мак-Немара с новым критическим уровнем значимости: $0,05/5 = 0,01$. Полученные результаты отражены в таблице 68.

Таблица 68 - Распределение отклоняющихся значений реполяризации ЛЖ в исследуемых группах до и после ФН

Вид спорта	Отклоняющиеся значения индекса «G6» (%)		Уровень значимости	Группа риска (абс.ч.,%)	Группа внимания (абс.ч.,%)
	До ФН	После ФН			
Подгруппа А Футбол (n=51)	17,6	80,4	$\chi^2=32; df=1; p<0,001$	9 (17,6)	32 (62,7)
Подгруппа Б Баскетбол (n=59)	40,7	84,7	$\chi^2=24,1; df=1; p<0,001$	23 (39)	27 (45,7)
Подгруппа В Волейбол (n=56)	39,3	80,4	$\chi^2=19,6; df=1; p<0,001$	20 (35,7)	25 (44,6)
Подгруппа Г Единоборства (n=43)	32,6	72,1	$\chi^2=15,2; df=1; p<0,001$	13 (30,2)	18 (41,9)
Референсная группа (n=70)	7,1	11,4	$\chi^2=0,818; df=1; p=0,366$	-	-

Примечание: $p<0.01$ – критический уровень значимости критерия Мак-Немара(χ^2) при сравнении долей отклоняющихся значений индекса «G6» в исследуемых группах до и после теста с ФН

ФН привела к статистически значимому увеличению доли отклонений исследуемого показателя среди всех групп спортивной подготовки. Наибольшая по численности группа риска отмечена среди баскетболистов.

Резюме. В результате анализа процессов деполаризации и реполяризации в миокарде ПЖ и ЛЖ до и после теста с ФН, нами выявлены различия между группами спортивной подготовки. По отношению к референсной группе, статистически значимые нарушения деполаризации в миокарде ПЖ регистрировались во всех спортивных группах как до, так и после теста с ФН. Однако, среди единоборцев ФН не привела к значимому изменению имеющихся отклонений. Нарушения деполаризации в миокарде ЛЖ, напротив, как до, так и

после теста с ФН регистрировались чаще среди единоборцев. В этой же группе отмечен значимый прирост отклоняющихся от нормы значений исследуемого показателя после нагрузочной пробы. Среди игровых видов спорта статистически значимые отличия в сравнение с референсной группой зарегистрированы только до теста с ФН. Нагрузка не привела к значимому увеличению отклонений исследуемого показателя.

При анализе процессов реполяризации в миокарде ПЖ отмечено, что ФН привела к значимому приросту отклонений изучаемого показателя во всех группах. Однако, как до, так и после теста с ФН в сравнении с референсной группой, среди единоборцев статистически значимой разницы мы не отметили. Нарушения процессов реполяризации в миокарде ЛЖ отмечены во всех исследуемых группах спортивной подготовки. В каждом случае нагрузочная проба привела к увеличению доли отклоняющихся значений в сравнении с исходными показателями.

4.4 Математическое моделирование электрофизиологических процессов в миокарде у детей, занимающихся спортом

С целью выявления и оценки взаимосвязи между изучаемыми признаками среди детей-спортсменов, мы провели корреляционный анализ. С учетом включения в анализ как качественных, так и количественных переменных, отсутствия нормального распределения признаков, использовали коэффициент корреляции Спирмена (ρ). Поиск взаимосвязи осуществляли как до, так и после теста с ФН. Тесноту взаимосвязи оценивали по Чеддоку. Полученные результаты отображены на рис. 5-6.

Выявлены положительные корреляции с умеренной теснотой взаимосвязи между индексами «Ритм», «Миокард», «G1», «G6», интенсивностью тренировочного процесса (рисунок 5). Нами также отмечены слабые положительные корреляционные связи между индексом «Миокард» и возрастом ($\rho 0,170$ $p=0,014$), стажем ($\rho 0,233$ $p<0,001$);, интенсивностью тренировочного процесса ($\rho 0,254$ $p<0,001$), показателем G1 ($\rho 0,266$ $p<0,001$), показателем G2

(rho 0,144 p=0,037), показателем G3 (rho 0,209 p=0,002), показателем G4 (rho 0,142 p=0,040), показателем G6 (rho 0,201 p=0,004). Между индексом «Ритм» и возрастом (rho 0,190 p=0,006), стажем (rho 0,278 p<0,001), показателем G3 (rho 0,176 p=0,011), показателем G4 (rho 0,176 p=0,001), показателем G5 (rho 0,216 p=0,002). Между показателем G1 и возрастом (rho 0,180 p=0,009), стажем (rho 0,278 p<0,001), показателем G2 (rho 0,151 p=0,029), показателем G6 (rho 0,231 p<0,001). Между показателем G3 и возрастом (rho 0,184 p=0,008), стажем (rho 0,182 p=0,008), интенсивностью (rho 0,143 p=0,038), показателем G4 (rho 0,176 p=0,011). Между показателем G5 и G6 (rho 0,181 p=0,009).

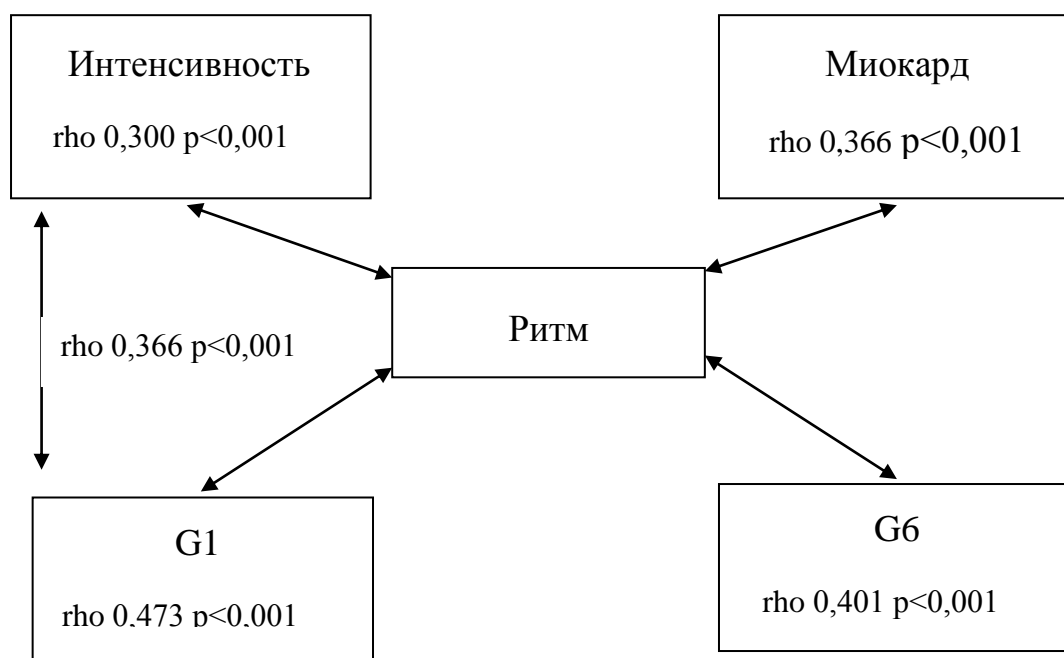


Рисунок 5 - Матрица взаимоотношений исследуемых показателей с умеренной теснотой связи до теста с ФН

После теста с ФН, выявлены положительные корреляционные связи с умеренной теснотой взаимосвязи между показателями «Ритм» «G1», «G2», «G6», «G3» (рисунок 6). Нами отмечены слабые положительные корреляционные связи между индексом «Миокард» и индексом «Ритм» (rho 0,257 p<0,001), показателем G1 (rho 0,272 p<0,001), показателем G2 (rho 0,208 p=0,003), показателем G3 (rho 0,258 p<0,001), показателем G4 (rho 0,258 p<0,001), показателем G5 (rho 0,231 p<0,001), показателем G6 (rho 0,215 p=0,002). Между индексом «Ритм» и

показателем G3 ($\rho 0,294$ $p < 0,001$), показателем G4 ($\rho 0,277$ $p < 0,001$) Между показателем G2 и показателем G6 ($\rho 0,213$ $p = 0,002$). Между показателем G3 и показателем G5 ($\rho 0,192$ $p = 0,005$).

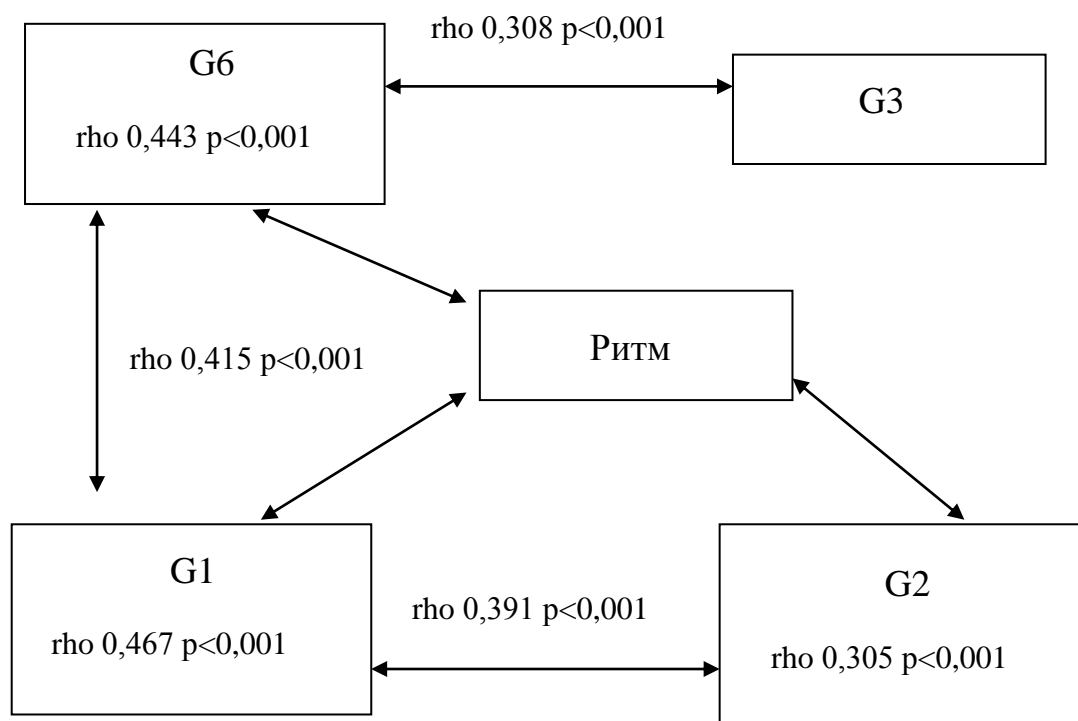


Рисунок 6 - Корреляционная матрица взаимоотношений исследуемых показателей с умеренной теснотой связи после теста с ФН

Мы предприняли попытку поиска моделей прогнозирования изменений изучаемых показателей в группе детей спортсменов с помощью линейной модели и логистической регрессии. С целью выявления линейной зависимости одного количественного показателя от других количественных показателей использовали множественную линейную регрессию. В качестве результативного количественного признака поочередно выбирали индексы «Миокард» и «Ритм» как до, так и после теста с ФН. В качестве факторных количественных признаков использовали возраст, стаж, интенсивность, индекс «Миокард» или «Ритм» в зависимости параметра результативного признака. Для оценки качества предполагаемой модели использовали коэффициент детерминации R^2 , показывающий долю вариации зависимой переменной, которую способна объяснить модель на основании независимой переменной. Чем ближе значение

R^2 к 100%, тем выше качество модели. По результатам множественной линейной регрессии, коэффициент детерминации имел низкие значения как до, так и после ФН (максимальные значения до ФН $R^2=0,12$; после ФН - $R^2=0,07$), что говорит о низком качестве предполагаемой модели.

С целью выявления зависимости качественной переменной от количественных и/или качественных показателей применяли бинарную логистическую регрессию. Качество модели оценивали с помощью коэффициента детерминации Найджелкерка (R^2_N). В анализ включали показатели «Миокард», «Ритм», G1-G6 как до, так и после ФН, возраст, стаж и интенсивность тренировочного процесса. Результаты отражены в таблице 69.

Таблица 69 - Характеристика качества предполагаемых моделей по результатам бинарной логистической регрессии

Результативный признак	Статистически значимый факторный признак	R^2_N
До теста с ФН		
Миокард	Ритм, G2, G3, G4	0,166
Ритм	Миокард, G1, G6	0,351
G1	Миокард, Ритм	0,227
G2	Миокард, G3, G4	0,09
G3	Миокард, G2, G4	0,12
G6	Ритм	0,19
После теста с ФН		
Миокард	Ритм	0,14
Ритм	Миокард, G1, G2, G6	0,448
G1	Миокард, G2, G6	0,430
G2	Ритм, G1	0,277
G3	Ритм, G6	0,16
G6	G1, G3, G5	0,348

Примечание: показатели G4, G5 в качестве результативного признака до и после теста с ФН не имели статистически значимых факторных признаков при составлении модели.

Все представленные модели имели низкий коэффициент детерминации. Наибольшие по значению модели отмечены в случаях, когда в качестве результирующего признака выступал индекс «Ритм» как до, так и после теста с ФН ($R^2_N = 0,351$ и $0,448$ соответственно), а также индекс «G1». Данные значения свидетельствуют о том, что показатель «Ритм» у детей-спортсменов до теста с ФН объясняется изменениями индекса «Миокард», G1 и G6 в 35% (модель №1). После теста с ФН индекс «Ритм» объясняется изменениями индекса «Миокард», G1, G2, G6 в 44,8% (модель №2). После теста с ФН показатель деполяризации правого предсердия объясняется изменениями индекса «Миокард», G2, G6 в 43% (модель №3).

Мы провели углубленный анализ отобранных моделей с целью определения чувствительности, специфичности, прогностической точности. Исходя из полученных значений, осуществляли построение характеристической кривой (ROC-кривая). Модель № 1 имела специфичность 68,5%, чувствительность 75,7%, прогностическую точность 73,2% (рис.7,8). Модель №2 имела высокую чувствительность 97,9%, но низкую специфичность – 33,3%. Прогностическая точность составила 91,4% (рис.9,10). Модель №3 имела чувствительность 93,7%, специфичность 51,4%, прогностическую точность 86,6% (рис.11,12)

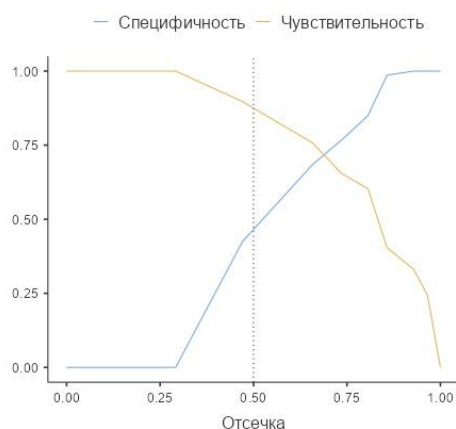


Рисунок 7 - Распределение чувствительности и специфичности модели №1

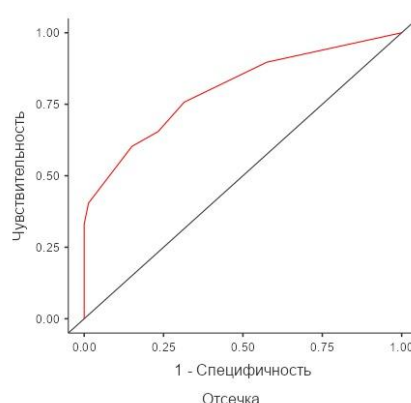


Рисунок 8 - ROC кривая, оценивающая предсказательную способность модели №1

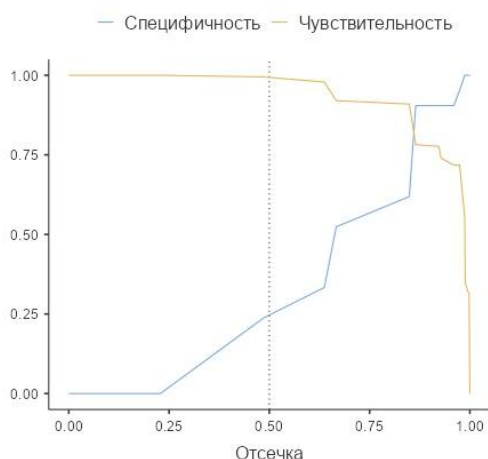


Рисунок 9 - Распределение чувствительности и специфичности модели №2

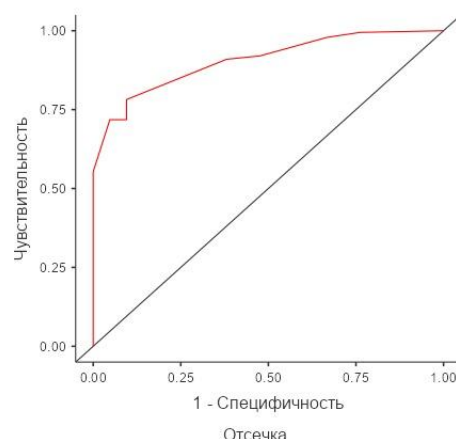


Рисунок 10 - ROC кривая, оценивающая предсказательную способность модели №2

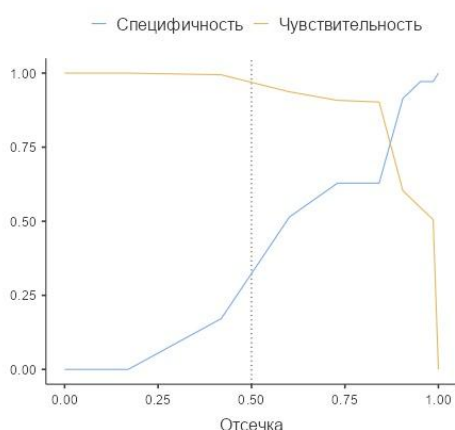


Рисунок 11 - Распределение чувствительности и специфичности модели №3

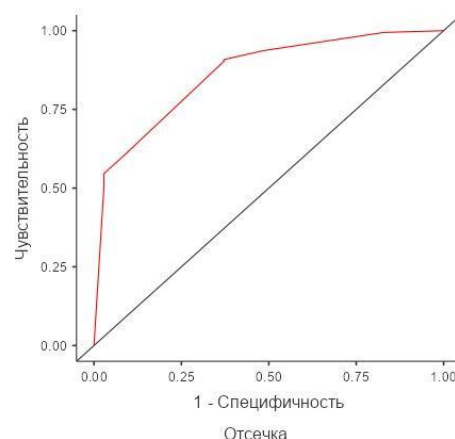


Рисунок 12 - ROC кривая, оценивающая предсказательную способность модели №3

Резюме. По результатам анализа были выявлены корреляционные связи между изучаемыми признаками с теснотой связи до умеренной как до, так и после теста с ФН. Была предпринята попытка поиска моделей прогнозирования изменений изучаемых показателей в группе детей-спортсменов с помощью линейной модели и логистической регрессии.

По результатам множественной линейной регрессии не удалось выделить модели для дальнейшего анализа, в виду наличия у всех низких коэффициентов детерминации. В результате бинарной логистической регрессии нами было отобрано 3 модели с умеренно высоким коэффициентом детерминации. Однако, на наш взгляд, ни одна из 3 моделей не может быть использована в связи с низкой специфичностью. Вероятно, имеются иные факторы, не рассмотренные в нашем исследовании, которые оказывают значимое влияние на изучаемые показатели (психологические факторы, генетические факторы и др.).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СОБСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

На фоне высоких ФН сверх индивидуальных возможностей организма ребенка может отмечаться срыв адаптационных механизмов в виде морфологических и электрофизиологических нарушений ССС. В некоторых случаях изменения являются обратимыми, так как исчезают после коррекции тренировочно – соревновательного процесса, либо временного отстранения юного спортсмена от занятий спортом. В других случаях изменения являются патологическими и могут представлять угрозу для жизни.

С целью динамического контроля за состоянием здоровья юных спортсменов проводятся медицинские комиссии с определенным перечнем лабораторно-инструментальных исследований. Несмотря на то, что метод ЭКГ является самым распространенным и доступным, все же он имеет некоторые ограничения. В связи с этим остается актуальным вопрос поиска диагностических методов экспресс-оценки функционального состояния ССС, лимитирующей в большей степени адаптационный потенциал юного спортсмена.

Изучение возможностей метода дисперсионного картирования низкоамплитудных колебаний кардиоцикла ЭКГ в диагностике нарушений электрофизиологических механизмов в миокарде у детей, занимающихся различными видами спорта, явилось основной целью нашего исследования.

Основной задачей нашего исследования стала оценка функционального состояния миокарда у детей-спортсменов. По результатам анализа данных, полученных при применении метода дисперсионного картирования низкоамплитудных колебаний кардиоцикла после теста с ФН, мы предприняли попытку формирования практических рекомендаций по выявлению групп риска развития возможных нарушений.

Под наблюдением находились 279 детей в возрасте от 12 до 18 лет. Выделена основная группа - 209 детей-спортсменов и референсная группа - 70 детей, не занимающихся спортом. В нашем исследовании преобладала доля детей мужского пола, как среди спортсменов – 153 человека (73,2%), так и среди детей

из референсной группы – 40 человек (57%). Доля спортсменов женского пола составила 26,8% (56 человек), среди детей, не занимающихся спортом – 43% (30 человек).

Внутри основной группы были сформированы подгруппы с учетом направлений спортивной подготовки. Разделение проводили с учетом действующей классификации J.H. Mitchell et al. (2005). В А подгруппу были включены дети, занимающиеся футболом. Всего 51 человек, все мальчики (100%). Б подгруппа представлена баскетболистами. Всего 59 детей (37 мальчиков (63%) и 22 девочки (37%)). В подгруппа- 56 детей, занимающихся волейболом, из них – 29 мальчиков (52%) и 27 девочек (48%). Г подгруппа – дети, занимающиеся боевыми искусствами (самбо, кекусинкай, каратэ, дзюдо, айкидо, тхэквондо, хапкидо). Всего 43 человека, среди которых 36 мальчиков (84%) и 7 девочек (16%).

В исследование включены дети после исключения потенциальных конфаундеров путем лабораторно-инструментальных исследований, данных анамнеза с целью повышения достоверности в оценке электрофизиологических процессов в миокарде. Всем детям проведен дисперсионный анализ низкоамплитудных колебаний кардиоцикла с помощью прибора Кардиовизор-06с до и после теста с ФН (20 приседаний в быстром темпе) с целью оценки реактивности изучаемых процессов.

Согласно общепринятой возрастной периодизации выделено две группы: от 12 до 14 лет и от 14 лет до 18 лет. Нами отмечена сопоставимость в двух возрастных группах, как среди спортсменов, так и в группе детей, не занимающихся спортом (в основной группе 51,2% и 48,8%; в референсной группе 52,86% и 47,14% соответственно).

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.

Минимальный стаж регулярных тренировок среди спортсменов составил 1 год, максимальный – 11 лет. Минимальная нагрузка за неделю составила 3 часа, максимальная – 12 часов. При сравнении указанных параметров в спортивных группах статистической разницы нами получено не было ($p>0,05$). Таким образом, исследуемые группы спортивной подготовки были сопоставимы по длительности и интенсивности физических нагрузок, независимо от пола.

При осмотре ни один из участников не предъявлял жалоб. По данным медицинской документации как среди спортсменов, так и среди детей, не занимающихся спортом, показатели ОАК и ОАМ были в пределах референсных значений. С целью исключения потенциальных конфаундеров, влияющих на электрофизиологические процессы в миокарде, в основной группе проведено биохимическое исследование крови. Согласно протоколу исследования, исключено 7 человек с повышением СРБ, 3 человека с повышением ТТГ, 1 человек с отклонением АЛТ. Таким образом, 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. Однако, на наш взгляд, данные изменения, вероятно, являются следствием физических нагрузок. Наши результаты согласуются с исследованием Л. А. Балыковой и соавт., где повышение данных маркеров расценивалось как результат спортивных нагрузок [8].

Наибольший процент отклонений показателя КФК отмечен среди единоборцев (46,5%), КФК-МВ - среди футболистов (25,5%). Однако, статистически значимых отличий между спортивными группами мы не отметили ($\chi^2=1,42; df=3; p=0,701$ и $\chi^2=4,49; df=3; p=0,213$). Наибольшее число отклоняющихся значений отмечено при анализе показателя ЛДГ (от 57,1% до 98,3%) с статистически значимым преобладанием в группе баскетболистов ($\chi^2=37,6; df=3; p<0,001$).

Во всех исследуемых группах преобладающим функциональным отклонением со стороны ССС по результатам ЭКГ была умеренная синусовая брадикардия (значение ЧСС менее 5, но выше 2 перцентиля), исчезающая после

теста с физической нагрузкой (20 приседаний в быстром темпе). Отмечено количественное преобладание в группе баскетболистов (35,6%). Однако по результатам статистического анализа, значимых различий между группами мы не выявили ($p=0,106$). Кроме того, отмечен большой процент детей с неполной блокадой правой ножки пучка Гиса (НБППГ). Превалирующее большинство выявлено в группе баскетбола (45,8%). Однако, по результатам дисперсионного анализа статистически значимой разницы между исследуемыми группами получено не было ($p=0,248$). Среди других функциональных изменений на ЭКГ отмечены эпизоды нижнепредсердного ритма и эпизоды миграции водителя ритма, трансформирующиеся в синусовый ритм после теста с физической нагрузкой. Статистически значимых различий между группами не получено ($p>0,05$).

По результатам ЭХО-КГ практически в равном соотношении во всех исследуемых группах выявлены эктопические (диагональные, поперечные) хорды в полости левого желудочка (от 30,5% до 39,2%). Соединительнотканые тяжи отмечены в области верхушки и средних отделов системного желудочка. Во всех группах в небольшом числе была отмечена функционирующая фетальная коммуникация (ООО менее 3 мм.), не создающая гемодинамических нарушений. Как среди спортсменов, так и детей из референсной группы отмечены различные варианты функционального сужения магистральных сосудов. Различий между группами не получено ($p>0,05$).

Среди экстракардиальных причин отмечены отклонения опорно-двигательного аппарата. Незначительное численное преобладание отмечено среди детей из референсной группы: нарушение осанки – у 11 человек (15,7%); плоскостопие – у 9 человек (12,8%). Однако, статистически значимой разницы между группами также не получено ($p>0,05$).

По результатам корреляционного анализа, нами выявлена заметная связь между возрастом и интенсивностью тренировочного процесса ($\rho=0,567$ $p<0,001$) и высокая связь между стажем спортивной деятельности и интенсивностью тренировочного процесса ($\rho=0,703$ $p<0,001$). Таким образом, можно

предположить, что в нашей выборке у детей на фоне взросления отмечается повышение интенсивности тренировочного процесса. Кроме того, чем больше стаж спортивной деятельности, тем интенсивность также выше. Значимой связи с результатами лабораторных и инструментальных исследований мы не отметили ($p > 0,05$). Также отмечена слабая корреляционная связь между нарушениями осанки у детей-спортсменов с возрастом ($\rho = 0,143$ $p = 0,039$), со стажем спортивной деятельности ($\rho = 0,165$ $p = 0,017$), интенсивностью тренировочного процесса ($\rho = 0,248$ $p < 0,001$).

В процессе использования метода дисперсионного картирования низкоамплитудных колебаний кардиоцикла, 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, отмечая, что пограничные значения на ЭКГ могут представлять собой крайнее значение нормального ответа механизмов адаптации [5]. Пробу с ФН проводили с целью оценки реактивности электрофизиологических показателей.

При оценке основного интегрального показателя «Миокард», мы отметили преобладание отклоняющихся количественных показателей среди детей из основной группы по отношению к референсной группе, как до, так и после теста с ФН ($U = 3699$, $p < 0,001$ и $U = 1163$, $p < 0,001$). Обращает на себя внимание значительный размах значений исследуемого показателя в основной группе (от 4 до 45) по отношению к референсной группе (от 4 до 18). После ФН отмечается увеличение размаха значений в группе спортсменов (от 1 до 71), без значимой динамики в референсной группе (от 4 до 20). Мы предполагаем, что появлению дисперсионных нарушений электрофизиологического показателя могли способствовать регулярные ФН у детей-спортсменов.

При анализе качественных значений, мы отметили, что отклоняющиеся значения среди спортсменов встречаются чаще, чем среди детей из референсной группы (14,3%) ($\chi^2 = 38,4$; $df = 1$; $p < 0,001$). После теста с ФН сохранилось

преобладание отклонений изучаемого показателя среди спортсменов (88,5%), отличия статистически значимы ($\chi^2=120$;df=1; $p<0,001$). По результатам попарного сравнения значений индекса «Миокард» между спортивной группой и группой детей, не занимающихся спортом как до, так и после теста с ФН, отмечено преобладание отклоняющихся значений исследуемого показателя среди спортивных групп ($p<0,01$). Мы не отметили статистически значимой разницы по значениям индекса «Миокард» между группами различных видов спорта как до ($\chi^2=2,6$;df=3; $p=0,457$), так и после теста с ФН ($\chi^2=3,53$;df=3; $p=0,317$).

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 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 являются результирующим показателем всех процессов, что находит отражение в полученных результатах.

С целью оценки сбалансированности влияния ВНС на сердечный ритм, провели оценку соответствующего показателя. При сравнении количественных значений индекса «Ритм» как до, так и после теста с ФН были выявлены статистически значимые различия с референсной группой ($U=5503$, $p=0,002$ и $U=4730$, $p<0,001$). Мы отметили значительно больший размах значений исследуемого показателя в группе детей-спортсменов (от 2 до 100) по отношению к группе детей, не занимающихся спортом (от 2 до 46). После теста с ФН разброс отклоняющихся значений изучаемого показателя среди референсной группы составил от 11 до 84, среди основной группы – от 1 до 100. На наш взгляд, значимый прирост отклоняющихся значений среди детей из референсной группы обусловлен естественной реакцией за счет гиперсимпатикотонии. Однако, преобладание отклоняющихся значений среди спортсменов свидетельствует, вероятно, о различиях в вегетативном обеспечении по сравнению с детьми, не занимающимися спортом.

При анализе качественных значений индекса «Ритм» также отмечено преобладание отклоняющихся значений среди детей из основной группы как до (12,9% $p=0,002$), так и после теста с ФН – 39,2% ($p<0,001$). 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.

Показатель «Ритм» является общим показателем, который говорит о наличии или отсутствии дисфункции ВНС. По результатам нашего исследования мы отметили разницу в вегетативном обеспечении у детей-спортсменов. Однако, детальную характеристику вегетативного обеспечения среди спортсменов данный показатель не раскрывает. В связи с этим, для расширенного описания вегетативного портрета целесообразно использовать методику, которую разработала Н.И. Шлык [99].

Нами выявлены положительная корреляция 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.

Из 9 показателей кода детализации, мы включили 6, отражающие электрофизиологические процессы в миокарде в разных отделах сердца. По результатам анализа отклоняющиеся значения индекса G1, отражающего процессы деполяризации ПП, по сравнению с детьми из референсной группы, в большем проценте случаев регистрируются среди спортсменов как до (48,8%), так и после ФН – 83,3%. Различия статистически значимы ($\chi^2=7,52$;df=1; $p=0.006$ и $\chi^2=64,2$;df=1; $p<0,001$).

При попарном сравнении значений изучаемого показателя как до (54,2%), так и после теста с ФН (88,1%) между спортивными группами и группой детей, не занимающихся спортом, статистически значимые отличия выявлены 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), значимые различия отмечались только после теста с ФН ($p<0,001$). Отличий между значениями изучаемого показателя среди спортивных групп как до, так и после теста с ФН мы не отметили ($\chi^2=2,64$;df=3; $p=0,451$ и $\chi^2=1,62$;df=3; $p=0,655$).

ФН привела к росту отклоняющихся значений индекса «G1» среди спортсменов, в то время как среди группы детей, не занимающихся спортом, статистически значимых отличий получено не было ($\chi^2=0,250$;df=1; $p=0,617$). При выделении групп риска, обращает на себя внимание незначительное преобладание среди баскетболистов (42,8%). Наименьший процент отмечен среди единоборцев (39,5%).

Таким образом, мы отмечаем наибольшее число отклонений исследуемого показателя среди детей из группы баскетбола, что, вероятно, может быть обусловлено особенностями нагрузок, процессов метаболизма при данном виде спорта. ПП содержит несколько аритмогенных зон, в связи с чем, на наш взгляд, изменения деполяризации в данной камере среди детей-баскетболистов, требуют особого внимания.

При оценке процессов деполяризации ЛП (G2) нами отмечено отсутствие статистически значимых различий между спортсменами и группой детей, не занимающихся спортом ($\chi^2=0,0620$;df=1; $p=0.803$). После проведения теста с ФН в

группе спортсменов отклоняющиеся значения изучаемого показателя регистрировались в 52,2% случаев, в то время как среди детей из референсной группы в 35,7%, различия статистически значимы ($\chi^2=5,68$; $df=1$; $p=0,017$).

При попарном сравнении изучаемого показателя между спортивными группами и группой детей, не занимающихся спортом, статистически значимые различия получены только в группе футбола после теста с ФН ($\chi^2=9,94$; $df=1$; $p=0.002$). ФН привела к значимому повышению уровня отклоняющихся значений исследуемого показателя только среди футболистов ($\chi^2=6,76$; $df=1$; $p=0,009$). В группу риска были включены 27,4% футболистов. Изменения процесса деполяризации в ЛП не так интенсивны, как в ПП, в том числе после теста с ФН. Вероятно, это обусловлено разницей в расположении проводящей системы, преобладание потенциально аритмогенных зон в правом отделе.

При анализе процессов деполяризации в миокарде ПЖ (G3) нами отмечено преобладание доли отклоняющихся значений среди спортсменов (21,1%), в то время как среди детей из референсной группы все 100% имели нормальные показатели ($\chi^2=17,5$; $df=1$; $p<0,001$). После теста с ФН отклонения регистрировались в 52,2% случаев среди детей из основной группы, в то время как среди группы детей, не занимающихся спортом, изменения регистрировались в 7,1% случаев ($\chi^2=44$; $df=1$; $p<0,001$).

При попарном сравнении исследуемого показателя между спортивными группами и референсной группой, как до, так и после теста с ФН выявлено статистически значимое преобладание изменений среди спортсменов ($p<0,001$). При анализе изменений внутри спортивной группы отмечено отсутствие статистически значимой разницы в значениях изучаемого признака ($\chi^2=6,35$; $df=3$; $p=0,096$). После теста с ФН выявлено статистически значимое преобладание отклонений в группах футбола, баскетбола и волейбола по отношению к группе единоборцев ($p<0.01$).

В группах футбола, баскетбола и волейбола ФН привела к статистически значимому приросту доли отклоняющихся значений ($p<0,001$), в то время как среди единоборцев процессы деполяризации ПЖ до и после теста с ФН значимо

не отличались ($\chi^2=2,27; df=1; p=0,132$). Среди выделенных групп риска нами отмечено преобладание доли баскетболистов (20,3%).

При анализе процессов деполяризации в миокарде ЛЖ (G4) нами отмечено преобладание отклоняющихся значений среди группы спортсменов (27,8%), что по отношению к референсной группе (1,4%) статистически значимо ($\chi^2=21,8; df=1; p<0,001$). После теста с ФН также отмечено преобладание нарушений среди группы детей, занимающихся спортом (31,1%), в то время как среди референсной группы изменения зарегистрирован у 4,3% детей ($\chi^2=20,5; df=1; p<0,001$).

При попарном сравнении изучаемого показателя между спортивными группами и группой детей, не занимающихся спортом, нами отмечено преобладание отклоняющихся значений процессов деполяризации в миокарде ЛЖ среди единоборцев как до (41,9%), так и после ФН (86%), что статистически значимо ($p<0,001$). Среди футболистов, баскетболистов и волейболистов отклонения в значениях изучаемого показателя преобладали до ФН ($p<0,001$), в то время как при повторной оценке после проведения пробы отмечено снижение доли отклоняющихся значений, что привело к отсутствию статистически значимой разницы в сравнение с референсной группой ($p>0,01$).

При сравнении изменений между спортивными группами, нами отмечено преобладание нарушений деполяризации в миокарде ЛЖ у детей, занимающихся единоборствами, в сравнении с группами футбола, баскетбола и волейбола ($p>0,001$). 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.

Таким образом, при анализе процессов деполяризации в миокарде ЛЖ и ПЖ, нами отмечено преобладание отклоняющихся значений в миокарде ПЖ среди детей, занимающихся динамическими видами спорта, а нарушений в ЛЖ – среди детей, занимающихся высокостатическим видом спорта. Анализ проводили с использованием классификации Mitche let al. 2005 [86].

При оценке процессов реполяризации в миокарде ПЖ (G5) нами отмечено преобладание отклоняющихся значений исследуемого показателя среди спортсменов (17,7%) по сравнению с референсной группой – 5,7% ($\chi^2=6,01$; $df=1$; $p=0,014$). После теста с ФН сохранялось преобладание доли отклонений в изучаемом показателе среди спортсменов (62,7%) по сравнению с группой детей, не занимающихся спортом - 20% ($\chi^2=38,3$; $df=1$; $p<0,001$).

При попарном сравнении изучаемого показателя между спортивными группами и референсной группой отмечено преобладание отклоняющихся значений G5 среди баскетболистов и волейболистов как до, так и после ФН ($p<0,01$). Среди футболистов преобладание отклонений в значениях исследуемого показателя отмечено только после ФН ($\chi^2=24,8$; $df=1$; $p<0,001$). Среди единоборцев статистически значимых отличий мы не получили как до, так и после теста с ФН ($p>0,01$).

При анализе значений исследуемого показателя между спортивными группами, мы не выявили различий, в то время как после теста с ФН преобладающее большинство изменений было зарегистрировано среди баскетболистов по отношению к группе детей, занимающихся единоборствами ($p=0,009$). Анализируя влияние ФН на изменение отклоняющихся значений изучаемого показателя, мы отметили, что во всех группах наблюдался значимый прирост ($p<0,001$). Однако, обращают на себя внимание группы риска и внимания, среди которых преобладающая доля принадлежит динамическим видам спорта (баскетбол, волейбол, футбол). Доля детей, занимающихся единоборствами и относящихся к группе риска, составляет 4,6%, среди референсной группы – 1,4%.

Нами отмечено преобладание отклоняющихся значений показателя G6 среди спортсменов (33%) по отношению к референсной группе – 7,1% ($\chi^2=18$; $df=1$; $p<0,001$). После теста с ФН также нарушения преобладали среди спортсменов – 79,8% ($\chi^2=105$; $df=1$; $p<0,001$). Как до (46,4%), так и после теста с ФН (75%) нами отмечено преобладание отклоняющихся значений среди девушек - спортсменок ($\chi^2=6,22$; $df=1$; $p=0,013$ и $\chi^2=8,24$; $df=1$; $p=0,004$). Проблеме

нарушения процессов реполяризации уделяется большое внимание. Однако, во многих работах в качестве фактора риска, выделяется мужской пол. Это не соответствует нашим данным. Мы предполагаем, что такой результат может быть обусловлен меньшей устойчивостью функциональных систем к нагрузке среди девушек.

При попарном сравнении изучаемого показателя между спортивными группами и группой детей, не занимающихся спортом, как до, так и после теста с ФН нами отмечено преобладание отклоняющихся значений среди баскетболистов, волейболистов, единоборцев ($p < 0,001$). Среди футболистов значимые отклонения были выявлены только после теста с ФН. Мы полагаем, что это может быть обусловлено тем, что группа футболистов представлена только мальчиками.

Во всех спортивных группах ФН привела к увеличению доли отклоняющихся значений исследуемого показателя ($p < 0,001$). Обращает на себя внимание преобладающий процент спортсменов-баскетболистов в группе риска (39%). Таким образом, нами отмечено преобладание отклоняющихся значений процессов реполяризации ПЖ среди спортсменов динамических видов спорта, в то время как нарушения реполяризации ЛЖ отмечались среди всех спортивных групп.

При оценке нескольких показателей нами отмечено преобладание изменений среди группы баскетбола. В своих работах Л.М. Макаров отмечает, что наибольшая частота случаев ВСС регистрируется среди футболистов и баскетболистов. Несмотря на то, что эти виды спорта по классификации Mitchel et al. 2005 относятся к одной группе, в нашем исследовании выделяется только баскетбол. Вероятно, это обусловлено неравномерностью распределения по гендерному признаку.

Мы предприняли попытку поиска моделей прогнозирования изменений изучаемых показателей среди спортсменов. В результате проведения бинарной логистической регрессии нами было выделено 3 модели, имеющих наибольший коэффициент детерминации среди полученных значений.

Показатель «Ритм» у детей спортсменов до теста с ФН объясняется изменениями индекса «Миокард», G1 и G6 в 35% (модель №1). После теста с ФН индекс «Ритм» объясняется изменениями индекса «Миокард», G1,G2,G6 в 44,8% (модель №2) . После теста с ФН показатель деполяризации правого предсердия объясняется изменениями индекса «Миокард», G2,G6 в 43% (модель №3).

Модель № 1 имела специфичность 68,5%, чувствительность 75,7%, прогностическая точность 73,2%. Модель №2 имела высокую чувствительность 97,9%, но низкую специфичность – 33,3%. Прогностическая точность составила 91,4%. Модель №3 имела чувствительность 93,7%, специфичность 51,4%, прогностическую точность 86,6%. На наш взгляд, ни одна из 3 моделей не может быть использована в связи с низкой специфичностью. Вероятно, имеются иные факторы, не рассмотренные в нашем исследовании, которые оказывают значимое влияние на изучаемые показатели (психологические факторы, генетические факторы и др.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Раннее выявление признаков электрофизиологической дезадаптации миокарда у детей-спортсменов позволит скорректировать тренировочно – соревновательный процесс, избежать формирования патологии ССС. Проанализировав показатели дисперсионного картирования ЭКГ до и после теста с ФН, а также результаты стандартных лабораторно – инструментальных методов исследования, мы получили следующие результаты.

Лабораторно у детей-спортсменов отмечались повышенные уровни биохимических маркеров (КФК, КФК-МВ, ЛДГ). Среди баскетболистов отмечено наибольшее число отклоняющихся значений ЛДГ (98,3%). В отношении других показателей разницы между группами мы не нашли. Повышение маркеров мы связываем с непосредственным действием ФН.

На ЭКГ у детей-спортсменов во всех группах основным изменением была умеренная синусовая брадикардия (от 28,6% до 35,6%). На наш взгляд, данные изменения связаны с повышенной активностью парасимпатической нервной системы, что характерно для спортсменов.

По результатам дисперсионного картирования ЭКГ среди спортсменов как до (56,9%), так и после теста с ФН (88,5%) отмечено преобладание отклоняющихся от нормы значений главного индекса «Миокард» в сравнении с референсной группой ($p < 0,001$). Обращает на себя внимание большой размах отклоняющихся значений в основной группе как до (от 4 до 45), так и после теста с ФН (от 1 до 71). Отклонения исследуемого показателя преобладали во всех спортивных группах в сравнении с референсной группой ($p < 0,001$), в то время как между группами спортивной подготовки разницы мы не выявили ($p > 0,001$). Данный показатель указывает на изменения электрофизиологических процессов. Тест с ФН привел к значимому приросту отклонений индекса «Миокард» среди всех групп спорта.

При оценке показателя «Ритм», отмечено преобладание отклоняющихся значений среди спортсменов как до (12,9%), так и после теста с ФН – 32,2%. Преобладание отклонений среди спортсменов свидетельствует, вероятно, о

различиях в вегетативном обеспечении по сравнению с детьми, не занимающимися спортом. Наибольшие отклонения исследуемого показателя отмечены среди детей, занимающихся динамическими видами спорта (футбол, волейбол, баскетбол). Физическая нагрузка привела к значимому увеличению патологических значений во всех исследуемых группах.

Выявлена умеренная положительная корреляционная связь показателя «Ритм» и «Миокард», «Ритм» и «G1», «Ритм» и «G6», «Ритм» и интенсивностью тренировок. После теста с ФН также отмечены умеренные связи между «Ритм» и «G1», «Ритм» и «G2», между «Ритм» и «G6». 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.

Нарушения деполяризации ПП (G1) среди спортсменов встречаются чаще как до (48,8%), так и после теста с ФН (83,3%) по сравнению с референсной группой. Чаще отклоняющиеся от нормы значения как до (54,2%), так и после теста с ФН (88,1%) встречаются среди баскетболистов. В остальных группах (футбол, волейбол, единоборства) различия отмечены только после теста с ФН ($p < 0,001$). ФН привела к росту отклонений индекса «G1» среди спортсменов. ПП содержит несколько аритмогенных зон, в связи с чем, на наш взгляд, изменения деполяризации в данной камере среди детей-баскетболистов, требуют особого внимания.

Преобладание отклоняющихся значений «G2» среди спортсменов отмечено только после теста с ФН (52,2%). Изменения отмечены среди футболистов (64,5%). Именно в этой группе ФН привела к значимому увеличению отклонений исследуемого показателя. Изменения процесса деполяризации не так интенсивны, как в ПП, в т. ч. после теста с ФН. Вероятно, это обусловлено разницей в расположении проводящей системы, преобладание потенциально аритмогенных зон в правом отделе.

Нарушения процессов деполяризации ПЖ (G3) встречались чаще среди спортсменов как до (21,1%), так и после теста с ФН (52,2%). Исходно значимой

разницы между спортивными группами не отмечалось. После теста с ФН результатам 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 отклонений исследуемого показателя в ответ на ФН.

Нарушение процессов деполяризации ЛЖ (G4) чаще встречалось среди спортсменов как до (27,8%), так и после ФН (31,1%). Преобладающее число нарушений данного показателя отмечено среди единоборцев как до (41,9%), так и после теста с ФН (86%). В остальных группах была отмечена разница в значениях показателя «G4», в то время как ФН привела к снижению доли отклоняющихся значений. Нами отмечено преобладание отклонений деполяризации в миокарде ПЖ среди детей, занимающихся динамическими видами спорта, а нарушений деполяризации в ЛЖ - среди детей, занимающихся высокостатическими видами спорта.

Нарушения процессов реполяризации в миокарде ПЖ (G5) преобладали среди спортсменов как до (17,7%), так и после теста с ФН (62,7%). Как до, так и после ФН отклонения в значениях исследуемого показателя отмечались среди баскетболистов и волейболистов, среди футболистов – только после ФН. Среди единоборцев значимых отклонений не отметили. В группе риска и внимания преобладающая доля принадлежит динамическим видам спорта (баскетбол, волейбол, футбол).

Нарушения процессов реполяризации ЛЖ (G6) чаще регистрировались среди спортсменов как до (33%), так и после ФН (79,8%). Изменения чаще регистрировались среди девушек как до, так и после теста с ФН. Мы предполагаем, что такой результат может быть обусловлен меньшей устойчивостью функциональных систем к нагрузке среди девушек. Изменения регистрировались среди детей всех спортивных групп. При выделении группы риска наибольший процент отмечен среди баскетболистов (39%). Нами отмечено преобладание отклонений в значениях процессов реполяризации ПЖ среди

спортсменов динамических видов спорта, в то время как нарушения реполяризации ЛЖ отмечались среди всех спортивных групп.

С учетом полученных результатов нами разработан алгоритм действий при выполнении исследования методом дисперсионного картирования ЭКГ у детей-спортсменов с применением теста с ФН (рисунок 13).

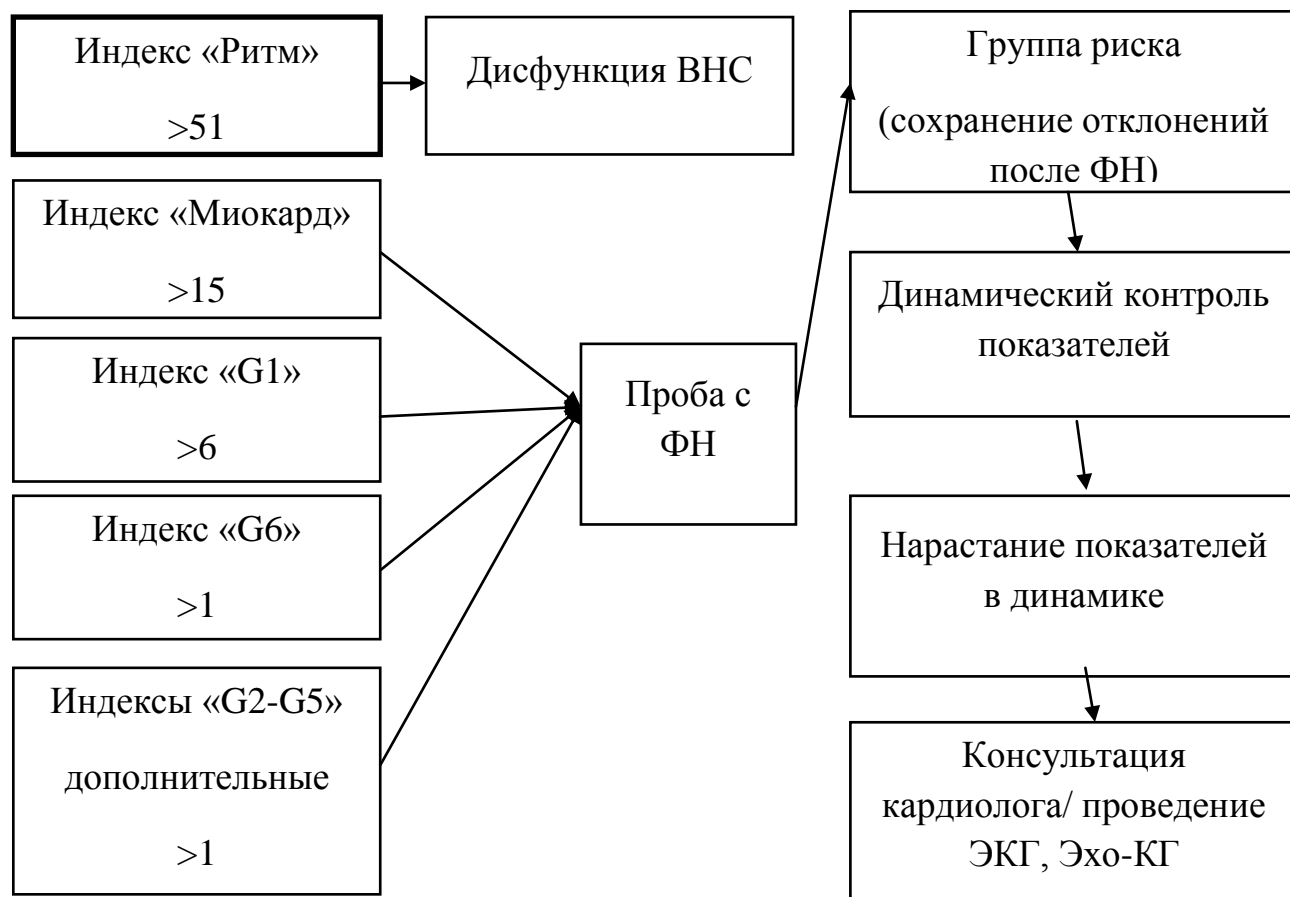


Рисунок 13 - Алгоритм действий при выполнении дисперсионного картирования ЭКГ с использованием теста с ФН у детей-спортсменов

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 значительно 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 значительно 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 миокарда у детей-спортсменов окончательное заключение необходимо формировать 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 от нормы 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.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АКМП – аритмогенная кардиомиопатия

АЛТ - аланинаминотрасфераза

АСТ - аспартатаминотрансфераза

ВНС – вегетативная нервная система

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ВСС – внезапная сердечная смерть

ГКМП – гипертрофическая кардиомиопатия

ДК ЭКГ – дисперсионное картирование ЭКГ

ДСТ – дисплазия соединительной ткани

ЗСЛЖ – задняя стенка левого желудочка

ИМТ – индекс массы тела

КДР – конечно -диастолический размер

КФК (МВ) – креатинфосфокиназа (МВ)

ЛЖ – левый желудочек

ЛП – левое предсердие

ЛДГ - лактатдегидрогеназа

МЖП – межжелудочковая перегородка

МРТ – магнитно- резонансная томография

НБПНПГ - неполная блокада правой ножки пучка Гиса

НПР – нервно-психическое развитие

НРС – нарушение ритма сердца

ОАК – общий анализ крови

ОАМ – общий анализ мочи

ПЖ – правый желудочек

ПП – правое предсердие

СГМУ – северный государственный медицинский университет

ССС – сердечно - сосудистая система

СРБ – С-реактивный белок

ТТГ – тиреотропный гормон

Т4 - тироксин

ФН – физическая нагрузка

ЭКГ – электрокардиограмма

ЭХО-КГ – эхокардиография

ЧСС – частота сердечных сокращений

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева, Д.Ю. Возможности многосуточного телемониторирования электрокардиограммы у спортсменов детско-юношеских школ с желудочковыми аритмиями / Д.Ю. Алексеева, С.В. Попов, В.М. Тихоненко, Е.С. Васичкина // Педиатрия. Consilium Medicum. – 2019. - №2. – С.58-62.
2. Алексеева, Д.Ю. Электрокардиографическая диагностика сердечно – сосудистой патологии у спортсменов детских юношеских школ / Д.Ю. Алексеева, Е.С. Васичкина, И.Ю. Иванов [и др.]. // Спортивная медицина: наука и практика. – 2019. – Т.9., №2. – С.23-29.
3. Балберова, О.В. Мониторинг электрофизиологических свойств миокарда у спортсменов циклических видов спорта на разных этапах тренировки / О.В. Балберова, В.Б. Ярышева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. - №5. – С. 52-56.
4. Баевский, Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. - 2001. - № 3. – С. 106-127.
5. Баевский, Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. - М.: Медицина. - 1997. - 265с.
6. Бадтиева, В.А. Основные аспекты охраны здоровья спортсменов / В. А. Бадтиева, А. С. Шарыкин // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. - 2016. - № 4. - С. 35-43.
7. Балыкова, Л. А. Актуальные проблемы медицинского сопровождения детского спорта / Л. А. Балыкова, С. А. Иванский, К. Н. Чигинева // Российский вестник перинатологии и педиатрии. — 2017. — Т. 62, № 2. — С. 6-11.
8. Балыкова, Л.А. Патогенетические аспекты формирования дезадаптационных изменений сердечно – сосудистой системы, опосредованных интенсивными физическими нагрузками / Л. А. Балыкова,

- С. А. Ивянский, Е. В. Громова [и др.] // Вестник мордовского университета. – 2016. – Т. 26.- №3. – С. 337-348.
9. Балыкова, Л.А. Реакция процессов реполяризации миокарда на физическую нагрузку у юных спортсменов / Л. А. Балыкова, Л. М. Макаров, И. А. Горбунова, В. Н. Комолятова [и др.] // Практическая медицина. - 2014. - №6(82). - С. 72-78.
 10. Балыкова, Л. А. Современные подходы и возможности оценки состояния сердечно – сосудистой системы в детском спорте / Л. А. Балыкова, С. А. Ивянский, А. А. Широкова [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2015. - №14(5). – С. 53-59.
 11. Балыкова, Л.А. Связь между изменениями артериального давления и морфофункциональной перестройки сердца у юных атлетов / Л. А. Балыкова, А. С. Глотов, С. А. Ивянский [и др.] // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2020. – Т.65, №2. – С.62-69.
 12. Белякова, А. С. Автоматизированная система диагностики и прогноза сердечно - сосудистых заболеваний на основе статистических характеристик портретов сердца и индивидуальных параметров пациентов: дисс. кандидата технических наук: - Муром, 2016. - 197 с.: ил.
 13. Белякова, А. С. Экспериментальное исследование методики диагностики заболеваний сердца по данным ПТК «Кардиовизор-06с» // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. - 2014. - № 4 (29). - С.13-21.
 14. Бондарев, С. А. Медикаментозная коррекция синдрома перенапряжения спортивного сердца // Сборник: материалы Всероссийской научно-практической конференции по вопросам спортивной науки в детско-юношеском спорте и спорте высших достижений. - 2016. - С. 467-474.
 15. Бояринцев, В. В. Дисперсионное картирование ЭКГ в оценке функциональной способности миокарда / В. В. Бояринцев, В. Н. Ардашев, И. Сун, Е. В. Земсков // Военно-медицинский журнал. – 2015. - №1. – С.66.
 16. Брынцева, Е. В. Оценка показателей состояния сердечно - сосудистой системы каратистов в покое и при ортостатической пробе до и после

физической нагрузки // Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов: материалы VI всероссийского симпозиума, посвященного 85-летию образования Удмуртского государственного университета. - 2016. – С. 88-92.

- 17.Бауржан, М. Б. Скрининг неинфекционных заболеваний у лиц молодого возраста с высокой физической активностью / М.Б. Бауржан, К.Б. Абзалиев, Ж.М. Андасова // Наука о жизни и здоровье – 2019. - №3. – С. 57-60.
- 18.Быков, Е. В. Особенности миокардиально – гемодинамического и вегетативного гомеостаза у спортсменов циклических видов спорта с разной квалификацией / Е. В. Быков, О. В. Балберова, Е. С. Сабирьянова, А. В. Чипышев // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. - Т.19. - №3. – С. 36-45.
- 19.Быков, Е. В. Спектральные характеристики ритма сердца у футболистов с различным типом вегетативной регуляции / Е. В. Быков, Е. Г. Сидоркина, Н. В. Аксенова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №6. – С. 1426.
- 20.Васильев, А. В. Спортивное сердце / А. П. Васильев, Н. Н.Стрельцова // Медицинский совет. – 2018. - №12. – С.185-188
- 21.Варлашина, К. А. Нарушения ритма сердца у юных спортсменов: распространенность и подходы к коррекции с использованием метаболического средства / К. А. Варлашина, С. А. Ивянский, Е. И. Наumenко [и др.] // Педиатрия. – 2018. – Т.97. - №3. – С. 167-174
- 22.Вахненко, Ю. В. Некоторые актуальные аспекты проблемы «спортивного сердца» (обзор литературы). Часть I / Ю. В. Вахненко, И. Е. Доровских, Е. Н. Гордиенко, М. А. Черных // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2020. - №78. – С. 147-160
- 23.Вахненко, Ю. В. Некоторые актуальные аспекты проблемы «спортивного сердца» (обзор литературы). Часть II / Ю. В. Вахненко, И. Е.Доровских, Е. Н. Гордиенко, М. А. Черных // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2021. - №79. – С. 127-140

24. Внезапная сердечная смерть у детей, подростков и молодых лиц / под ред. Л. М. Макарова, В. Н. Комолятовой. – М.: ИД «Медпрактика-М», - 2021. – 472с.
25. Всероссийские клинические рекомендации по контролю над риском внезапной остановки сердца и внезапной сердечной смерти, профилактике и оказанию первой помощи. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018 г. — 255 с.
26. Гаврилова, Е. А. Вариабельность ритма сердца и спорт / Е. А. Гаврилова // Физиология человека. — 2016. — Т. 42, № 5. — С. 121-129.
27. Гаврилова, Е. А. Внезапная смерть в спорте – новый взгляд на проблему / Гаврилова Е. А., Ларинцева О. С. // Прикладная спортивная наука. – 2015. - №1. – С.64-67.
28. Гаврилова, Е. А. Спорт, стресс, вариабельность / Е. А. Гаврилова. - Москва: Спорт, - 2015. - 167 с.
29. Гаврилова, Е. А. Нарушения ритма сердца как проявление патологического спортивного сердца на разных этапах спортивной подготовки / Е. А. Гаврилова, О. А. Чурганов, Е. В. Брынцева, О. С. Ларинцева // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т.6(1). – С.80-85.
30. Гаврилова, Е. А. Ремоделирование сердца спортсмена в зависимости от направленности тренировочного процесса / Е. А. Гаврилова, Г. М. Загородный // Прикладная спортивная наука. – 2019. - №1(9). – С. 48-57.
31. Гарганеева, Н. П. Влияние динамических и статических нагрузок на показатели внутрисердечной гемодинамики и физической работоспособности у квалифицированных спортсменов / Н. П. Гарганеева, И. Ф. Таминова, Л. И. Тюкалова [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2015. - №14(5). – С. 60-66
32. Гарганеева, Н. П. Электрокардиографический контроль сердечно-сосудистой системы у спортсменов в процессе подготовки к соревнованию / Н. П. Гарганеева, И. Ф. Таминова, И. Н. Ворожцова // Российский кардиологический журнал. — 2017. — № 12 (152). — С. 36-40.

33. Гнусаев, С. Ф. Проблемы допуска к физическим нагрузкам в педиатрии и детской кардиологии / С. Ф. Гнусаев, Н. Н. Конопко // Российский вестник перинатологии и педиатрии — 2018. — Т. 63, № 5. — С. 108-112.
34. Горбенко, А. В. Спортивное сердце: норма или патология / А. В. Горбенко, Ю. П. Скирденко, Н. А. Николаев [и др.] // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2020. – 24(2). – С.16-25.
35. Гржибовский, А. М. Анализ количественных данных для двух независимых групп // Экология человека. – 2008. – №2. – С. 54-61.
36. Гржибовский, А. М. Анализ трех и более независимых групп количественных данных // Экология человека. – 2008. – №6. – С. 50-58.
37. Гржибовский, А. М. Доверительные интервалы для частот и долей // Экология человека. – 2008. – №5. – С.57 - 60.
38. Гржибовский, А. М. Корреляционный анализ // Экология человека. – 2008. – №9. – С. 50 - 60.
39. Гржибовский, А. М. Типы данных, проверка распределения и описательная статистика // Экология человека. – 2008. – №1. – С. 52 - 58.
40. Гудинова, Ж. В. Исследование случаев смерти школьников на уроках физкультуры в России / Гудинова Ж. В., Жаркова Ю. В. // Академический журнал Западной Сибири. - 2019.- Т. 15, № 1 (78). - С. 29-33.
41. Гуревич, Т. С. Интерпретация кардиологических показателей у спортсменов / Т.С. Гуревич, С.Ю.Юрьев // Национальное руководство «Спортивная медицина» - М.: ГЭОТАР-Медиа, - 2012. – С.220-256.
42. Есина, Е. Ю. Дисперсионное картирование ЭКГ в доклинической диагностике сердечно-сосудистых заболеваний / Е. Ю. Есина, А. А.Зуйкова, И. С. Добрынина [и др.] // Современные технологии в медицине. – 2020. – Т. 12, №5. – С.87-93.
43. Замчий, Т. П. Морфофункциональные аспекты адаптации к силовым видам спорта / Т. П. Замчий, Ю. В. Корягина – Омск: Изд-во СибГУФК, - 2012. – 156с.

44. Золичева, С. Ю. Современный взгляд на некоторые проблемы детско-юношеского спорта / С. Ю. Золичева, А. В. Тарасов, О. И. Беличенко, А. В. Смоленский // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 3 – С. 76-82
45. Иванов, Г. Г. Дисперсионное ЭКГ картирование: теоретические основы и клиническая практика / Г. Г. Иванов, А. С. Сула // М.: Техносфера. – 2009. – 192 с.
46. Игнатьева, Л. Е. Исследование индивидуального «вегетативного портрета» и функционального состояния сердечной мышцы юных биатлонистов / Игнатьева Л. Е., Елаева Е. Е., Киреева Ю. В., Каирова А. С. // Культура физическая и здоровье. - 2016. - № 5 (60). - С. 19-24.
47. Игнатьева, Л. Е. Показатели перенапряжения миокарда у футболистов / Л. Е. Игнатьева, М. Ю. Трескин, С. В. Бакулин // Теория и практика физической культуры. – 2021. - № 2. – С. 30-32.
48. Иорданская, Ф. А. Гипоксия в тренировке спортсменов и факторы, повышающие ее эффективность / Ф. А. Иорданская. — М.: Советский спорт, 2015 г. — 158 с.
49. Иорданская, Ф. А. Нарушения показателей «срочной» адаптации в процессе напряженной тренировочной работы высококвалифицированных спортсменов и средства их профилактики / Ф. А. Иорданская // Вестник спортивной науки. - 2018. - № 3. - С. 35-40.
50. Камилова, Р. Т. Влияние систематических занятий спортом на функциональное состояние юных спортсменов / Р. Т. Камилова, З. Ф. Мавлянова, Л. М. Башарова [и др.] // Вестник Казахского Национального медицинского университета. - 2016. - № 4. - С. 218-221.
51. Ключников, М. С. Мониторинг функционального и психофизиологического состояния спортсменов на УТС // Спортивный психолог. – 2016. - № 4. – С. 16-21.

52. Коломиец, О. И. Вариабельность ритма сердца при адаптации к физическим нагрузкам различной направленности / О. И. Коломиец, Е. В. Быков // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2014. – №12 (118). – С.98–103.
53. Комарова, Н. А. Влияние тренировочного процесса на состояние сердечно-сосудистой системы подростков / Н. А. Комарова, А. Р. Янглаев // Актуальные исследования в области биологии и смежных наук : материалы Всероссийской научной конференции. - 2018. - С.135-140.
54. Комолятова, В. Н. Микровольтная альтернация зубца Т у юных элитных спортсменов / В.Н. Комолятова, Л.М.Макаров, Н.Н. Федина, И.И. Киселева// Кардиология. – 2015, Т.55, №1. – С.43-46.
55. Комолятова, В. Н. Синкопальные состояния у юных элитных спортсменов. / В. Н. Комолятова, Л. М. Макаров, Н. Н. Федина [и др.] // Кардиология. - 2016. -Т.56- № 2.- С.47-51.
56. Корельская, И.Е. Оценка состояния сердечно – сосудистой системы юных спортсменов, занимающихся лыжными гонками, постоянно проживающих в северном регионе России / И.Е. Корельская, Е.Н.Воронцова // Научное обозрение. Биологические науки. – 2018. - №2. – С.15-20.
57. Крайнова, И.Н. Возрастные особенности кардиогемодинамики у школьников Европейского севера России / И.Н. Крайнова, А.В. Грибанов // В мире научных открытий. – 2014. - №2 (50). – С.183-189.
58. Кривелевич, Н. Б. Внезапная сердечная смерть у детей и подростков: предикторы, проблемы диагностики (обзор литературы) // Проблемы здоровья и экологии. - 2016. - №4(50). – С.4-10.
59. Кизько, А. П. Новый подход к физиологической интерпретации результатов спектрального анализа вариабельности сердечного ритма / А. П. Кизько, Е. А. Кизько // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. - 2017. - № 9 (151). - С.124-136.

- 60.Ларинцева, О. С. К вопросу о внезапной сердечной смерти у спортсменов: анализ литературы за 2016 год // Спортивная медицина: наука и практика. - 2017. - Т7, №2. – С.70-76.
- 61.Левашова, О. А. Неинвазивная диагностика функционального состояния миокарда у детей - спортсменов на основе анализа скоростных характеристик электрической активности сердца / О. А. Левашова, С. Ю. Левашов // Научно - спортивный вестник Урала и Сибири. - 2016.- № 4 (12).- С. 26-34.
- 62.Левашова, О. А. Значение скоростных показателей электрической активности сердца в ранней диагностике и прогнозировании компенсаторно - приспособительных реакций сердца у юных спортсменов / О. А.Левашова, С. Ю. Левашов // Научно-спортивный вестник Урала и Сибири. -2017. - № 4 (16). - С. 3-10.
- 63.Литвин, Ф. Б. Кондиционная физическая подготовленность юных дзюдоистов с учетом особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма / Ф. Б. Литвин, В. С. Никитина, И. В. Быкова, В. Я. Жигало // Культура физическая и здоровье. -2017. -№ 4 (64). - С.115-119.
- 64.Лысенко, Д. С. Анализ вариабельности ритма сердца для диагностики синдрома перетренированности у спортсменов // Таврический научный обозреватель. – 2017. -№10(27). – С. 34-41.
- 65.Макаров, Л. М. Анализ причин отводов от занятий спортом юных элитных спортсменов / Л. М. Макаров, В. Н. Комолятова, Н. В. Аксенова // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2020. - №65(6). –С.65-71.
- 66.Макаров, Л. М. Внезапная сердечная смерть в спорте: тенденции XXI века // Медицинский алфавит. - 2017. -Т. 2,№ 31 (328). - С. 51-57.
- 67.Макаров, Л. М. Изменения показателей реполяризации у молодых спортсменов при проведении пробы с дозированной физической нагрузкой / Л. М. Макаров, Н. Н. Федина, В. Н. Комолятова // Медицинсий алфавит. – 2016. – Т1, №11(274). – С.14-19.

- 68.Макаров, Л. М. Спорт и внезапная смерть у детей / Л. М. Макаров // Российский вестник перинатологии и педиатрии — 2017. — Т. 62, № 1. — С. 40-46.
- 69.Макаров, Л. М. Остановки сердца и внезапная смерть детей в школах // Педиатрия. Журнал имени Г. Н. Сперанского — 2018. — Т. 97, № 6. — С.180-186.
- 70.Макаров, Л. М. Спорт и внезапная сердечная смерть // Неотложная кардиология. – 2018. - №2 – С.13-21.
- 71.Макаров, Ю. М. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов – представителей игровых видах спорта / Ю. М. Макаров, Ю. А. Поварещенкова, В. И. Пазушко // Лечебная физкультура и спортивная медицина. - 2013. - №2(110). – С. 15-19.
- 72.Макарова, Г. А. Электрокардиограмма спортсмена: норма, патология и потенциально опасная зона / Г. А. Макарова [и др.]. — М.: Спорт. Человек, - 2018 г. — 254 с.
- 73.Макарова, Г.А. Прогнозирование спортивных достижений у гребцов – каноистов высшей квалификации с позиции скорости их постнагрузочного восстановления / Г.А. Макарова, С.М. Чернуха, А.А. Карпов [и др.]. // Вестник спортивной науки. – 2020. - №1. – С. 42-48.
- 74.Макарова, Г. А. Система допуска к занятиям спортом: направления совершенствования / Г. А. Макарова, Л. Н. Порубайко, С. Ю. Юрьев // Спортивная медицина: наука и практика. - 2017. -Т. 7.,№ 2. - С.98-105.
- 75.Маркин, Г.С. Вариабельность сердечного ритма и дисперсионное картирование в диагностике острого коронарного синдрома / Г.С. Маркин, В.Н. Ардашев, В.В. Бояринцев [и др.]. // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2019. - №3. – С. 109-116.
- 76.Мартусевич, А. К. Возможности восстановления адаптационного потенциала организма при донозологических состояниях / А. К.

- Мартусевич, А. В. Разумовский, А. В. Дмитроченков, Л. И. Исаева // Современные проблемы науки и образования. - 2016. - № 3. - С. 108.
77. Михайлова, А. В. Перенапряжение сердечно - сосудистой системы у спортсменов: монография / А. В. Михайлова, А. В. Смоленский. – М.: Спорт, 2019. – 122с.
78. Михайлова, Л. А. Вариабельность сердечного ритма у юношей-подростков с различным типом вегетативной реактивности / Л. А. Михайлова // Педиатрия. Журнал имени Г. Н. Сперанского. — 2015. — Т. 94, № 2. — С. 27-30.
79. Новиков, Е. М. Методы исследования сердечного ритма по данным ЭКГ: вариабельность сердечного ритма и дисперсионное картирование (Обзорная статья) / Е. М. Новиков, С. В. Стеблецов, В. Н. Ардашев [и др.] // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2019. - № 4. – С. 81-89.
80. Нормативные параметры ЭКГ у детей и подростков / под ред. М. А. Школьниковой, И. М. Миклашевич, Л. А. Калинина. – М.: 2017. – 232с.
81. Обрезан, А. Г. Ремоделирование миокарда и синдром малых аномалий развития сердца у спортсменов / А. Г. Обрезан, О. Б. Крсюк, С. Ф. Задворьев, А. С. Лим // Вестник СПбГУ. Медицина. – 2018. – Т. 13. - №3. – С. 237-244.
82. Оказание медицинской помощи детскому населению в центрах здоровья для детей: методические рекомендации / сост.: Н.В. Погосова, В.Р. Кучма, Ю.М. Юферева [и др.]. // ФГБУ «Государственный научно – исследовательский центр профилактической медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Москва, 2017. – 91 с.
83. Основы физиологии сердца: учебное пособие / В. И. Евлахов, А. П. Пуговский, Т. Л. Рудакова, Л. Н. Шалковская. – Санкт-Петербург: СпецЛит, 2015. – 335с.
84. Павлов, В. И. Привычные изменения ЭКГ спортсмена – современный подход / В. И. Павлов, А. В. Пачина, Д. Н. Коледова [и др.] // Медицинский алфавит. – 2018. – Т. 1, №14. – С. 21-26.

- 85.Пармон, Е. В. Фрагментация QRS комплекса важный электрокардиографический маркер нарушения деполяризации / Е. В. Пармон, М. С. Гордеева, Т. А. Куриленко [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2017. – Т8, №148. – С.90-95.
- 86.Погонышева, И. А. Показатели дисперсионного картирования электрокардиограммы у студентов северного ВУЗа / И. А. Погонышева, Д. А. Погонышев, И. И. Луняк // Вестник НВГУ. – 2019. - №2. – С. 98-104.
- 87.Погонышева, И.А. Функциональное состояние сердца студентов, занимающихся спортом в условиях севера / И.А. Погонышева, Д.А. Погонышева // Теория и практика физической культуры. – 2017. - №6. – С.99-101.
- 88.Погонышева, И.А. Электрофизиологические свойства миокарда юношей и девушек, занимающихся физической культурой и спортом без профессионального контроля / И.А. Погонышева, Д.А. Погонышева, Н.В. Куртукова // Теория и практика физической культуры. – 2018. - №6. – С.30-32.
- 89.Пиголкин, Ю. И. Внезапная смерть лиц молодого возраста при различных видах физической нагрузки / Ю. И. Пиголкин [и др.] // Судебно-медицинская экспертиза — 2019. — Т. 62, № 1. — С.50-55.
- 90.Пиголкин, Ю. И. Внезапная смерть при занятиях спортом у лиц молодого возраста / Ю. И. Пиголкин, А. П. Середа, М. А. Шилова, И. В.Глоба // Материалы International Scientific Conference Scientific Discoveries, 2016. – С. 264–270.
- 91.Похачевский, А. Л. Значение изменчивости кардиоинтервалов при нагрузочном тестировании / А. Л. Похачевский, М. М. Лапкин // Физиология человека — 2017. — Т. 43, № 1. — С. 81-88.
- 92.Приказ Минздравсоцразвития России №152н от 16 марта 2010 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://minzdrav.gov.ru/documents/7547-prikaz-minzdravsotsrazvitiya-rossii-152n-ot-16-marta-2010-g>

93. Псеунок, А. А. Вариабельность сердечного ритма у футболистов 16-17 лет / А. А. Псеунок, М. Н. Силантьев, А. Я. Чамокова, Р. А. Гасанова // Международный научно-исследовательский журнал. - 2022. - №4(118). - С.71-73.
94. Разумовский, А. В. К созданию донозологической системы скрининга кардиоваскулярной системы / А. В. Разумовский, А. В. Дмитроченков, А. К. Мартусевич // Системный анализ в медицине: материалы X международной научной конференции. под общей редакцией В. П. Колосова.- 2016. - С. 193-196.
95. Рыбина, И. Л. Мониторинг активности ферментов в спорте высших достижений / И.Л. Рыбина, А.И. Нехвядович, А.Н. Будко, Е.А. Мороз // Прикладная спортивная наука – 2017. – С.62-70.
96. Садыков, С. С. Методика расширения диагностических возможностей программно-технического комплекса «Кардиовизор-06С» / С. С. Садыков, А. С. Белякова // Надежность и качество сложных систем - 2014.- № 3 (7). - С.79-85.
97. Спортивная медицина: национальное руководство / под. ред. Б. А. Поляева, Г. А. Макаровой, С. А. Парастаева. – 2-е издание, переработанное и доп. – Москва: ГЭОТАР - Медиа, - 2022. – 880с.
98. Талибов, А.Х. Динамика состояния здоровья и физического развития спортсменов в процессе многолетней тренировки / А.Х. Талибов, Н.В. Гущина, О.В. Лященко, и др. // Теория и практика физ. культуры. – 2019. – № 4. – С. 102-104.
99. Ходасевич, Л. С. Внезапная сердечная смерть в спорте: факторы риска, нозологическая характеристика, направления профилактики / Л. С. Ходасевич, С. Н. Чупрова, А. А. Абакумов, А. Ф. Хечумян // Спортивная медицина: наука и практика. - 2016. -Т. 6. № 3. - С.76-84.

100. Хуснутдинова, А. Д. Проблемы внезапных смертей школьников и студентов во время занятий физкультурой и спортом // Воспитание, обучение, образование: от теории к практике: материалы I Международной научно-практической конференции. НОО «Профессиональная наука». - 2017. - С. 182 - 193.
101. Шарыкин, А. С. Варианты ремоделирования сердца у детей и подростков в игровых видах спорта (на примере футбола и хоккея) / А. С. Шарыкин [и др.] // Педиатрия. Журнал имени Г. Н. Сперанского — 2016. — Т. 95, № 3. — С. 65-72.
102. Шарыкин, А. С. Нарушения электрической активности сердца, препятствующие участию в учебно-тренировочном процессе и спортивных соревнованиях на этапах спортивного совершенствования и высшего спортивного мастерства / А. С. Шарыкин, В. А. Бадтиева // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2018. -№6(151). – С.13-20.
103. Шарыкин, А. С. Основные направления в формировании морфологических изменений сердца спортсменов / А. С. Шарыкин, В. А. Бадтиева, П. А. Субботин [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. - 2014. - Т. 13.,№ 5. - С. 94-102.
104. Шарыкин, А. С. Спортивная кардиология: руководство для кардиологов, педиатров, врачей функциональной диагностики и спортивной медицины тренеров / А. С. Шарыкин, В. А. Бадтиева, В. И. Павлов. - Москва: ИКАР, 2017. - 323 с.
105. Шарыкин, А. С. Структурные заболевания сердечно - сосудистой системы, препятствующие участию в учебно-тренировочном процессе и спортивных соревнованиях на этапах спортивного совершенствования и высшего спортивного мастерства / А. С. Шарыкин, В. А. Бадтиева // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2018. -№5(150). – С.4-14.
106. Шарыкин, А. С. Фиброз миокарда – новый компонент ремоделирования сердца у спортсменов? / А. С. Шарыкин, В. А. Бадтиева,

- И. И. Трунина, И. М. Османова // Кардиоваскулярная терапия и профилактика – 2019. - №18(6) – С. 126-135.
107. Шарыкин, А. С. Эхокардиографический скрининг детей и подростков при допуске к занятиям спортом / А. С. Шарыкин, П. А. Субботин, В. И. Павлов [и др.] // Российский вестник перинатологии и педиатрии – 2016. - №1. – С.71-79.
 108. Шлык, Н. И. Анализ вариабельности сердечного ритма в контроле за тренировочной и соревновательной деятельностью спортсменов на примере лыжных видов спорта / Н. И. Шлык, Е. А. Гаврилова // Лечебная физическая культура и спортивная медицина. - 2016 - С. 17-23.
 109. Шлык, Н. И. Вариабельность ритма сердца в экспресс-оценке функционального состояния спортсмена / Н. И. Шлык, Е. А. Гаврилова // Прикладная спортивная наука. - 2015. - С. 115-125.
 110. Шлык, Н. И. Вариабельность сердечного ритма и методы определения у спортсменов в тренировочном процессе: методическое пособие. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2022. – 81с.
 111. Шлык, Н. И. Управление тренировочным процессом спортсменов с учетом индивидуальных характеристик вариабельности ритма сердца / Н. И. Шлык // Физиология человека — 2016. — Т. 42, № 6. — С. 81-91.
 112. Шлык, Н. И. Экспресс-оценка функциональной готовности организма спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности (по данным анализа вариабельности сердечного ритма)// Наука и спорт: современные тенденции. - 2015. -Т.9. № 4 (9). -С. 5-15.
 113. 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.
 114. Шумов, А. В. Диагностические возможности картирования низкоамплитудных колебаний кардиоцикла у детей, занимающихся спортом

- (пилотное исследование) / А. В. Шумов, Н. В. Краева, В. И. Макарова, Ю. А. Алексина // Современные проблемы науки и образования. – 2020. - №4. – 124-133.
115. 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. - №3(23) – С 61-65.
116. 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. – Т65, №1. – С.67-73.
117. Чайников, П. Н. Вариабельность ритма сердца спортсменов игровых видов спорта, получающих высшее образование, в начале тренировочного сезона / П. Н. Чайников, В. Г. Черкасова, С. В. Муравьев, А. М. Кулеш // Спортивная медицина: наука и практика. – 2020. – Т.10. - №2. – С. 81-90.
118. Яхонтов, С. В. Вегетативная устойчивость в спорте / С. В. Яхонтов, А. В. Кулемзин, О. Н. Чуфистова, Д. В. Зарапов // Вестник Томского государственного педагогического университета. - 2015.- № 3 (156). - С. 224-231.
119. Andrea, A. D. Physiologic and pathophysiologic changes in the right heart in highly trained athletes / A. D. Andrea, A. La. Gerche, E. Golla et al. // Herz. – 2015. – Vol. 107 – P.1-10.
120. Ascenzi, F. Atrial chamber remodeling in healthy pre-adolescent athletes engaged in endurance sports: a study with a longitudinal design. The CHILD study / F. Ascenzi, M. Solari, F. Anselmi et al. // Int. J. Cardiol. - 2016. -N 223.- P. 325-330.
121. Bennet, R. G. Arrhythmogenic Cardiomyopathy in 2018 - 2019: ARVC / ALVCorBoth? / R. G. Bennet, H. M. Haqqani, A. Berruezo et al. // Heart, Lung and Circulation. - 2019. – Vol. 108, №28. – P.164-177.

122. Bessem, B. Gender differences in the electrocardiogram screening of athletes / B. Bessem, M. C. de Bruijn, W. J. Nieuwland // *Sci. Med. Sport.* - 2017. -Vol.20, N2. - P.213-217.
123. Bessem, B. The electrocardiographic manifestations of athletes heart and their association with exercise exposure / B. Bessem B. M. C. de Bruijn, W. Nieuwland et. al. // *Eur.J.Sport Sci.* - 2018. - Vol.18, N4. - P.587-593.
124. Bohm, P. Data from a nationwide registry on sports-related sudden cardiac deaths in Germany / P. Bohm, J. Scharhag, T. Meyer // *European Journal of Preventive Cardiology.* – 2016. – Vol 23, N6. – P. 649-656.
125. Brosnan, M. J. Athletes ECG simple tips for navigation // *Heart Lung Circ.* -2018. -Vol. 27, N9.- P. 1042-1051.
126. Brosnan, M. J. Differentiating athletes heart from cardiomyopathies the left side / M. J. Brosnan, D. Rakhit // *Heart Lung. Circ.* -2018.- Vol. 27,N9.- P. 1052-1062.
127. Carbone, A. Cardiac damage in athletes heart: when the «supernormal» heart fails! / A. Carbone, A. D Andrea, L. Riegler et al. // *World J. Cardiol.* - 2017. -Vol. 9, N6. - P. 470-480.
128. Caselli, S. Prevalence and management of systemic hypertension in athletes / S. Caselli, A. Vaquer Sequi, E. Lemme et al. // *Am. J. Cardiol.* -2017. -Vol. 119, N10. -P. 1616-1622.
129. Charfeddine, S. Echocardiographic analysis of the left ventricular function in young athletes: a focus on speckle tracking imaging / S. Charfeddine, S. Mallek, F. Triki et al // *Med J.* – 2016.- Vol. 25,N.16 – P.171.
130. Corici, O. M. Gender-related electrocardiographic changes in athletes / O. M. Corici, O. Mirea-Munteanu, L. Donoiu et al. // *Curr. Health Sci. J.* - 2018.- Vol. 44, N1. -P. 29-33.
131. Corrado, D. Sudden death in athletes / D.Corrado, A. Zorzj // *Int. J. Cardiol.* - 2017. - N15. - P.67-70.

132. Dean, P. N. The Importance of Surrounding the Athlete's Heart with a Team / P. N. Dean, K. Pugh, S. M. Statuta et al. // *JM. Clin Sports Med.* - 2022.- Vol. 3, N.41.- P.357-368.
133. Doven, B. Asymptomatic bradycardia amongst endurance athletes / B. Doven, D. Matelot, F. Carre F // *Phys. Sports Med.* - 2019. - P.1-4.
134. Eddolls, W. T. High-Intensity Interval Training Interventions in Children and Adolescents: A Systematic Review/ W. T. Eddolls, M. A. McNarry, G. Stratton et al. // *Sports Med.* - 2017.- Vol. 11, N.47. – P.2363-2374.
135. ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease / A. Pelliccia, S. Sarma, S. Gati et al. // *European Heart Journal.*- 2020. Vol.110. - P. 1-80.
136. Franklin, B. A. Exercise-Related Acute Cardiovascular Events and Potential Deleterious Adaptations Following Long-Term Exercise Training: Placing the Risks Into Perspective – An Update / A. B. Franklin, P. D. Thompson, S. S. Al-Zaiti et al. // *Circulation.* – 2020. – Vol.111, №26. – P.1-32.
137. Gouttebauge, V. Mortality in international professional football (soccer): a descriptive study / V. Gouttebauge, W. Ooms, T. Tummers, H. Inklaar H // *J. Sports Med. Phys. Fitness.* - 2015. - Vol. 55, N11. - P. 1376-1382.
138. Govette, A. A Growing advantage: are cardiovascular adaptations to endurance training in children enhanced following the onset of puberty? / A. Govette, A. N. Di Salvo // *J Physiol.* - 2022. - N.600(10). – P.2279-2281.
139. Jain, R. Fragmented ECG as a risk marker in cardiovascular diseases / R. Jain, R. Singh, S. Yamini et al. // *Curr. Cardiol. Rev.* - 2014. - Vol. 10, N3. - P. 277-286.
140. Konopka, M. Prevalence and determinants of the early repolarisation pattern in a group of young high endurance rowers / M. Konopka, K. Burkhard-Jagodzinska, A. K. Strzyzewska et al. // *Kardiol. Pol.* - 2016. -Vol. 74, N3. -P. 289-299.
141. Krenz, Z. Relationship between adaptive morphological and electrophysiological remodeling of the left ventricle in young athletes after an 8-

- month period of sports training // *Pediatr. Exerc. Sci.*- 2016. - Vol. 28, N1.- P.71-76.
142. La Gerche, A. What may the future hold for sports cardiology? / A. La Gerche, A. Baggish, H. Heidbuchel et al. // *Heart Lung Circ.* -2018. -Vol. 27, N9. - P.1116-1120.
 143. Lakatos, B. K. Relationship between Cardiac Remodeling and Exercise Capacity in Elite Athletes: Incremental Value of Left Atrial Morphology and Function Assessed by Three-Dimensional Echocardiography / B. K. Lakatos, A. A Molnar, O. Kiss et al. // *J Am Soc Echocardiogr.*- 2020 .№33(1).- P.101-109.
 144. Lang, R. M. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging / R. M. Lang, L. P. Badano, V. Mor-Avi et al. // *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* - 2015. -Vol.16, N3. - P. 233-270.
 145. Leite, S. M. Electrocardiographic evaluation in athletes: 'Normal' changes in the athlete's heart and benefits and disadvantages of screening / S. M. Leite, J. Freitas, M. Campelo // *Rev. Port. Cardiol.* – 2016. – №35 (3). – P.169-77.
 146. Levin, B. D. Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Task Force 1: Classification of Sports: Dynamic, Static, and Impact/ B.D. Levine, A.L. Baggish, R.J. Kovacs et al. // *Journal of the American college of cardiology.*- 2015.-Vol.66,№21.-P.2350-2355.
 147. Maisch, B. Exercise and sports in cardiac patients and athletes at risk. Balance between benefit and harm // *Herz.* -2015. -Vol. 40, N3.- P.395-401.
 148. Caselli, S. Patterns of left ventricular diastolic function in Olympic athletes / S. Caselli, F. M. Di Paolo, C. Pisicchio et al. // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* -2015. - Vol. 28, N2. -P. 236-244.
 149. Malhotra, A. Anterior T-wave inversion in young white athletes and nonathletes / A. Malhotra, H. Dhutia, S. Gati et al. // *J. Am. Coll. Cardiol.* -2017.- Vol. 69, N1. – P.1-9.

150. Massin, M. M. The role of exercise testing in pediatric cardiology // Arch Cardiovasc Dis. -2014.-N107 (5). – P. 319-27.
151. Mavrogeni, S. I. Sudden cardiac death in football players: Towards a new pre-participation algorithm (Review) / S. I. Mavrogeni, K. Tsarouhas, D. A. Spandidos // Experimental and Therapeutic Medicine. – 2019. - №17. – P.1143-1148.
152. McClean, G. Electrical and structural adaptations of the paediatric athlete's heart: a systematic review with meta-analysis / G. McClean, N. R. Riding, C. L. Arden et al. // Br.J.Sport Med. – 2018. – 52(4). – P.230 (116).
153. Myerburg, R. J. The screening ECG and cardiac risk // JAMA. -2018.- Vol.12, N319. -P.2277-2279.
154. Nemes, A. Volumetric and functional assessment of the left atrium in young competitive athletes without left ventricular hypertrophy: the MAGYAR-Sport Study / A. Nemes, P. Domsik, A. Kalapos et al. // J Sports Med Phys Fitness.- 2017.-N57(6). – P.900-906.
155. Pellicia, A. Outcomes in Athletes with Marked ECG Repolarization Abnormalities /A. Pellicia, M. Fernando, Di Paolo et al. // The new England Journal of Medicine. – 2019. - №26 – P.152-161 (117).
156. Pentikainen, H. Resting Electrocardiogram and Blood Pressure in Young Endurance and Nonendurance Athletes and Nonathletes/ H. Pentikainen, K. Toivo, S. Kokko et al. // J Athl Train. – 2021. – 56(5). – P.484-490 (118).
157. Pieleś, G. E. The Assessment of the Paediatric Athlete / G. E. Pieleś, R. J. Oberhoffer // Cardiovasc Transl Res.- 2020. -N13 (3). – P.306-312.
158. Pieleś, G. E. The adolescent athlete's heart; A miniature adult or grown-up child? / G. E. Pieleś, A. G. Stuart // Clin Cardiol. – 2020.-N. 43(8).- P.852-862.
159. Rowland, T. Morphologic Features of the «Athletes Heart» in Children: A Contemporary Review / T. Rowland// Pediatric Exercise Science. – 2016. – №28. – P.345-352 (119).

160. Sharma, V. K. Heart Rate Variability in Adolescents - Normative Data Stratified by Sex and Physical Activity / V. K. Sharma, S. K. Subramanian, V. Arunachalam et al. // Clin. Diagn. Res. - 2015- N9(10). – P. 08-13.
161. Sharma, S. International Recommendations for Electrocardiographic Interpretation in Athletes / S. Sharma, J. A. Drezner, A. Baggish et al. // Journal Of The American College Of Cardiology. – 2017.- Vol.4,№8. – P.1057-1075 (120).
162. Shimizu, I. Physiological and pathological cardiac hypertrophy / I. Shimizu, T. Minamino // J Mol Cell Cardiol. -2016 –N 97(2).- P.45-62.
163. Varma, N. 2021 ISHNE/ HRS/ EHRA/ APHRS collaborative statement on mHealth in Arrhythmia Management: Digital Medical Tools for Heart Rhythm Professionals / N. Varma, I. Cygankiewicz, M. Turakhia // AnnNoninvasive Electrocardiol. – 2020. – 53 (121).
164. Verdile, L. Clinical significance of exercise-induced ventricular tachyarrhythmias in trained athletes without cardiovascular abnormalities / L Verdile B. Maron, A. Pelliccia et al. // Heart Rhythm – 2015. - №12.– P.78 – 85. (122).
165. Weberrus, H. Training intensity influences left ventricular dimensions in young competitive athletes / H. Weberruß, L. Baumgartner, F. Mühlbauer et al. // Cardiovasc Med. -2022. - N6 (9:). – P.961-979.
166. White, S. C. Cardiovascular Considerations in the Female Athlete / S. C. White, J. M. Goldberg, R. W. Battle RW // Clin Sports Med. -2017.-N36(4). – P.611-625
167. Zdravkovic, M. Correlation between ECG changes and early left ventricular remodeling in preadolescent footballers / M. Zdravkovic, B. Milovanovic, S. Hinic et al. // Physiol. Int. -2017. -Vol. 104, N1.- P.42-51.