

ЗУБАРЕВ СТЕПАН ВЛАДИМИРОВИЧ

НЕИНВАЗИВНОЕ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ПРИ  
ПОЛНОЙ БЛОКАДЕ ЛЕВОЙ НОЖКИ ПУЧКА ГИСА И РАЗЛИЧНЫХ  
РЕЖИМАХ ЭЛЕКТРОКАРДИОСТИМУЛЯЦИИ

14.01.05 – кардиология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург – 2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Научный руководитель** – доктор медицинских наук, профессор РАН Лебедев Дмитрий Сергеевич

**Официальные оппоненты:**

**Никифоров Виктор Сергеевич** – доктор медицинских наук, ФГБОУ ВО "Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова" Минздрава России, кафедра функциональной диагностики, профессор кафедры

**Нифонтов Евгений Михайлович** – доктор медицинских наук, ФГБУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава России, кафедра факультетской терапии с курсом эндокринологии, кардиологии и функциональной диагностики имени Г.Ф. Ланга с клиникой, профессор кафедры

**Ведущая организация** – НИИ кардиологии Томского НИМЦ Российской академии наук

Защита диссертации состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г. в \_\_\_\_\_ часов на заседании диссертационного совета Д 208.054.04 при ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова» Минздрава России (197341, г. Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, 2).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова» Минздрава России (197341, г. Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, 2; адрес сайта: [www.almazovcentre.ru](http://www.almazovcentre.ru)).

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 208.054.04

доктор медицинских наук, профессор

Недошивин Александр Олегович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность и степень разработанности темы исследования

Начало 21 века связано с прорывом в разработках эффективных методов диагностики и лечения сердечно - сосудистых заболеваний. Одной из до конца нерешенных проблем в кардиологии остается лечение хронической сердечной недостаточности (ХСН). По данным исследований известно, что в США ХСН страдает 5 млн. человек (2,5% населения) и их количество достигнет 8,5 млн. к 2030 году (Braunwald E., 2013). В Европе приблизительно 2% взрослого населения страдают ХСН (Brignole M. et al., 2013). В России по результатам исследований ЭПОХА-ХСН и ЭПОХА-О-ХСН известно, что распространенность в популяции ХСН I-IV функционального класса (ФК) составляет 7% (7,9 млн. человек) (Мареев В.Ю. и др., 2013).

15% из всей популяции пациентов с ХСН имеют внутрижелудочковые нарушения проводимости (Havranek E. et al., 2002; Shenkman HJ. et al., 2000). На фоне расширения QRS комплекса за счет внутрижелудочковых блокад возможно формирование диссинхронии, что в конечном итоге приводит к нарушению систолической и/или диастолической функций, митральной и трикуспидальной регургитации, лежащих в основе патогенеза ХСН. В исследовании IN-CHF registry было показано, что именно полная блокада левой ножки пучка Гиса (ПБЛНПГ), а не полная блокада правой ножки пучка Гиса является независимым предиктором смерти у больных ХСН в течение года (Baldasseroni S. et al., 2003). В связи с этими данными наибольшее количество научных работ посвящено изучению именно ПБЛНПГ и выявлению диссинхронии на ее фоне.

Существует ряд методик оценки диссинхронии — от 12-ти канальной электрокардиографии (ЭКГ) до сложных инструментальных методов (Sweeney MO. et al., 2010; Gorcsan J. et al., 2008; Лишманов Ю.Б. и др., 2011; Fung JW. et al., 2004; Jia P. et al., 2006).

Одним из ведущих способов коррекции диссинхронии является метод сердечной ресинхронизирующей терапии (СРТ). Мета-анализ 5 рандомизированных многоцентровых исследований подтвердил достоверное влияние СРТ: на общую смертность (уменьшение на 29%), на смертность вследствие прогрессии СН (снижение на 38%) (Rivero-Ayerza M. et al., 2006). Несмотря на использование в практике современных международных рекомендаций по отбору пациентов на СРТ, треть из них не отвечает на данный вид лечения даже при условии оптимальной медикаментозной терапии (Brignole M. et al., 2013; Abraham WT. et al., 2002). Причинами низкого ответа на СРТ могут являться: обширные рубцовые поля, отсутствие межжелудочковой и внутрижелудочковой диссинхронии (МЖД и ВЖД) на фоне исходного ритма, отсутствие целевой вены коронарного синуса, неоптимальные параметры электрокардиостимуляции (Brignole M. et al., 2013; Bleeker GB. et al., 2006; Bax LJ. et al., 2004; Bertini M. et al., 2009; Houthuizen P. et al., 2011; Brabham WW. et al., 2013). Несомненный

вклад в ответ на СРТ оказывает взаимное расположение стимулирующего полюса имплантированного левожелудочкового электрода (ЛЖЭ) и зоны поздней активации левого желудочка (ЛЖ) (Gorcsan J. et al., 2008). Кроме того, малая дистанция между правожелудочковым электродом (ПЖЭ) и ЛЖЭ вносит негативный вклад на эффект СРТ (Singh JP. et al., 2006; Heist EK. et al., 2005). Вышеперечисленные факторы могут приводить к недостаточному ответу на СРТ терапию, что в свою очередь приводит к увеличению расходов на лечение данных пациентов с уже имплантированными дорогостоящими устройствами.

Одним из новых направлений кардиологии в поиске предикторов недостаточного ответа и оптимальной коррекции диссинхронии является неинвазивное электрофизиологическое картирование (НЭФК) сердца. В ряде работ показана гетерогенность локализации зоны поздней активации при ПБЛНПГ (Ploux S. et al. 2013, Berger T. et al., 2011). Однако не проведено сопоставление данных зон со структурными изменениями миокарда ЛЖ. На малой выборке пациентов продемонстрировано изменение паттерна активации сердца при изолированной и бивентрикулярной электрокардиостимуляции (Jia P. et al., 2006; Berger T. et al., 2011). При этом не показана динамика возбуждения при различных задержках бивентрикулярной стимуляции. По данным литературы также не проводилось количественного сопоставления зоны поздней активации с положением ЛЖЭ. Кроме того, не выявлены работы, демонстрирующие сравнение результатов НЭФК и тканевой эхокардиографии. Таким образом, в настоящее время неинвазивное электрофизиологическое картирование изучено не в полной мере.

### **Цель исследования**

Оценка информативности неинвазивного электрофизиологического картирования для прогнозирования места имплантации левожелудочкового электрода и оптимизации бивентрикулярной электрокардиостимуляции.

### **Задачи исследования**

1. Оценить по сегментам зону поздней активации эпикарда левого желудочка при полной блокаде левой ножки пучка Гиса.
2. Сопоставить зону поздней активации со структурными изменениями миокарда и позицией левожелудочкового электрода.
3. Качественно и количественно методом неинвазивного электрофизиологического картирования оценить меж- и внутрижелудочковую диссинхронию левого желудочка при исходном ритме и различных задержках бивентрикулярной стимуляции.

4. Сопоставить результаты неинвазивного электрофизиологического картирования по диссинхронии желудочков с данными электрокардиографии и тканевой допплер эхокардиографии.

### **Научная новизна**

Выявлена взаимосвязь между расстоянием от стимулирующего полюса левожелудочкового электрода до зоны поздней активации при полной блокаде левой ножки пучка Гиса. При расстоянии, значимо превышающем ширину одного сегмента левого желудочка, наблюдается отсутствие эффекта от сердечной ресинхронизирующей терапии. Определено, что при неинвазивном электрофизиологическом картировании зона поздней активации занимает меньшее количество сегментов левого желудочка при сравнении с данными тканевой допплер эхокардиографии. Выявлена возможность качественной и количественной оценки внутрижелудочковой диссинхронии левого желудочка на различных режимах бивентрикулярной стимуляции с помощью неинвазивного электрофизиологического картирования. Использование трехмерной модели сердца дает возможность точного измерения расстояния между стимулирующими полюсами желудочковых электродов.

### **Практическая значимость**

Разработан метод комбинированного выполнения магнитно-резонансной томографии сердца и неинвазивного электрофизиологического картирования. Предложен способ предоперационного сегментарного сопоставления зоны поздней активации и структурных изменений миокарда левого желудочка при полной блокаде левой ножки пучка Гиса. Установлено, что неинвазивное электрофизиологическое картирование позволяет оценить электрический ответ на сердечную ресинхронизирующую терапию путем качественного и количественного анализа данных до и после операции. Усовершенствована методика использования неинвазивного электрофизиологического картирования как с контрастной, так и с бесконтрастной компьютерной томографией.

### **Методология и методы исследования**

В диссертационной работе проведен анализ данных обследования 61 пациента. В работе использованы: неинвазивное электрофизиологическое картирование, мультиспиральная компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, эхокардиография с тканевой допплерографией, программаторы для ресинхронизирующих устройств.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Качественные и количественные результаты неинвазивного электрофизиологического картирования детализируют диссинхронию и динамику ее изменений после имплантации ресинхронизирующих устройств.
2. Комбинированный метод неинвазивного электрофизиологического картирования и магнитно-резонансной томографии позволяет сопоставить электрические и структурные изменения левого желудочка при полной блокаде левой ножки пучка Гиса.
3. Положительный эффект сердечной ресинхронизирующей терапии зависит от совпадения зоны поздней электрической активации с местом имплантации левожелудочкового электрода.

### **Степень достоверности и апробация результатов**

Материалы диссертации были представлены в виде докладов на конференциях: II Международная научно-практическая конференция «Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования в физиологии и медицине» (26-28 октября 2011 г., Санкт-Петербург), X Международный славянский Конгресс по электростимуляции и клинической электрофизиологии сердца «Кардиостим» (16-18 февраля 2012 г., Санкт-Петербург), V всероссийский съезд аритмологов (13-15 июня 2013 г., Москва), XI Международный славянский конгресс по электростимуляции и клинической электрофизиологии сердца «Кардиостим» (27 февраля – 1 марта 2014 г., Санкт-Петербург), III Школа практической аритмологии (15-19 сентября 2014 г., Санкт-Петербург), IV Школа практической аритмологии (3-9 сентября 2015 г., Санкт-Петербург), Санкт-Петербургский аритмологический форум (23-25 июня 2016 года), международный конгресс кардиологов «ESC Congress 2016» (27-31 августа 2016 г., Рим), V Школа практической аритмологии (14-16 сентября 2016 г., Санкт-Петербург), VII Всероссийский съезд аритмологов (1-3 июня 2017 г., Москва), международный конгресс «EHRA Europace 2017» (18-21 июня 2017 г., Вена), международный конгресс «EHRA Europace 2018» (18-20 марта 2018 г., Барселона).

По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ, из них 5 статей в изданиях, включенных в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий» Высшей Аттестационной Комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации; 13 тезисов как в отечественных (6), так и в зарубежных (7) сборниках трудов научных конференций.

Результаты исследования внедрены в клиническую практику ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России (Санкт-Петербург), 2) НИИ кардиологии Томского НИМЦ (Томск).

## Личный вклад автора

Автором составлен дизайн научного исследования, база данных пациентов, проведен статистический анализ результатов исследования, подготовлены статьи. Автор выполнял неинвазивное электрофизиологическое картирование до и после имплантации сердечных ресинхронизирующих устройств.

## Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 130 страницах, состоит из введения, четырех глав, выводов и практических рекомендаций. Список литературы содержит 136 источников, из них 19 отечественных и 117 зарубежных авторов. Текст иллюстрирован 38 рисунками и 12 таблицами.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Материалы и методы исследования

**Общая характеристика пациентов.** В исследование включен 61 пациент с ХСН и ПБЛНПГ, которые были обследованы на базе ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова». В группу кандидатов на СРТ вошли 37 больных (36 на синусовом ритме, 16 с ИБС, 8 с реваскуляризацией, 23 мужчины), которым выполнялось НЭФК с контрастной магнитно-резонансной томографией (МРТ) до имплантации устройств. Во вторую группу вошли 24 пациента (19 на синусовом ритме; 13 с ИБС, 9 с реваскуляризацией, 20 мужчин) с уже имплантированными СРТ устройствами, которым выполнялось НЭФК с контрастной компьютерной томографией (КТ).

**Предоперационная группа с НЭФК и МРТ (n=37).** Проводилось деление на подгруппы в зависимости от выявленных изменений структуры миокарда ЛЖ по МРТ. Далее у пациентов были сопоставлены зоны поздней активации эпикарда ЛЖ по данным НЭФК и тканевой эхокардиографии (ТЭХОКГ). Кроме того, выявленные зоны поздней активации, были сопоставлены со структурными изменениями миокарда ЛЖ по МРТ. Также проведено дальнейшее отслеживание пациентов после обследования.

**Группа с имплантированными СРТ устройствами и проведенной послеоперационной КТ с НЭФК (n=24).** Пациенты, включенные в исследование, различались по степени ответа на СРТ. Критериями ответа считалось снижение ФК ХСН не менее чем на один класс, уменьшение КСО ЛЖ на 15% и более [Foley P. et al., 2009; Bleeker GB. et al., 2006]. В случае одновременно положительной клинической (по ФК ХСН) и ЭХОКГ динамики пациент считался полным респондером. При наличии только положительной клинической динамики больной считался неполным респондером. При отсутствии уменьшения ФК ХСН и КСО ЛЖ или отрицательной динамики данных показателей пациент расценивался как нереспондер. У всех больных доля бивентрикулярной

стимуляции (БиСтим) составляла 95% и более по данным статистики устройств. Проведено сопоставление данных НЭФК с 12-канальной ЭКГ, ЭХОКГ, ТДЭХОКГ. Сопоставлена зона поздней активации и положение ЛЖЭ на сегментарной трехмерной (3D) модели сердца. Измерено расстояние между стимулирующими полюсами желудочковых электродов.

**Критериями включения** в диссертационное исследование были: возраст старше 18 лет; ХСН II и III ФК; ФВ ЛЖ равная или менее 35% (Simpson); ПБЛНПГ на исходном ритме; оптимальная медикаментозная терапия ХСН; наличие в СРТ устройствах ПЖ электрода в верхушке, подписанное информированное согласие на участие в исследовании. **Критериями исключения** являлись: стандартные противопоказания к МРТ (при ее выполнении) или к КТ (при ее выполнении), кожные заболевания, нарушения целостности кожных покровов на поверхности грудной клетки, аллергические реакции на компоненты одноразовых электродов ЭКГ.

**Регистрация многоканальной ЭКГ.** С помощью модуля многоканального картирования системы «Amycard 01C EP LAB» (Рисунок 1) осуществлялась синхронная регистрация ЭКГ сигналов от униполярных отведений (до 240). Использовались 8-ми электродные полоски ЭКГ, наклеенные последовательно по всей окружности грудной клетки. Руки у пациентов находились в расслабленном виде и были расположены вдоль туловища. Записывался собственный ритм с ПБЛНПГ. Помимо этого, у пациентов с СРТ (n=24) осуществлялась регистрация БиСтим по схеме последовательного опережения ПЖ, а затем ЛЖ (40-30-20-15-10-5-0 мс). Задержки в 5 и 15 мс были записаны у 11 из 24 больных, так как не все модели СРТ устройств позволяли это сделать. Исходный режим БиСтим был ПЖ-ЛЖ 0 мс у 23 пациентов, у одного — ЛЖ-ПЖ 5 мс. Кроме того, записывались режимы изолированной ПЖ и ЛЖ стимуляции (изоПЖстим и изоЛЖстим).

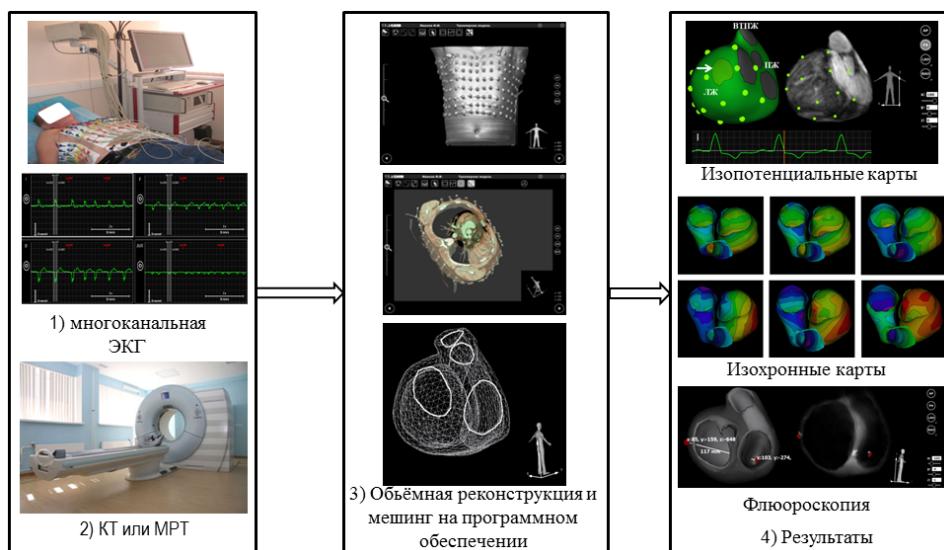


Рисунок 1 — Порядок проведения неинвазивного электрофизиологического картирования

**Мультиспиральная КТ** проводилась на томографе Somatom Definition 128 sl (Siemens, Germany). Все сканирования проводились в крацио-каудальном направлении. Толщина реконструированных срезов торса в аксиальной плоскости составляла 3 мм, сердца — 0,75 мм. Серия торса выполнялась без ЭКГ синхронизации и без введения контраста с захватом ранее наложенных электродных полосок. Сканирование сердца происходило за несколько сердечных циклов с ЭКГ синхронизацией, на задержке дыхания, с использованием контраста «Ультравист 370» из расчета 1 мл на 1 кг, но не более 100 мл.

**МРТ** выполнялась на аппарате MAGNETOM Trio A Tim, Siemens AG, Germany с индукцией магнитного поля 3,0 Тл. Сканирование проводилось в две серии: торса и сердца без ЭКГ синхронизации на задержке дыхания в модифицированном режиме VIBE. Толщина реконструированных срезов торса в аксиальной плоскости составляла 2,5 мм, сердца — 2 мм. Для контрастирования использовался парамагнитный препарат “Гадовист” 15 мл из расчета 0,1 ммоль/кг веса. Визуализация постишемического и поствоспалительного фиброза осуществлялась PSIR режимом МРТ. Контрастные сканирования сердца проводились через 15 минут после введения препарата. Оценка структурных нарушений проводилась врачом-экспертом вручную на основании общепринятой модели деления ЛЖ на сегменты (Cerqueira MD. et al., 2009). Более того, оценивалась глубина повреждений по слоям стенки ЛЖ (эндокард, интрамуральный отдел, эпикард).

**Анализ данных неинвазивного картирования.** Полученные данные ЭКГ и КТ (или МРТ) импортировались в программу обработки «Amycard 01C EP LAB». Проводилась объемная реконструкция торса. Далее каждый сигнал ЭКГ привязывался к определяемым трехмерным координатам центра соответствующего электрода ЭКГ. Затем проводилось построение воксельных и полигональных 3D моделей желудочков сердца с последующей реконструкцией униполярных электрограмм. В данной работе строились эпи - и эндокардиальные модели желудочков сердца.

**Межжелудочковое электродное расстояние.** Стимулирующие полюса ЛЖЭ и ПЖЭ обозначались специальными маркерами, и измерялось расстояние между ними на 3D анатомических моделях. У всех пациентов стимулирующим полюсом ЛЖЭ был дистальный конец (tip). Стоит отметить, что только использование эндокардиальных моделей в режиме прозрачного эпикарда позволило достоверно провести измерение данной дистанции, так как ПЖЭ у всех располагался эндокардиально в верхушке ПЖ.

**Маркировка ЛЖ** с помощью НЭФК осуществлялась равномерно вручную согласно принятой 17-сегментарной модели деления, применяемой при томографии (Cerqueira MD. et al., 2009). Точной отсчета постановки маркеров являлся выставленный базальный маркер в зоне соединения стенки ПЖ с базальным отделом нижней стенки ЛЖ. Условная середина каждого сегмента ЛЖ с эндокардиальной поверхности также дополнительно обозначалась маркером.

**Оценка ширины сегмента ЛЖ и положения стимулирующего полюса левожелудочкового электрода.** По поверхности эпикарда измерялась величина ширины сегмента ЛЖ на 3D модели, и определялось местоположение tip ЛЖЭ.

**Использовались изопотенциальные карты** на основе реконструированных униполярных электрограмм. С помощью данных карт оценивалась поздняя зона активации при ПБЛНПГ и ранняя зона активации при изоЛЖстим на эпикарде ЛЖ. Зона ранней активации при изоЛЖстим верхушки визуализировалась на эндокардиальной модели. По данным картам также определялось расстояние от tip ЛЖЭ до центра зоны поздней активации на эпикарде ЛЖ при ПБЛНПГ. Далее оценивалось отношение, где в числителе было расстояние в миллиметрах от tip ЛЖЭ до зоны поздней активации на эпикарде ЛЖ при ПБЛНПГ, а в знаменателе была величина в миллиметрах измеренной ширины сегмента ЛЖ. Данное отношение приводилось для объективизации данных.

**Сопоставление зоны поздней электрической активации с изменениями структуры миокарда левого желудочка.** На 3D моделях желудочков сердца проводилась сегментарная оценка зоны поздней активации ЛЖ при ПБЛНПГ. Для этих целей использовались изопотенциальные карты на основе реконструированных униполярных электрограмм. Далее врачом вручную сравнивались полученные данные МРТ и НЭФК. Термин «полное совпадение» применялся при сегментарном соответствии зоны поздней активации и структурных изменений миокарда ЛЖ. Термин «частичное совпадение» использовался при расположении поздней зоны на границе двух сегментов и наличием поствоспалительного фиброза или ишемического рубца только в одном из этих сегментов ЛЖ.

**Оценка внутрижелудочковой диссинхронии.** Качественная и количественная оценка ВЖД осуществлялась по статическим изохронным Activation Directional Mapping (ADM) картам НЭФК. Количественная оценка ВЖД проводилась в виде расчета времени стандартного отклонения активации для 12 сегментов (SD12) ЛЖ. Для этой цели из маркерной точки, обозначающей середину сегмента ЛЖ с эндокардиальной поверхности, измерялась величина времени в миллисекундах. Полученное значение отражало время активации миокарда выбранного сегмента ЛЖ за весь QRS комплекс. Подобное измерение выполнялись для всех базальных (6) и всех срединных (6) сегментов ЛЖ. На основании полученных времен активации 12 сегментов ЛЖ рассчитывался показатель SD12. После этого сравнивались показатели SD12 на исходном ритме при ПБЛНПГ и на установленном режиме БиСтим. Кроме того, проводилось сопоставление методик НЭФК и ЭХОКГ по показателям SD12 до и после операции. Также в группе КТ показатель SD12, измеренный по НЭФК, сравнивался с помощью корреляционного анализа с шириной бивентрикулярного QRS комплекса. Сопоставление проводилось для записанных режимов БиСтим.

**Оценка межжелудочковой диссинхронии.** Для оценки МЖД методом НЭФК использовались активационные ADM карты в режиме движения фронта возбуждения. МЖД

оценивалась как разница во времени между началом активации ПЖ и началом активации ЛЖ на эндокардиальной модели желудочков. После этого сравнивались показатели МЖД на исходном ритме при ПБЛНПГ и на установленном режиме БиСтим. Кроме того, проводилось сопоставление методик НЭФК и ЭХОКГ по показателям МЖД до и после операции.

**Трансторакальное ЭХОКГ** исследование на аппарате Vivid 7 с датчиком 2,5 MHz (GE, Vingmed Dimensions, Norway) осуществлялось как до, так и после имплантации СРТ. Послеоперационные исследования, использованные в работе, выполнялись в сроки не ранее чем 6 месяцев от выписки из стационара. При этом ЭХОКГ приводилась в сроки максимально приближенные к датам проведения НЭФК. По данным ЭХОКГ оценивались размеры, объемы ЛЖ, ФВ ЛЖ. Проводился анализ диссинхронии (МЖД и ВЖД) по ЭХОКГ и ТДЭХОКГ. Кроме того, выявленные области поздней активации по ТДЭХОКГ сопоставлялись врачом вручную с изменениями структуры миокарда по МРТ. Термин «полное совпадение» применялся при сегментарном соответствии зоны поздней активации и структурных изменений миокарда ЛЖ. Термин «частичное совпадение» использовался при расположении поздней зоны на большем количестве сегментов ЛЖ в сравнении с выявленной сегментарной локализацией постинфарктного фиброза или ишемического рубца ЛЖ.

**Статистическая обработка данных.** Характеристики исследованных групп были представлены с помощью методов описательной статистики. Проверка на нормальность распределения количественных показателей осуществлялась с использованием теста Шапиро-Уилка. Статистически значимыми принимались значения  $p < 0,05$ . Для непрерывных переменных с неправильным распределением была рассчитана медиана (Me), квартили (LQ; UQ), минимальное и максимальное значение признака. Для непрерывных переменных с правильным распределением была рассчитана средняя величина, минимальное и максимальное значение. Из количественных параметров также вычислялось стандартное отклонение (SD). Качественные переменные представлены в виде абсолютного и относительного числа наблюдений. Анализ качественных признаков проводился при помощи точного критерия Фишера. Описание взаимосвязи между количественными показателями проводилось с помощью коэффициента корреляции Спирмена. Парное сравнение зависимых выборок осуществлялось по критерию Вилкоксона. Статистическая обработка данных проводилась при помощи пакета статистических программ STATISTICA v.10 (StatSoft Inc., USA).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**1. Паттерн активации при полной блокаде левой ножки пучка Гиса.** В группах КТ и МРТ суммарно у 61 пациента был оценен характер активации миокарда желудочков

сердца. Наиболее часто зона поздней активации ЛЖ при ПБЛНПГ визуализировалась на границе заднего и бокового сегментов ЛЖ в базальном отделе — у 27 больных (44%), несколько реже на боковом базальном сегменте ЛЖ — 17 (28%) (Рисунок 2).



Рисунок 2 — Локализация зоны поздней активации на эпикарде ЛЖ при ПБЛНПГ

## 2. Результаты в предоперационной группе с НЭФК и МРТ.

**Оценка структурных изменений миокарда ЛЖ по МРТ.** Исходя из полученных результатов, все пациенты были разделены на три подгруппы (Таблица 1). Стоит отметить, что у одного больного из подгруппы с ИБС не был выявлен постишемический фиброз. Однако по данным коронарографии у него ранее было визуализировано поражение артерий и проведено эффективное стентирование. Полученные результаты в таблице 1 демонстрируют, что 25 пациентов имеют поствоспалительный фиброз миокарда. Данные изменения структуры наиболее часто локализовались в интрамуральных отделах МЖП на срединном и базальном уровне. В срединном нижнеперегородочном сегменте МЖП выявлен интрамуральный фиброз у 22 пациентов (88%), в базальном нижнеперегородочном отделе — 19 (76%). В переднеперегородочном базальном сегменте МЖП интрамуральный фиброз определялся у 19 больных (76%), в переднеперегородочном срединном — 17 (68%).

Таблица 1 — Сегментарная оценка структурных изменений миокарда ЛЖ

Сегменты ЛЖ по уровням	Вид и локализация поражения	Поствоспалительный фиброз (n=21)			ИБС (n=12) с рубцом (n=11)			Поствоспалительный фиброз и рубец (n=4)		
		эндо	интра	эпи	эндо	интра	эпи	эндо	интра	эпи
Задний	Б	0	5	5	6	4	2	1	0	0
	С	0	4	5	8	7	3	2	0	0
Боковой	Б	0	5	5	4	3	0	1	1	0
	С	0	6	7	2	0	0	1	1	1
	А	0	0	0	5	4	2	0	0	0
Нижний	Б	0	2	6	3	3	2	1	0	0
	С	0	2	6	4	4	2	2	0	0
	А	0	0	0	5	4	0	1	1	0
Передний	Б	0	2	0	2	2	0	0	0	0

	C	0	1	0	7	4	1	1	1+1*	0
	A	0	0	0	7	5	1	0	0	0
Передне-перегородочный	Б	0	16	0	3	1	0	0	3*	0
	С	0	15	0	6	4	1	0	2*	0
Нижне-перегородочный	Б	0	19	0	2	1	0	0	0	0
	С	0	19	0	4	1	0	1	3*	0
Перегородка	A	0	5	0	5	4	1	0	2*	0
Верхушка	A	0	0	0	5	5	5	0	0	0
Нет изменений	-		0			1			0	

Примечание — Б — базальный уровень, С — срединный уровень, А — апикальный, Эндо — эндокардиальный слой миокарда ЛЖ, Интра — срединный слой миокарда ЛЖ, Эпи — эпикардиальный слой миокарда ЛЖ, \* — поствоспалительные изменения

Сравнение электрических и механических зон поздней активации при ПБЛНПГ в группе МРТ продемонстрировано в таблице 2.

Таблица 2 — Сопоставление электрических/механических зон поздней активации

Сегменты ЛЖ по уровням Вид поражения	задний		боковой		нижний		передний		Нет зоны	Всего зон
	Б	С	Б	С	Б	С	Б	С		
Поствоспалительный фиброз (n=21)	12/7	5/7	14/11	4/11	0/8	0/8	0/2	0/2	0/6	35/56
ИБС (n=12), с рубцом (n=11)	6/5	1/5	10/1	1/1	0/3	0/3	0/1	0/1	0/5	18/20
Поствоспалительный фиброз и рубец (n=4)	4/1	1/1	3/3	0/3	0/1	0/1	0/0	0/0	0/1	8/10

Примечание — Б — базальный уровень, С — срединный уровень

Электрические зоны поздней активации оценены методом НЭФК. При наличии зоны на границе двух сегментов указывались оба сегмента в таблице 2. Механические зоны поздней активации оценены также по сегментам методом ТДЭХОКГ. Выявлено, что при использовании ТДЭХОКГ зоны выявлялись не всегда. В подгруппе с поствоспалительным фиброзом 15 человек (71%) по ТДЭХОКГ имели позднюю область минимально на двух, максимально на восьми сегментах ЛЖ (медиана составила 4 сегмента). По данным же НЭФК — минимально на одном, максимально на двух сегментах (медиана составила 2 сегмента ЛЖ). В подгруппе с ИБС 7 (58%) по ТДЭХОКГ имели позднюю область минимально на двух, максимально на четырех сегментах ЛЖ (медиана составила два сегмента). По данным же НЭФК — минимально на одном, максимально на двух сегментах (медиана составила 1,5 сегмента ЛЖ). В подгруппе пациентов, имеющих и поствоспалительный фиброз и рубцовые изменения, двое обследованных по ТДЭХОКГ имели позднюю область на четырех сегментах ЛЖ, один — на двух сегментах. По данным же НЭФК — на двух сегментах ЛЖ.

**Отслеживание предоперационной группы с МРТ и НЭФК.** В настоящее время известно: 18-ти пациентам имплантированы системы СРТ-Д, 3 — ИКД, 1 — двухкамерный электрокардиостимулятор, 13 — динамическое наблюдение (трое отказались от операции), 2 — умерло.

В подгруппе с поствоспалительным фиброзом имплантировано 9 СРТ-Д и 1 ИКД. Послеоперационная позиция электродов оценивалась по данным КТ. В 7 случаях ЛЖЭ имплантировался в целевую вену без необходимости учета поствоспалительного фиброза на эпикарде. В 3 случаях с имплантацией определялся фиброз эпикарда на свободных стенках ЛЖ. В первом случае (наличие субэпикардиального и интрамурального фиброза базальных отделов задней и боковой стенок) ЛЖЭ имплантирован в апикальный отдел боковой стенки. Во втором случае (наличие субэпикардиального фиброза задней, боковой стенки ЛЖ на срединном и базальном уровне) ЛЖЭ был имплантирован в заднюю стенку на границе срединного и базального отдела. Несмотря на попадание ЛЖЭ в субэпикардиальную фиброзную ткань, описанную по МРТ, стимуляция и порог у пациента были адекватными. Это может свидетельствовать о том, что на фоне фиброза у данного пациента есть сохранные участки ткани в зоне имплантации. В третьем случае больному был поставлен ИКД в связи с невозможностью имплантации ЛЖЭ в зону интереса (по МРТ — фиброз эпикарда задней и боковой стенок ЛЖ на срединно-базальном уровне; отсутствие целевых вен коронарного синуса; отказ пациента от альтернативной имплантации).

В подгруппе с ИБС (n=12) имплантировано 7 СРТ-Д. В 4 случаях позиция ЛЖЭ не совпадала с зоной рубца. У 2 пациентов местоположение ЛЖЭ совпадало с зоной рубца (однако по МРТ у одного — рубец затрагивал только эндокард, у другого — эндокард и интрамуральный отдел без захвата эпикарда). Стоит отметить, что стимуляция у этих пациентов была эффективна. В 1 случае позиция ЛЖЭ частично совпадала с зоной рубца (однако по МРТ — рубец затрагивал только эндокард). Стимуляция у этого пациента также была эффективна. 2 больным имплантированы ИКД из-за обширных рубцовых полей с захватом эпикарда в зоне предполагаемой имплантации.

В третьей подгруппе (n=4) в настоящее время имплантировано 2 СРТ-Д. В обоих случаях ЛЖЭ имплантировался в целевую вену без необходимости учета поствоспалительного фиброза или рубца на эпикарде.

### **3. Результаты в СРТ группе с НЭФК и КТ.**

**Изолированная правожелудочковая стимуляция верхушки.** Начало возбуждения визуализировано в верхушке ПЖ с проекции электрода, а окончание — в выходном тракте ПЖ. Активация имела радиальный характер распространения. Начало возбуждения ЛЖ чаще наблюдалось в верхушке — 20 (84%). Окончание активации ЛЖ было с разным местоположением на эпикарде (от передней до задней стенки, чаще в базальных отделах).

**Изолированная левожелудочковая стимуляция.** Начало активации ЛЖ зависело от местоположения ЛЖЭ. Окончание возбуждения ЛЖ преимущественно наблюдалось в выходном тракте ЛЖ — 17 (71%). Начало активации ПЖ чаще определялось в выходном

тракте ПЖ — 10 (42%) и в МЖП — 9 (38%). Окончание возбуждения ПЖ наиболее часто было визуализировано в верхушке — 21 (88%).

**Качественная оценка ВЖД при БиСтим по данным НЭФК.** При БиСтим в разных режимах по данным статических изохронных ADM карт на эндокардиальных моделях желудочков в режиме прозрачного эпикарда качественно была оценена ВЖД ЛЖ. Качественный визуальный анализ данных карт показал, что характер распределения и площадь зон, закрашиваемых оттенками желтого и зеленого цветов на миокарде ЛЖ, отражают степень равномерности его активации. Чем больше площадь этих зон и чем более равномерно они располагаются на поверхности миокарда ЛЖ, тем однороднее происходит его активация (охват возбуждением), что может соответствовать наиболее оптимальному режиму БиСтим. При наличии широких зон, закрашиваемых оттенками красного, голубого и синего цветов, охват возбуждения ЛЖ происходит неравномерно, что, вероятно, соответствует неоптимальному режиму БиСтим. У 22 пациентов (с полным и клиническим эффектом от СРТ) на запрограммированном режиме БиСтим не отмечалось ВЖД на задней и боковой стенке ЛЖ по данным изохронных карт НЭФК.

У двух пациентов (без отчетливого эффекта от СРТ) отмечалась ВЖД при БиСтим на боковой стенке ЛЖ по данным изохронных карт НЭФК. При этом стимулирующий полюс ЛЖЭ визуализировался не оптимально по отношению к задней зоне при ПБЛНПГ.

**Количественная оценка ВЖД при БиСтим по данным НЭФК. Сравнение с 12-канальной ЭКГ.** Для количественной оценки ВЖД рассчитано SD12 ЛЖ по данным НЭФК и измерена ширина комплекса QRS на различных режимах БиСтим, указанных в таблице 3.

Таблица 3 — Режимы бивентрикулярной стимуляции

Режим ПЖ-ЛЖ, мс	SD12 ЛЖ, мс по НЭФК	QRS, мс	n, записей
40	26,8 (22,4;30,8)**	196 (186; 207)	24
30	26,4 (21,2; 29,4)	193 (184; 201)	24
20	25,1 (17,8; 30,4)	187 (178; 199)	24
15	22,9 (18,6; 26,5)	184 (181; 200)	11
10	23,6 (17,1; 27,6)	180 (173; 195)	24
5	21,5 (17,5; 22,8)	178 (171; 195)	11
0	18,6 (15,6; 22)	171 (164; 186)	24
-5*	20,5 (16,2; 26)	181 (165; 203)	11
-10*	24,1 (19; 29,9)	182 (171; 190)	24
-15*	23,1 (22,5; 30,1)	188 (181; 210)	11
-20*	26,7 (19,4; 30,3)	190 (176; 201)	24
-30*	26,7 (17,7; 32,5)	197 (182; 210)	24
-40*	28,5 (21; 33)	199 (187; 213)	24

Примечание, \* — при отрицательной межжелудочковой задержке первым активируется ЛЖ по отношению к ПЖ, \*\* — данные указаны в виде медианы и квартилей

Исходя из результатов таблицы 3, построена зависимость медианы SD12 ЛЖ от величины задержки активации между желудочками при БиСтим (Рисунок 3). При задержке 0 мс величина медианы SD12 была минимальна.

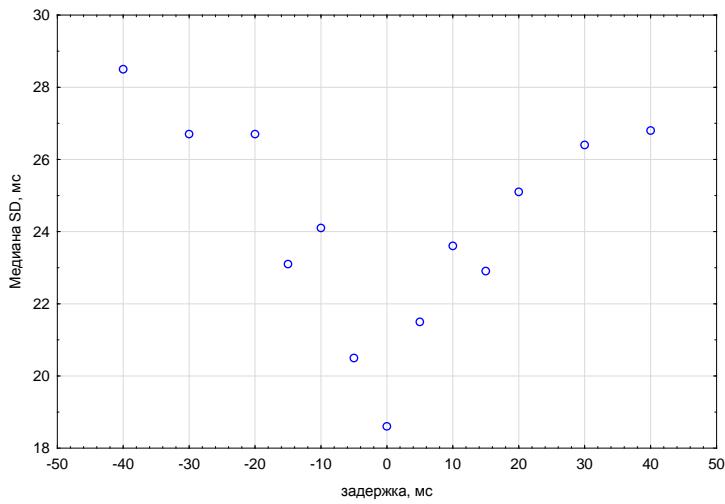


Рисунок 3 — Зависимость медианы SD12 от величины задержки

Примечание, \* — при отрицательной межжелудочковой задержке первым активируется ЛЖ по отношению к ПЖ

Также построена зависимость медианы QRS от величины задержки активации между желудочками при БиСтим (Рисунок 4). При задержке 0 мс величина медианы QRS была минимальна.

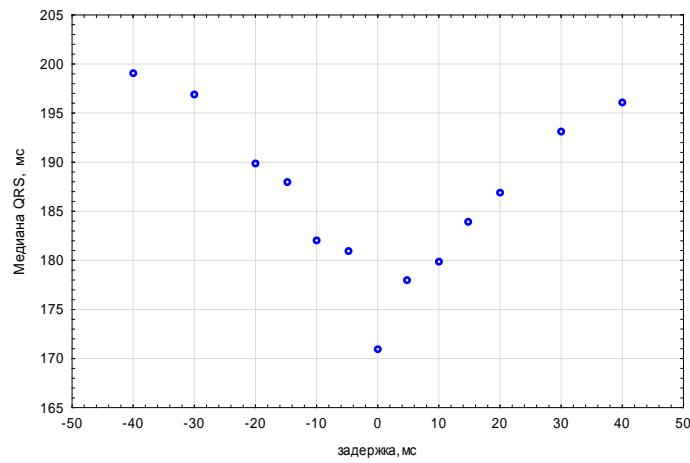


Рисунок 4 — Зависимость медианы QRS от величины задержки активации

Меньшему значению ширине бивентрикулярного QRS у всех больных соответствовало меньшее расчетное значение времени SD12, измеренного методом НЭФК. Выявлена статистически значимая положительная связь медианы SD12 и медианы ширины бивентрикулярного QRS ( $rs=0,93$ ,  $p<0,0001$ ) (Рисунок 5).

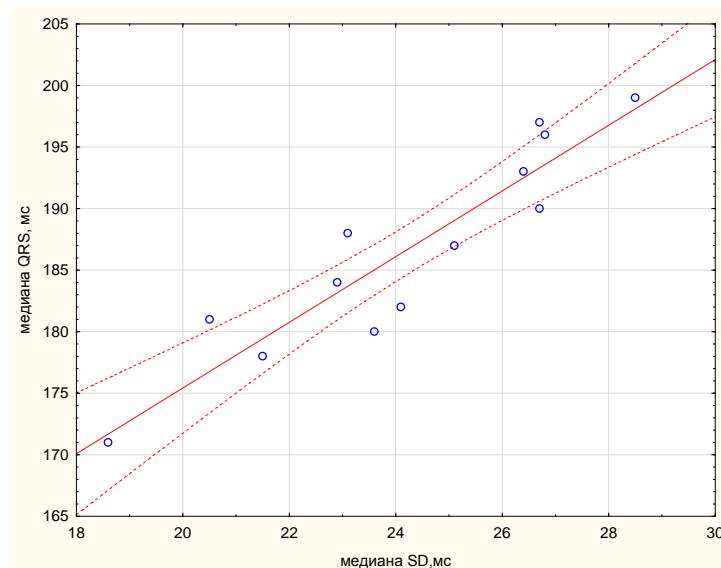


Рисунок 5 — Диаграмма рассеяния связи между медианами QRS и SD12 для разных задержек между желудочками (от -40 до 40 мс)

Проведено сопоставление МЖД и ВЖД у респондеров в группе СРТ методами НЭФК и ЭХОКГ (Таблица 4).

Таблица 4 — Сопоставление МЖД и ВЖД у респондеров в группе СРТ

n=22	НЭФК		ЭХОКГ		Корреляция методик	
	ПБЛНПГ	БиСтим	ПБЛНПГ	БиСтим	ПБЛНПГ	БиСтим
МЖД, мс	81 (60; 90)	37 (28; 49)	60 (54; 73)	34 (24; 51)	rs=0,58 p=0,005	rs=0,46 p=0,03
SD12 ЛЖ, мс	22,8 (20,6; 32)	17,7 (15,5; 21,9)	38,7 (24,9; 45)	21 (17; 34,4)	rs=0,43 p=0,04	rs=0,44 p=0,04

Примечание, rs — коэффициент корреляции Спирмена.

**Оценка эффекта от СРТ.** Среди пациентов с ответом на СРТ (n=22) выявлено 13 полных респондеров. У данных больных отмечалось снижение ФК ХСН на два (n=1), на один (n=12) и одновременное снижение КСО ЛЖ на 35 (22; 45) % с исходным уровнем. Динамика прироста ФВ ЛЖ у них составила 8 (4; 13) %.

9 больных явились клиническими респондерами. Отмечалось снижение ФК ХСН на один (n=9). Уменьшение КСО ЛЖ составило 7 (0; 10) %. Прирост ФВ ЛЖ — 1 (0; 3) %. В целом, у пациентов с полным и частичным ответом на СРТ (n=22) выявлено статистически значимое снижение показателей: КДР ЛЖ с 73,5 (68; 75) мм до 68 (61; 72) мм, p<0,001; КСР ЛЖ с 60,5 (59; 66) мм до 55 (47; 61) мм, p<0,001; КДО ЛЖ со 275 (240; 307) мл до 219 (197; 270) мл, p<0,001; КСО ЛЖ со 198 (152; 230) мл до 158 (131; 177) мл соответственно, p<0,001.

Бивентрикулярный QRS у пациентов с полным и частичным ответом на СРТ уменьшился с 190 (174; 204) мс до 169 (164; 177) мс соответственно,  $p=0,04$ .

У больных без ответа на СРТ ( $n=2$ ) не наблюдалось снижения ФК ХСН. У одного пациента была отрицательная динамика в виде увеличения КСО ЛЖ на 44% и дальнейшее снижение ФВ ЛЖ на 8% до значения 21%. У второго пациента также была отрицательная динамика в виде увеличения КСО ЛЖ на 42%.

**Сравнение электрических и механических зон поздней активации при ПБЛНПГ в группе КТ (Таблица 5).**

Таблица 5 — Сопоставление электрических/механических зон поздней активации

Вариант ответа на СРТ	Сегменты левого желудочка											
	задний		боковой		нижний		передний		Нижне-перегородочный		Нет зон	Всего зон
	Б	С	Б	С	Б	С	Б	С	Б	С	-	-
Полный респондер, $n=13$	10/6	2/6	11/7	1/7	0/2	0/2	0/1	0/1	0/2	0/2	0/2	24/36
Клинический респондер, $n=9$	2/4	0/4	8/4	0/4	0/1	0/1	0/1	0/1	0/0	0/0	0/3	10/20
Нет ответа, $n=2$	1/1	1/1	1/0	0/0	0/1	0/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/1	3/4

Примечание — Б — базальный уровень, С — срединный уровень

Зона поздней электрической активации при ПБЛНПГ по данным НЭФК выявлялась у всех пациентов и занимала меньшее количество сегментов ЛЖ в сравнении с ТДЭХОКГ.

**Оценка расстояния от стимулирующего полюса ЛЖЭ до зоны поздней активации при ПБЛНПГ.** С помощью НЭФК определена позиция tip ЛЖЭ на 3D эпикардиальной модели желудочков сердца (Таблица 6).

Таблица 6 — Сегментарное положение tip левожелудочкового электрода

Положение tip ЛЖ электрода	Полный респондер, $n=13$	Клинический респондер, $n=9$	Без ответа на СРТ, $n=2$
На границе заднего и бокового в базальном отделе, п	4	3	0
На границе заднего и бокового в срединном отделе, п	0	1	0
Задний базальный, п	2	2	0
Задний срединный, п	1	1	0
Задний на границе базального и срединного отделов, п	3	0	0
Боковой базальный, п	2	1	0
Боковой срединный, п	1	0	0
Передний базальный, п	0	1	0
Передний срединный, п	0	0	1
Нижний срединный, п	0	0	1

Измерено расстояние от tip ЛЖЭ до центра зоны поздней активации эпикарда ЛЖ при ПБЛНПГ по данным НЭФК (Рисунок 6).

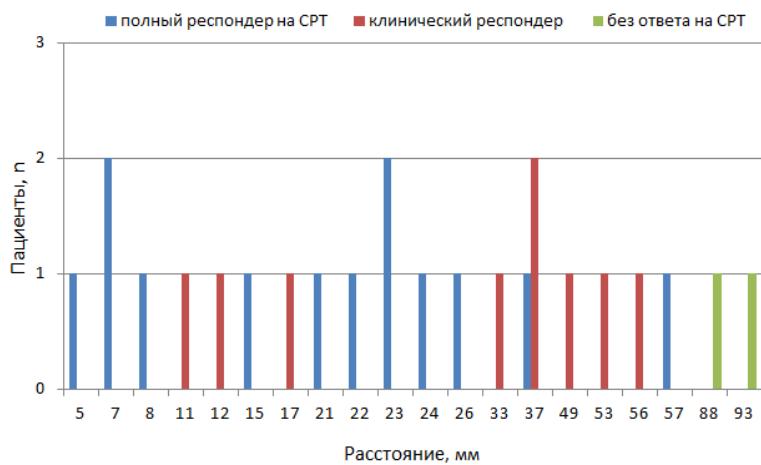


Рисунок 6 — Расстояние от tip ЛЖЭ до центра зоны поздней активации эпикарда ЛЖ при ПБЛНПГ, мм

Посчитано отношение, где в числителе расстояние в миллиметрах от tip ЛЖЭ до центра зоны поздней активации эпикарда ЛЖ при ПБЛНПГ, а в знаменателе величина в миллиметрах измеренной ширины сегмента ЛЖ (Рисунок 7).

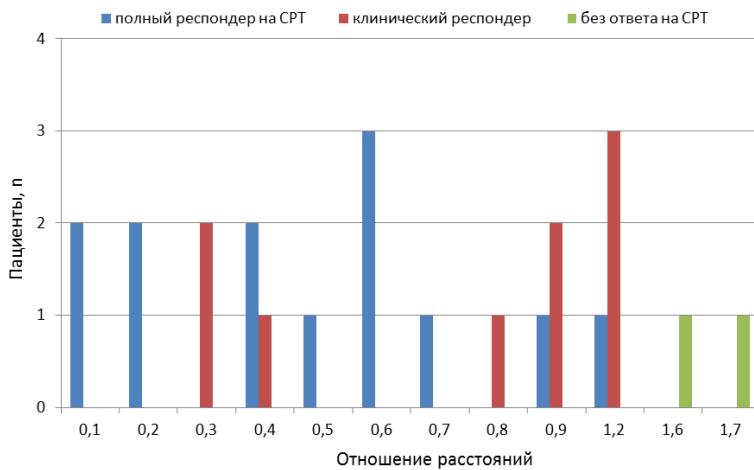


Рисунок 7 — Отношение расстояний

Установлено, что у нереспондеров расстояние от tip ЛЖЭ до зоны поздней активации значительно превышало ширину сегмента ЛЖ.

**Межжелудочковые электродные расстояния.** Данная величина составила: полные респондеры — 92 (71; 129) мм (медиана(min-max)), клинические респондеры — 93 (80; 117) мм, без ответа на СРТ — 49 и 71 мм.

**Возможность использования бесконтрастной томографии.** Применение только бесконтрастных серий торса позволило построить эпи/эндокардиальные модели желудочков,

сопоставимые по качеству с контрастными исследованиями. При этом хуже визуализировались атриовентрикулярные клапаны и выходные тракты желудочков, но, в целом, изображение оказалось удовлетворительным для проведения анализа. Обработка данных заняла в 1,5 раза больше времени. Однако поглощенная доза ионизирующего облучения при бесконтрастном исследовании была бы значительно ниже и составила 80 мГр•см. Для сравнения при введении контраста доза составила 625 (578; 770) мГр•см.

### **Выводы**

1. Зона поздней активации при полной блокаде левой ножки пучка Гиса по данным неинвазивного картирования имеет разную локализацию на эпикарде и не всегда совпадает со структурными изменениями миокарда.
2. Совпадение зоны поздней активации с местом имплантации левожелудочкового электрода и расположение желудочковых электродов не в близлежащих сегментах ассоциируются с положительным эффектом от сердечной ресинхронизирующей терапии.
3. Меньшему значению ширины QRS комплекса при бивентрикулярной стимуляции соответствует меньшая расчетная величина времени стандартного отклонения активации 12 сегментов левого желудочка, вычисленная с помощью метода неинвазивного картирования.
4. Бивентрикулярная стимуляция у пациентов с ответом на ресинхронизирующую терапию сопровождается положительной послеоперационной динамикой значений меж- и внутрижелудочковой диссинхронии, измеренных методами неинвазивного картирования и тканевой допплер эхокардиографии.
5. Одновременно минимальные значения времени стандартного отклонения активации 12 сегментов левого желудочка и ширины QRS комплекса при бивентрикулярной стимуляции не всегда отражают адекватную степень ресинхронизации.

### **Практические рекомендации**

1. Перед имплантацией сердечных ресинхронизирующих устройств обоснованно комбинированное выполнение магнитно-резонансной томографии сердца и неинвазивного электрофизиологического картирования для выбора оптимальной позиции левожелудочкового электрода.
2. При совпадении зоны поздней активации с поствоспалительным или постишемическим фиброзом, затрагивающим эпикард, целесообразно имплантировать левожелудочковый электрод в близлежащие неповрежденные области. Вопрос о позиционировании левожелудочкового электрода в зону поздней активации, несмотря на наличие в ней поствоспалительного фиброза эпикарда, остается дискутабельным и требующим изучения на большей выборке пациентов.

3. После имплантации ресинхронизирующих устройств возможно использование неинвазивного электрофизиологического картирования как с контрастной, так и с бесконтрастной компьютерной томографией. Однако, предпочтение стоит отдавать бесконтрастной томографии, как более безопасной.
4. Для эффективности сердечной ресинхронизирующей терапии необходимо имплантировать желудочковые электроды не в близлежащие сегменты.
5. В ситуации отсутствия эффекта от ресинхронизирующей терапии при бивентрикулярной стимуляции целесообразно выполнить неинвазивное электрофизиологическое картирование для оценки сегментарного положения левожелудочкового электрода по отношению к зоне поздней активации левого желудочка. Полученный результат взаимного расположения является весомым аргументом при решении вопроса о необходимости смены места имплантации левожелудочкового электрода.

#### **Список основных работ, опубликованных по теме диссертации**

1. Зубарев С. В. Возможности неинвазивного электрофизиологического картирования у больных с полной блокадой левой ножки пучка Гиса и различными режимами бивентрикулярной электрокардиостимуляции / С. В. Зубарев, М. П. Чмелевский, М. А. Буданова, М. А. Трукшина, Т. А. Любимцева, В. К. Лебедева, Д. С. Лебедев // Кардиология. –2017. - Том 57, № 5. - С. 33-37.
2. Зубарев С. В. Сопоставление зоны поздней активации с изменениями структуры миокарда левого желудочка у кандидатов на ресинхронизирующую терапию / С. В. Зубарев, М. П. Чмелевский, М. А. Буданова, А. В. Рыжков, М. А. Трукшина, В. К. Лебедева, М. Ю. Ситникова, Д. С. Лебедев // Российский кардиологический журнал. – 2017. - № 7 (147). - С. 93-98.
3. Зубарев С. В. Неинвазивное электрофизиологическое картирование и эффект от кардиоресинхронизирующей терапии: роль позиции левожелудочкового электрода / С. В. Зубарев, М. П. Чмелевский, М. А. Буданова, М. А. Трукшина, Т. А. Любимцева, В. К. Лебедева, Д. С. Лебедев // Трансляционная медицина. –2016. - Том 3, № 3. - С. 7-16.
4. Зубарев С. В. Совершенствование методики поверхностного неинвазивного эпикардиального и эндокардиального картирования при нарушениях внутрижелудочковой проводимости / С. В. Зубарев, М. П. Чмелевский, М. А. Буданова, М. А. Трукшина, А. В. Рыжков, А. В. Пахомов, Т. А. Любимцева, В. К. Лебедева, Д. С. Лебедев // Вестник Аритмологии. – 2015. - №80. - С. 42-48.
5. Revishvili A. Validation of the mapping accuracy of a novel non-invasive epicardial and endocardial electrophysiology system / A. Revishvili, D. Lebedev, E. Wissner, C. Lemes, S. Deiss, A. Metzner, V. Kalinin, O. Sopov, E. Labartkava, A. Kalinin, M. Chmelevsky, S.

**Zubarev, M. Chaykovskaya, M. Tsiklauri, KH. Kuck // Europace. – 2015. - Vol. 17. - P. 1282-1288.**

### Список сокращений

БиСтим	бивентрикулярная стимуляция
ВЖД	внутрижелудочковая диссинхрония
ИзоЛЖстим	изолированная стимуляция левого желудочка
ИзоПЖстим	изолированная стимуляция правого желудочка
ИКД	имплантируемый кардиовертер дефибриллятор
КТ	компьютерная томография
ЛЖ	левый желудочек
ЛЖЭ	левожелудочковый электрод
МЖД	межжелудочковая диссинхрония
МРТ	магнитно-резонансная томография
НЭФК	неинвазивное электрофизиологическое картирование
ПБЛНПГ	полная блокада левой ножки пучка Гиса
ПЖ	правый желудочек
ПЖЭ	правожелудочковый электрод
СРТ	сердечная ресинхронизирующая терапия
СРТ-Д	сердечная ресинхронизирующая терапия с функцией дефибрилляции
ТДЭХОКГ	тканевая допплер эхокардиография
ФВ	фракция выброса по Simpson
ФК	функциональный класс сердечной недостаточности
ХСН	хроническая сердечная недостаточность
ЭКГ	электрокардиография
ЭХОКГ	эхокардиография
ADM	activation direction mapping (картирование на основе анализа направлений активации миокарда)
SD12 ЛЖ	время стандартного отклонения активации для 12 сегментов ЛЖ
Tip	кончик левожелудочкового электрода
3D	трехмерное