

*На правах рукописи*

**Яшков Максим Валерьевич**

**Интервенционное лечение аритмий с использованием многоканального  
неинвазивного поверхностного и эндокардиального инвазивного  
картирования**

3.1.15. Сердечно – сосудистая хирургия (медицинские науки)

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:  
доктор медицинских наук  
Артюхина Е.А.

Москва – 2022

Работа выполнена на базе отделения электрофизиологических рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения аритмий государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук **Артюхина Елена Александровна**

**Официальные оппоненты:**

**Давтян Карапет Воваевич** – доктор медицинских наук, руководитель отдела нарушений ритма и проводимости сердца, врач сердечно-сосудистый хирург федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации;

**Сапельников Олег Валерьевич** – доктор медицинских наук, руководитель лаборатории хирургических и рентгенхирургических методов лечения нарушений ритма сердца отдела сердечно-сосудистой хирургии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии имени академика Е.И. Чазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Ведущая организация:** федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита состоится « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г. в \_\_\_ : часов на заседании диссертационного совета 21.1.044.01 при ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России по адресу: 117997, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России и на сайте [www.vishnevskogo.ru](http://www.vishnevskogo.ru)

Автореферат разослан « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г

Ученый секретарь диссертационного совета: доктор медицинских наук

**Сапелкин Сергей Викторович**

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Желудочковые нарушения ритма (ЖНР) сердца являются одной из наиболее сложных и актуальных проблем современной кардиологии и аритмологии. Они выявляются как при различных сердечно-сосудистых заболеваниях [Gorenec В., 2014], так и у здоровых лиц [Parmon E. V., 2003].

С развитием технологий в интервенционной аритмологии электрофизиологическое исследование и катетерная абляция желудочковых аритмий стали неотъемлемой частью диагностики и лечения пациентов с желудочковыми тахикардиями (ЖТ), фибрилляции желудочков (ФЖ). Устойчивые ЖТ могут вызывать серьезные нарушения гемодинамики, которые не позволяют продолжать процедуру картирования и радиочастотной абляции (РЧА) [Stevenson W.G., 2006]. Субстратное инвазивное картирование позволяет решить проблему гемодинамически значимых ЖТ, но в ряде случаев дифференцировать эндо-, эпикардальные или интрамуральные участки цепи re-entry по результатам инвазивного картирования не всегда представляется возможным [Шакин В. В., 1981].

В последние годы все большее развитие получают неинвазивные методы диагностики аритмий, такие как поверхностное неинвазивное электрофизиологическое картирование (ПНЭК). Суть процедуры заключается в анализе, интерпретации и сопоставления данных записи с поверхностных электродов на 3D-модель сердца пациента. Достоинствами данного метода является неинвазивность процедуры, возможность топической диагностики путем анализа небольшого неустойчивого фрагмента желудочковой аритмии. Применение ПНЭК на дооперационном этапе позволяет определить вид и тактику оперативного вмешательства на основании топической оценки зоны интереса по локализации с эпи- и эндокардиальной поверхности сердца.

С внедрением в клиническую практику системы ПНЭК ряд исследователей в своих работах описывали высокую точность метода в оценке локализации очага

аритмии, а также механизма аритмии, что важно для последующей успешной РЧА [Berger T., 2006; Revishvili A.S., 2015].

Однако не было найдено ни одного исследования, в котором бы оценивалась и сравнивалась эффективность РЧА при применении системы ПНЭК в зависимости от локализации очага аритмии и возможные пути развития системы неинвазивного картирования.

#### **Цель исследования:**

Оценить эффективность и безопасность интервенционного лечения желудочковых нарушений ритма сердца с использованием многоканального поверхностного неинвазивного картирования.

#### **Задачи исследования:**

1. Сравнить эффективность и безопасность интервенционного лечения желудочковых нарушений ритма сердца с использованием и без использования многоканального поверхностного неинвазивного картирования.
2. Оценить эффективность применения поверхностного неинвазивного картирования у пациентов с гемодинамически нестабильными желудочковыми нарушениями ритма сердца.
3. Оптимизировать протокол неинвазивного поверхностного картирования при интервенционном лечении желудочковых нарушений ритма сердца.
4. Оценить информативность нового протокола КТ сердца с контрастным усилением для улучшения визуализации желудочков при выполнении многоканального поверхностного неинвазивного картирования.

#### **Научная новизна**

Представленная работа позволит оценить эффективность интервенционного лечения сложных желудочковых нарушений ритма сердца (нетипичная локализация, жизнеугрожающее течение) с использованием многоканального поверхностного неинвазивного картирования.

### **Практическая значимость**

На основании проведенного исследования разработан и внедрен в практику лечебно-диагностический алгоритм ведения пациентов с ЖНР. Подробно освещены все технические моменты выполнения неинвазивного поверхностного картирования.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Применение поверхностного картирования и анализ полученных на его основе данных позволит определить тактику, выбрать технологию, повысить эффективность и снизить время проведения интервенционного вмешательства.

2. На основе полученных данных удастся расширить показания для неинвазивной диагностики нарушений ритма сердца методом поверхностного картирования.

### **Внедрение результатов исследования**

Основные научные положения, приведенные в диссертации, внедрены в клиническую практику отделения рентгенхирургических методов диагностики и лечения и кардиохирургического отделения №40 ГКБ им. С.П. Боткина с сентября 2020г. Также результаты диссертационной работы включены в учебный процесс кафедры ангиологии, сердечно-сосудистой, эндоваскулярной хирургии и аритмологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России с марта 2018 г.

### **Апробация работы**

Материалы диссертации были представлены на Национальном медицинском инновационном форуме в рамках II Санкт-Петербургского аритмологического форума (Россия, г. Санкт-Петербург, 7-9 июня 2018 г.); IX Всероссийском съезде аритмологов «Аритмология без границ: от научной лаборатории к клиническим рекомендациям» (Россия, г. Санкт-Петербург, 20-22 мая 2021 г.).

### **Публикации по теме диссертации**

По теме диссертационной работы опубликовано 6 научных работ, в том числе 5 статей в журналах, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией РФ для публикации материалов диссертационного исследования.

### **Личный вклад автора**

Автор принимал непосредственное участие в обследовании и лечении пациентов с ЖНР с начала обучения по программе аспирантуры в ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России. Автор лично проводил анализ отечественной и зарубежной литературы, историй болезни, обобщение и статистическую обработку полученных клинических, инструментальных данных.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация изложена на 116 страницах печатного текста и состоит из введения, обзора литературы, описания материала и методов исследования, результатов собственного исследования, их обсуждения, заключения, выводов и практических рекомендаций, содержит 32 рисунка и 8 таблиц. Список литературы содержит 120 источников, из них 17 отечественных, иностранных – 103.

### **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

#### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

В НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского Министерства здравоохранения РФ было отобрано 59 пациентов с «атипичной» локализацией желудочковых экстрасистол (ЖЭС) и с жизнеугрожающими ЖНР. Исследование носило ретроспективный характер.

Значимых различий в группах при оценке клинических характеристик выявлено не было. Группы пациентов по клинико-диагностическим данным не различались. Дизайн исследования представлен на рисунке 1.

В основную группу были включены пациенты, которым выполнялось неинвазивное и инвазивное картирование с последующей аблацией, в группу контроля включались пациенты, которым выполнялось только инвазивное картирование с последующей аблацией.

В обе группы включены и разделены на две подгруппы пациенты: с гемодинамически нестабильными ЖНР и пациенты с «нетипичной» локализацией субстрата, верифицированной по данным двенадцатиканальной электрокардиограммы (ЭКГ).



Рисунок 1. Дизайн исследования.

В ходе исследования для разработки и оценки информативности протокола компьютерно-томографического (КТ) контрастирования сердца пациенты первой группы были разделены на две подгруппы: в первую подгруппу было включено 15 пациентов, которым выполнялось стандартное КТ контрастирование сердца, во вторую - 16 пациентов, которым выполнялось контрастирование с предварительным введением контрастного вещества.

### **Этапы проведения поверхностного неинвазивного картирования сердца**

На первом этапе выполнялась синхронная регистрация униполярных электрокардиосигналов (до 224 отведений) с поверхности грудной клетки в шести стандартных отведениях и шести грудных отведениях.

На втором этапе выполнялась КТ сердца с контрастным усилением (КУ).

На третьем этапе проводилась вычислительная обработка и анализ данных многоканальной регистрации ЭКГ и компьютерно-томографических данных с помощью программного обеспечения системы «Amucard 01С EP LAB».

На четвертом этапе на трехмерных (3D) индивидуальных анатомических реконструированных эпи- и эндокардиальных моделях сердца строились изопотенциальные и изохронные карты. На основании полученных данных формировались результаты исследования.

### **Протокол КТ-сканирования**

Для лучшей визуализации всех камер сердца нами был выбран следующий протокол КТ-сканирования: до начала введения основной дозы контрастного вещества (КВ) использовался предварительный болюс в объеме 70 мл, далее после задержки 50–60 секунд вводилось 80 мл КВ по методике сплит-болюс: 2/3 объема – неразведенное КВ, затем 1/3 в разведении с физиологическим раствором в пропорции 1:1. Локатор устанавливался на восходящую аорту, порог 150 HU, минимальная задержка начала сканирования от достижения порога 4,2 секунды, скорость введения 3,5–4 мл/с. Сканирование сердца происходило в краниокаудальном направлении за несколько сердечных циклов.

В ходе оценки нового протокола контрастирования по методике «сплит-болюс» пациенты I группы были разделены на две подгруппы: в первую группу было включено 15 пациентов, которым выполнялось стандартное КТ контрастирование сердца, во вторую группу было включено 16 пациентов, которым выполнялось контрастирование с предварительным введением контрастного вещества (Рисунок 2).



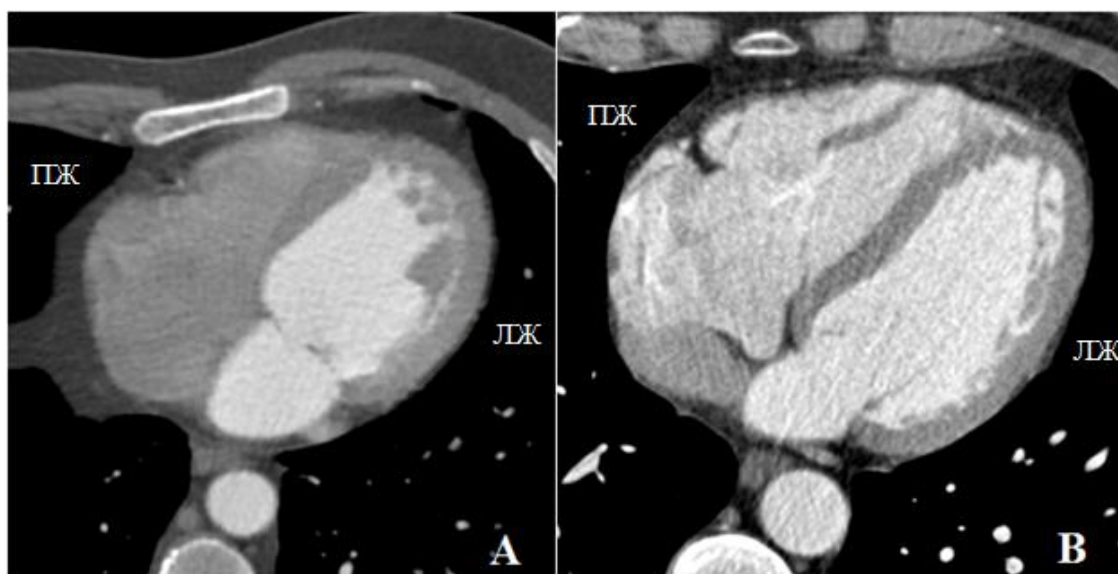


Рисунок 2. МСКТ, артериальная фаза контрастного усиления. А – при стандартном протоколе контрастирования; В – при использовании предварительного болюса контрастного средства.

### **Внутрисердечное электрофизиологическое исследование и радиочастотная катетерная абляция очага желудочковой аритмии**

Подготовка пациентов осуществлялась по общим правилам проведения катетерных вмешательств. Перед исследованием отменялись все препараты, обладающие антиаритмическим влиянием на сердце, не менее чем за 5 периодов полувыведения препарата. Операции внутрисердечного электрофизиологического исследования (ЭФИ) сердца и РЧА выполнялись после подписания пациентом информированного согласия и при условии отсутствия противопоказаний.

Электрофизиологическое исследование включало в себя следующие этапы:

- 1) Измерение интервалов на поверхностной ЭКГ и внутрисердечных эндограммах.
- 2) Проведение предсердной стимуляции из разных отделов правого предсердия: программированной и учащающей стимуляции, для определения свойств проводящей системы сердца и попытки индукции аритмий.
- 3) Проведение желудочковой стимуляции из разных отделов желудочка: программированной и учащающей стимуляции, для определения свойств проводящей системы сердца и попытки индукции аритмий.

4) Картирование источника аритмии с использованием функции «расе тар» и по оценке времени опережения картирующего электрода до спонтанной ЖЭС.

Для выполнения электрофизиологического картирования использовали алгоритм «расе тар» системы «Астрокард» (Россия), позволяющий с точностью до 99% верифицировать совпадение стимуляционной экстрасистолии со спонтанной. Для этого исходный эктопический желудочковый комплекс отмечался и запоминался в системе как «шаблон». Картирующий электрод без прерывания стимуляции последовательно смещался в зоне интереса желудочков в пределах 2-3 мм. Стимуляция проводилась с дистальных полюсов аблационного электрода при 7 - 12 мА и 0,5-1,0 мс в зависимости от зоны стимуляции. Стимуляционный комплекс автоматически регистрировался, а алгоритм системы проводил идентификацию стимуляционного комплекса со спонтанной ЖЭС, взятой изначально за шаблон, и выдавал процент совпадения в режиме реального времени.

При определении зоны интереса, где спайковая активность на аблационном электроде опережала начало аритмического комплекса QRS на 30-50 мс, выполнялось стимуляционное картирование по алгоритму «расе тар», удовлетворительным считалось совпадение более 95%.

12 отведений ЭКГ (в диапазоне 0,05-160 Гц) и интракардиальные электрограммы (с фильтром 30700 Гц) регистрировались и записывались на 128-и канальном комплексе для проведения внутрисердечных электрофизиологических исследований («Астрокард», Россия) и хранились на жестком диске для последующего анализа.

Для выполнения радиочастотного воздействия применялся генератор Stockert Generator (BiosenseWebster, USA), Maestro 4000 (Boston Scientific, USA), Ampere (Abbott, USA).

В зависимости от вида используемой навигационной системы и расположения аритмогенного субстрата нами были использованы следующие типы аблационных электродов: SmartTouch (Biosense Webster, USA), Celsius

(Biosense Webster, USA), IntellaNav (Boston Scientific, USA), FlexAbility (St. Jude Medical, USA), Marinr (Medtronic, USA).

Параметры на генераторе выставлялись в режиме по мощности. Мощность воздействия составляла 34-36 Вт. Продолжительность одного воздействия составляло не более 60 сек. В случае купирования желудочковой аритмии, выполнялись тесты на индукцию сразу после воздействия и повторные тесты через 30 мин. Если индуцировать желудочковые нарушения ритма не удавалось, на этом операцию завершали.

Во всех случаях во время оперативного вмешательства применялись системы трехмерного электроанатомического картирования сердца. Использовались следующие системы: Carto 3 (BiosenseWebster, USA), Rhythmia (Boston Scientific, USA), Ensite Velocity (Abbott, USA), Астрокард (АО Медитек, Россия).

При работе с системами инвазивного электроанатомического картирования, для построения электрофизиологических карт в качестве референта выбирался пик патологического комплекса QRS в стандартных ЭКГ отведениях. Системы в автоматическом режиме определяли время опережения сигнала внутрисердечных электрограмм желудочкового спайка с картирующего аблационного электрода до выбранного референта. Согласно времени опережения, система раскрашивала построенную нами активационную карту в определенные цвета, в соответствии с локальным временем активации.

Пациентам первой группы доступ к интересующей камере сердца выбирался, основываясь на данных ПНЭК.

При определении ранней зоны (по данным ПНЭК) в правых отделах сердца под местной анестезией 0,5% раствором новокаина по методике Сельдингера катетеризировали правую и левую бедренную вены. Через интродьюссер 8Fr, установленный в правой бедренной вене, картирующий электрод проводили в правый желудочек (ПЖ). Позиционирование электродов в сердце осуществлялось под контролем одной из систем инвазивного электроанатомического картирования и флюороскопией. Управляемый орошаемый аблационный

четырёхполюсный электрод устанавливался в ранней зоне ПЖ, где выполнялась анатомическая реконструкция камеры сердца с построением электрофизиологических карт.

При определении ранней зоны в левых отделах сердца (по данным ПНЭК) проводилась пункция правой бедренной артерии или трансептальная пункция, в зависимости от локализации аритмогенного субстрата. Пункция межпредсердной перегородки выполнялась по стандартной методике под флюороскопическим контролем с применением контрастного вещества «Омнипак». Гепаринизация достигалась введением в/в гепарина из расчета 100 ЕД на 1 кг массы тела и контролем уровня активированного времени свертывания. Картирующий электрод позиционировался в левый желудочек (ЛЖ), в зоне интереса, где в последующем выполнялось инвазивное электроанатомическое картирование сердца. В ходе операции для позиционирования и картирования диагностического и абляционного электродов применялась управляемая доставка Agilis NxT steerable introducer (Abbott).

В случае, когда необходимо было выполнять коронарографию, при локализации аритмогенного очага в выводном отделе ЛЖ (ВОЛЖ), в области синуса Вальсальвы или вблизи коронарной артерии (КА), дополнительно пунктировалась левая бедренная артерия, через интродьюсер 6F проводился катетер Jadkins 6F, через который выполнялось контрастирование КА, с целью определения расстояния между устьем КА и абляционным электродом.

Пациентам второй группы доступы к сердцу выполнялись по методике, принятой в НМИЦ хирургии им А.В. Вишневского в отделении электрофизиологических рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения аритмий.

Для диагностики использовались 10-ти и 20-ти полюсные катетеры, проведенные через подключичную вену и бедренные вены и установленные в дистальные отделы коронарного синуса (КС) и по ходу выводного отдела ПЖ (ВОПЖ) и в верхушку ПЖ соответственно.

Если ранняя активация по установленным в КС и ПЖ катетерах, регистрировалась в правых отделах сердца, проводилась пункция правой бедренной вены. Управляемый орошаемый аблационный четырехполюсный электрод устанавливался в ПЖ, где выполнялась анатомическая реконструкция ПЖ с поиском зоны ранней активации и построением активационной карты. Если ранних зон в правом желудочке не регистрировалось, проводилась пункция правой бедренной артерии, картирующий электрод трансортально позиционировался в левых отделах сердца и проводилась реконструкция левого желудочка.

Критерием эффективности РЧА являлось прекращение патологической желудочковой активности, её отсутствие при стимуляционных тестах.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **Распределение пациентов по группам в зависимости от локализации аритмогенного субстрата**

По данным неинвазивного электрофизиологического картирования сердца было получено следующее распределение аритмий в зависимости от локализации аритмогенного субстрата по группам и подгруппам.

В I группе в подгруппе «нетипичных» локализаций у 3 пациентов очаг аритмии располагался ВОЛЖ, в 1 случае - в левом синусе Вальсальвы, в 2 случаях - в устье правой коронарной артерии (ПКА). У 8 пациентов локализация была определена в приточном отделе ПЖ (ПОПЖ): у 3 пациентов в гисальной области, у 2 - свободная стенка ПЖ, у 1 – межжелудочковая перегородка (МЖП), у 2 - верхушка ПЖ . У 10 пациентов очаг аритмии находился в приточный отдел ЛЖ (ПОЛЖ): у 2 пациентов на задней стенке, у 1 исследуемого – задне-латеральная стенка, у 2 – передне-перегородочная стенка, в 3 случаях - в области папиллярных мышц, у 1- МЖП, у 1 – эпикардially в проекции КС.

Распределение аритмогенного фокуса у пациентов с гемодинамически нестабильными ЖНР было следующим: в двух случаях очаг аритмии располагался в области перегородки ЛЖ, в 1- в верхушки ПЖ, в 2 – свободная

стенка ЛЖ, в 2 – передне-септальной части ЛЖ, в 2 – передняя стенка ПЖ, в 1-задняя стенка ЛЖ.

При сравнении данных ПНЭК с данными инвазивного картирования у всех пациентов отмечалось совпадение локализации очага аритмии.

Распределение очага аритмии во II группе подгруппе «нетипичных» локализаций было следующим: у 2 - в левом синусе Вальсальвы, у 1 - в проекции ПКА, у 2 пациентов в области п. Гиса, у 3 - свободная стенка ПЖ, у 3 - верхушка ПЖ, у 2 пациентов на задней стенке ЛЖ, у 2 - передне-перегородочная стенка ЛЖ, у 2 - папиллярные мышцы, у 1 – МЖП ЛЖ.

При рассмотрении пациентов с гемодинамически нестабильными ЖНР локализация очага аритмии была следующая: у 3 пациентов аритмогенный фокус располагался на задне-латеральной стенке ЛЖ, у 1 - в МЖП ЛЖ, у 2 – в верхушке ПЖ, у 2 – передне-перегородочная стенка ЛЖ, у 2 – свободная стенка ЛЖ.

### **Разработка и применение нового протокола поверхностного неинвазивного картирования сердца**

В ходе исследования был разработан и применен новый протокол ПНЭК, способный в режиме реального времени интраоперационно строить электрофизиологические карты правого и левого желудочков. Данная методика была применена у 8 пациентов с жизнеугрожающими аритмиями в ходе выполнения инвазивного картирования и РЧА. Так как для построения электрофизиологических карт в ходе интервенционного вмешательства необходимо наличие стабильной аритмии, часто бывает довольно сложно выполнить полное инвазивное электроанатомическое картирование у пациентов с ЖТ из-за риска возникновения расстройств гемодинамики.

Новый протокол интраоперационного картирования помог снизить время, необходимое для построения активационных карт и определения зон для РЧА, так как для построения электрофизиологических карт требовался всего один цикл аритмии. Благодаря системе ПНЭК были построены «фазовые карты». Данные карты, по сравнению со стандартными «изохронными активационными картами», более наглядно отражают ход фронта активации при ЖТ по типу re-entry.

## **Гемодинамически нестабильные желудочковые нарушения ритма сердца**

В I подгруппе у 6, а во подгруппе у 5 пациентов удалось вызвать ЖТ в ходе проведения интервенционного вмешательства. У 4 пациентов из первой и у 5 пациентов из второй подгруппы ЖТ при проведении индукционных тестов отсутствовала, однако отмечалась экстрасистолия схожей морфологии с искомой ЖТ.

В ходе РЧА у 1 пациента ЖТ не индуцировалась, однако сохранялась ЖЭС. При развитии ЖТ пациентам выполнялась наружная кардиоверсия мощностью 200 Дж. При этом короткие эпизоды тахикардии между индукцией и кардиоверсией удалось проанализировать на основе неинвазивного активационного и фазового картирования системой ПНЭК с определением зон интереса для аблации.

У пациентов II группы устранить аритмию не удалось 3 пациентам в связи с частым возникновением ЖТ и нестабильной гемодинамикой. Ритм был восстановлен наружной кардиоверсией мощностью 200 Дж.

Благодаря применению ПНЭК пациентам первой подгруппы РЧА выполнялась на основании субстратного инвазивного и активационного неинвазивного картирования, в то время как пациентам второй подгруппы в большинстве случаев из-за нестабильности гемодинамики аблация выполнялась только на основании субстратного картирования.

В ходе исследования оценивались такие интраоперационные показатели, как общее время оперативного вмешательства и флюороскопии, длительность РЧА, доза облучения, рассчитанная в сGyxcm<sup>2</sup>.

При рассмотрении выше приведенных показателей были получены следующие данные, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1. Интраоперационные данные по подгруппам.

Показатель	I группа	II группа	Критерий p
Время операции, мин	90,24±49,37	96,09±30,32	0,57
Время флюороскопии, мин	16,17±13,56	25,31±14,81	0,01
Доза флюороскопии, сGyxcm <sup>2</sup>	29781,4±11807,1	38089,2±16951,4	0,59
Длительность РЧА, мин	4,24±3,64	7,84±5,20	0,0029

### «Нетипичные» локализации ЖНР

Устранить аритмию интраоперационно не удалось 4 пациентам в первой подгруппе и 6 - во второй подгруппе. Данные результаты связаны с тем, что в первой подгруппе у 2 пациентов, и во второй подгруппе у 1 пациента аритмогенный фокус располагался в проекции КА, где воздействия не могли быть выполнены в связи с возможным повреждением коронарной артерии. Интервенционное вмешательство было неэффективно у 1 пациента первой подгруппы и у двух пациентов второй подгруппы с расположением аритмогенного фокуса в области п.Гиса, где в ходе криоабляции при выполнении тестового воздействия по протоколу «сгуотар» развивалась блокада АВ-узла. Воздействия в данных зонах были выполнены не в полном объеме в связи с возможным повреждением нормальной проводящей системы. В 1 случае у пациента II подгруппы интраоперационно не удалось полностью устранить аритмию при локализации аритмогенного субстрата в МЖП ПЖ, что было связано с возможным интрамуральным расположением очага аритмии.

В первой подгруппе абляция была неэффективна у 1 пациента с расположением очага аритмии на эпикардальной поверхности в проекции КС, что было подтверждено данными как ПНЭК, так и данными инвазивного картирования. Во второй группе устранить аритмию не удалось у двух пациентов при локализации субстрата аритмии на задней стенке ЛЖ и МЖП, что было связано с возможным интрамуральным расположением очага аритмии.



В ходе исследования оценивались такие интраоперационные показатели, как общее время оперативного вмешательства и флюороскопии, длительность РЧА, доза облучения, рассчитанная в сГухсм<sup>2</sup>. Данные по группам представлены в таблице 2.

Таблица 2. Интраоперационные данные по подгруппам.

Показатель	I группа	II группа	Критерий p
Время операции, мин	124,6±43,5	162,2±55,7	0,08
Время флюороскопии, мин	21,75±8,75	22,63±13,29	0,87
Доза флюороскопии, сГухсм <sup>2</sup>	26706,63±9629,51	35938,75±13535,80	0,46
Длительность РЧА, мин	3,8±2,1	7,26±3,81	0,0004

### **Оценка нового протокола контрастирования при работе с комплексом Амикард 01 С**

В ходе оценки нового протокола контрастирования по методике «сплит-болус» пациенты I группы были разделены на две подгруппы: в первую подгруппу было включено 15 пациентов, которым выполнялось стандартное КТ контрастирование сердца, во вторую подгруппу были включены 16 пациентов, которым выполнялось контрастирование с предварительным введением контрастного вещества.

Информативность протоколов оценивалась при работе с программным обеспечением ПНЭК в ходе создания воксельных моделей в режиме «Advanced Settings» конфигурации «Epicardium» и «Endocardium» при помощи функции «Filter», когда система сама определяет и удаляет гиперконтрастное содержимое камер сердца. КТ контрастирование считалось хорошим, если в ходе работы с КТ данными сканограмм сердца, операторам, выполняющим создание реконструированных моделей, не требовалось применение дополнительных инструментов для обработки будущего 3D изображения сердца.

При выполнении электрофизиологического картирования было отмечено, что у пациентов 2 подгруппы выполнение реконструкции модели камер сердца было проще и занимало меньше времени  $28,95 \pm 5,67$  мин, чем у пациентов 1 подгруппы  $37,57 \pm 3,38$  мин.

В ходе применения нового КТ протокола оценивалась точность визуализации анатомических структур камер сердца: папиллярных мышц, КА. Во второй подгруппе пациентов отмечалась повышенная точность реконструкции изображения сердца, что давало возможность в режиме «Switch to polygon mode», работая с электрофизиологическими картами, увидеть более детально анатомическую структуру, которая может являться источником ЖНР сердца.

### Эффективность радиочастотной аблации

Эффективность РЧА оценивалась на госпитальном этапе и контроле через 3, 6, 12 месяцев.

При сроке наблюдения один год в первой подгруппе полная свобода от аритмии составила 80%, а во второй подгруппе - 50% (Рисунок 3).

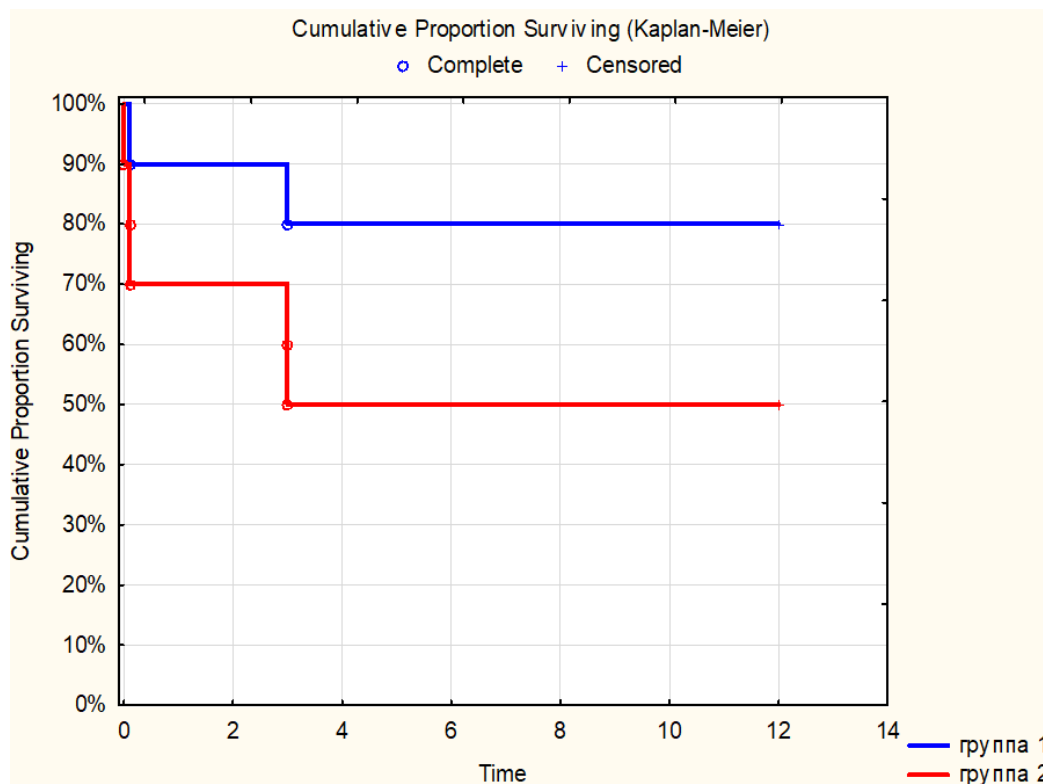


Рисунок 3. Свобода от аритмии у пациентов с гемодинамически нестабильными ЖНР при сроке наблюдения 12 месяцев.

На госпитальном этапе у одного пациента из первой подгруппы отмечался старт быстрой ЖТ, купируемой наружной кардиоверсией. При позиционировании катетера в зоне интереса, определенной по данным ПНЭК и данным ЭФИ, отмечался непрерывно рецидивирующий старт быстрой ЖТ. Данному пациенту был выполнен ряд воздействий, без эффекта. В последующем ему был установлен имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор (ИКД). Неэффективность связана с интрамуральным залеганием очага аритмии при локализации очага аритмии в области перегородки ЛЖ, подтвержденное данными ПНЭК. При сроке наблюдения 3 месяца у 1 пациента отмечается возврат ЖТ. У данного пациента в ходе интервенционного вмешательства вызвать индукцию ЖТ не удалось, однако были выполнены воздействия в области, откуда исходила ЖЭС схожей морфологии с искомой ЖТ. Данное обстоятельство может говорить нам о том, что ранняя зона ЖЭС не поддерживала цепь re-entry ЖТ. Данному пациенту был имплантирован ИКД.

Во второй подгруппе на госпитальном этапе не удалось устранить аритмию 3 пациентам в связи с развитием гемодинамически значимой ЖТ. Данным пациентам был выполнен ряд кардиоверсий для купирования приступа аритмии. В последующем им имплантировали ИКД. При сроке наблюдения более 3 месяцев у 2 пациентов отмечается возврат ЖТ. В ходе интервенционного вмешательства у данных пациентов не удалось индуцировать ЖТ. Были выполнены воздействия в области источника ЖЭС схожей морфологии с искомой ЖТ. Данное обстоятельство может говорить нам о том, что ранняя зона ЖЭС не поддерживала цепь re-entry ЖТ. Данным пациентам был имплантирован ИКД.

Свобода от аритмии при сроке 12 месяцев у пациентов с «нетипичной» локализацией очага аритмии составила 76,19% в первой подгруппе и 61,1% - во второй (Рисунок 4).

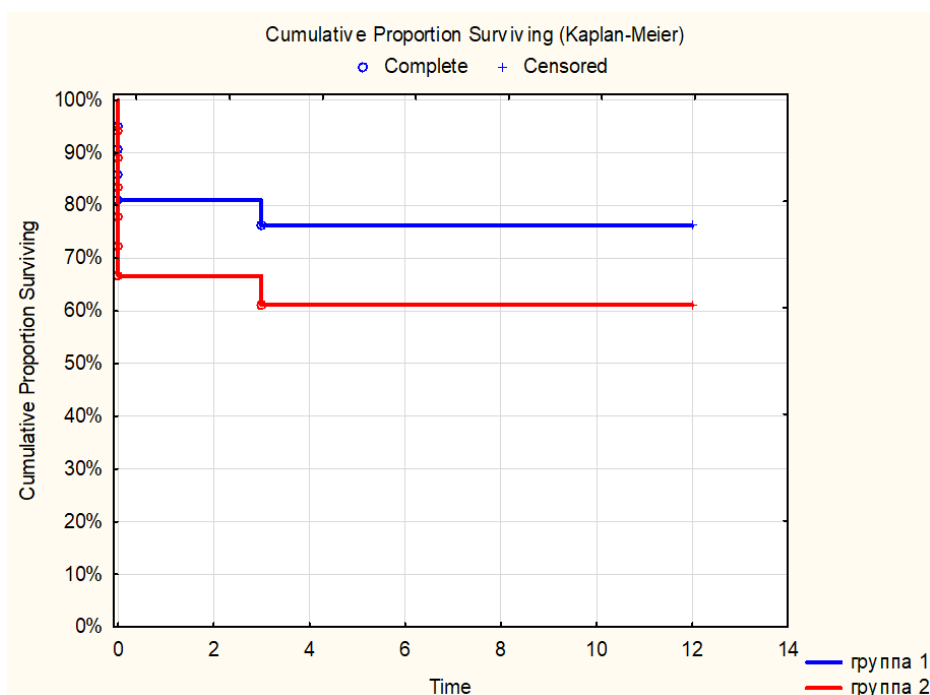


Рисунок 4. Эффективность РЧА ЖЭС «атипичных» локализаций при сроке наблюдения 12 месяцев.

На госпитальном этапе не удалось полностью устранить аритмию в первой подгруппе 4 пациентам: в двух случаях при локализации очага аритмии вблизи ПКА, при эпикардальном расположении внутри КС – 1, при расположении в области п. Гиса – 1. Во второй подгруппе полностью выполнить РЧА и устранить аритмию не оказалось возможным в 6 случаях: у одного пациента при расположении аритмогенного фокуса в проекции ПКА, у 2 – в проекции Гиса, у 1 – при локализации в МЖП ПЖ, у 1 – на задней стенке ЛЖ, у 1 – МЖП ЛЖ.

## ВЫВОДЫ

1. Эффективность радиочастотной катетерной аблации желудочковых нарушений ритма вне зон выводного отдела правого желудочка выше при применении метода неинвазивного картирования по сравнению с группой контроля и составляет 76,19%. Длительность радиочастотной аблации ( $3,8 \pm 2,1$  мин против  $7,26 \pm 3,81$  мин), время интервенционного вмешательства ( $124,6 \pm 43,5$  мин против  $162,2 \pm 55,7$  мин) ниже при применении поверхностного неинвазивного электрофизиологического картирования сердца в ходе РЧА по сравнению с группой контроля, однако статистически достоверным различие отмечается

только в таком параметре, как «длительность радиочастотной аблации» ( $p=0,0004$ ).

2. Метод неинвазивного поверхностного картирования сердца повышает эффективность РЧА у пациентов с жизнеугрожающими нарушениями ритма сердца. Свобода от аритмии при сроке наблюдения более 12 месяцев у пациентов с ЖТ была выше в группе, где применялось неинвазивное картирование (80%) по сравнению с группой контроля (50%).

3. Применение нового протокола поверхностного неинвазивного электрофизиологического картирования сердца в режиме реального времени позволяет построить электрофизиологические карты сердца при желудочковых нарушениях ритма сердца, что повышает эффективность и уменьшает длительность радиочастотной аблации, время флюороскопии и интервенционного вмешательства.

4. Новый протокол контрастирования сердца по методике сплит-болюс позволил улучшить визуализацию правого желудочка сердца при сохранении качества контрастирования левого желудочка, что повышает точность реконструкции модели сердца при работе с комплексом для неинвазивного поверхностного картирования.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Рекомендуется использовать метод неинвазивного поверхностного электрофизиологического картирования у пациентов при локализации аритмогенного очага вне зон выводного отдела правого желудочка, так как использование данной технологии повышает точность диагностики и эффективность катетерной аблации.

2. Новый протокол поверхностного неинвазивного электрофизиологического картирования необходимо использовать при лечении пациентов с гемодинамически нестабильными желудочковыми нарушениями ритма в анамнезе.

3. Для повышения качества реконструированных моделей в ходе выполнения поверхностного неинвазивного электрофизиологического

картирования и для лучшей визуализации анатомических структур рекомендуется выполнять КТ контрастирование сердца по методике «сплит-болюс» с применением контрастного вещества в объеме 150 мл.

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Яшков М.В. Использование отечественных систем неинвазивного и инвазивного картирования для интервенционного лечения желудочковых аритмий. Трансляционная медицина. 2018; 5(2): 22-29.
2. Каштанова Н.Ю., Кармазановский Г.Г., Кондратьев Е.В., Груздев И.С., Яшков М.В. Совершенствование протокола мультиспиральной компьютерной томографии сердца для планирования интервенционного лечения аритмий. Лучевая диагностика и лучевая терапия. 2019; 1(S): 76-77.
3. Артюхина Е.А., Яшков М.В., Ревешвили А.Ш. Неинвазивное электрофизиологическое картирование сердца: от разработок к практике. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2020; 24(4): 33-41.
4. Артюхина Е.А., Дедух Е.В., Яшков М.В., Ревешвили А.Ш. Устранение желудочковой тахикардии эндокардиальной локализации с использованием неинвазивного и высокоплотного картирования левого желудочка. Вестник аритмологии. 2020; 27(1): 70-72.
5. Каштанова Н.Ю., Кондратьев Е.В., Кармазановский Г.Г., Груздев И.С., Артюхина Е.А., Яшков М.В., Ревешвили А.Ш. Совершенствование протокола мультиспиральной компьютерной томографии сердца для планирования интервенционного лечения аритмий. Вестник аритмологии. 2021; 28(1):14-22.
6. Артюхина, Е. А., Дедух, Е. В., Яшков, М. В., Ревешвили, А. Ш. Первый опыт использования неинвазивного картирования в режиме реального времени в условиях электрофизиологической лаборатории для лечения желудочковой аритмии. Бюллетень сибирской медицины, 2021; 20(3), 213-218.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

ВОЛЖ - выводной отдел левого желудочка

ВОПЖ - выводной отдел правого желудочка

ЖЭС - желудочковая экстрасистолия

ЖНР - желудочковые нарушения ритма

ЖТ - желудочковая тахикардия

ИКД - имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор

КА – коронарная артерия

КТ - компьютерная томография

КУ - контрастное усиление

КС - коронарный синус

ЛЖ - левый желудочек

МЖП - межжелудочковая перегородка

ПНЭК - поверхностное неинвазивное электрофизиологическое картирование

ПКА - правая коронарная артерия

ПЖ - правый желудочек

ПОЛЖ - приточный отдел левого желудочка

ПОПЖ - приточный отдел правого желудочка

РЧА - радиочастотная абляция

ФЖ - фибрилляция желудочков

ЭКГ - электрокардиограмма

ЭФИ - электрофизиологическое исследование