

Оценка эффективности интервенционного лечения желудочковых экстрасистол редких локализаций при использовании неинвазивного картирования

Для корреспонденции:

Максим Валерьевич Яшков, y.maksim541@gmail.com

Поступила в редакцию 13 июля 2021 г. Исправлена 20 октября 2021 г. Принята к печати 9 декабря 2021 г.

Цитировать:

Артюхина Е.А., Яшков М.В., Дедух Е.В., Таймасова И.А., Ревিশвили А.Ш. Оценка эффективности интервенционного лечения желудочковых экстрасистол редких локализаций при использовании неинвазивного картирования. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2022;26(1):73-82.

<http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2022-1-73-82>

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 19-15-00406 «Исследование электрофизиологических механизмов и разработка методов интервенционного лечения жизнеугрожающих желудочковых аритмий на основе неинвазивного картирования сердца».

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Концепция и дизайн: Е.А. Артюхина, А.Ш. Ревিশвили

Сбор и анализ данных: все авторы

Статистическая обработка данных: М.В. Яшков

Написание статьи: Е.А. Артюхина, М.В. Яшков

Исправление статьи: Е.А. Артюхина, М.В. Яшков,

А.Ш. Ревিশвили

Утверждение окончательного варианта статьи:

все авторы

ORCID ID

Е.А. Артюхина, <https://orcid.org/0000-0001-7065-0250>

М.В. Яшков, <https://orcid.org/0000-0003-3997-8252>

Е.В. Дедух, <https://orcid.org/0000-0002-4799-7456>

И.А. Таймасова, <https://orcid.org/0000-0002-9280-9063>

А.Ш. Ревিশвили, <https://orcid.org/0000-0003-1791-9163>

© Е.А. Артюхина, М.В. Яшков, Е.В. Дедух, И.А. Таймасова, А.Ш. Ревিশвили, 2022

Статья открытого доступа, распространяется по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Е.А. Артюхина, М.В. Яшков, Е.В. Дедух, И.А. Таймасова, А.Ш. Ревিশвили

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

Актуальность. Атипичные локализации очага желудочковых нарушений ритма сердца — довольно сложная группа для инвазивного картирования и последующей радиочастотной абляции. Инвазивное электроанатомическое картирование, многополюсные электрофизиологические электроды в сочетании с электрофизиологическими методами исследования, такими как поиск ранней зоны очага аритмии, картирование субстрата, направлены на выявление критических участков контура аритмии. Однако остаются ситуации, в которых аритмию невозможно устранить, несмотря на использование данных систем. Метод поверхностного неинвазивного картирования сердца позволяет оценить объем оперативного вмешательства и выбрать необходимую технологию для устранения аритмии.

Цель. Сравнение эффективности интервенционного лечения пациентов с желудочковыми нарушениями ритма атипичной локализации с применением поверхностного неинвазивного картирования и без него.

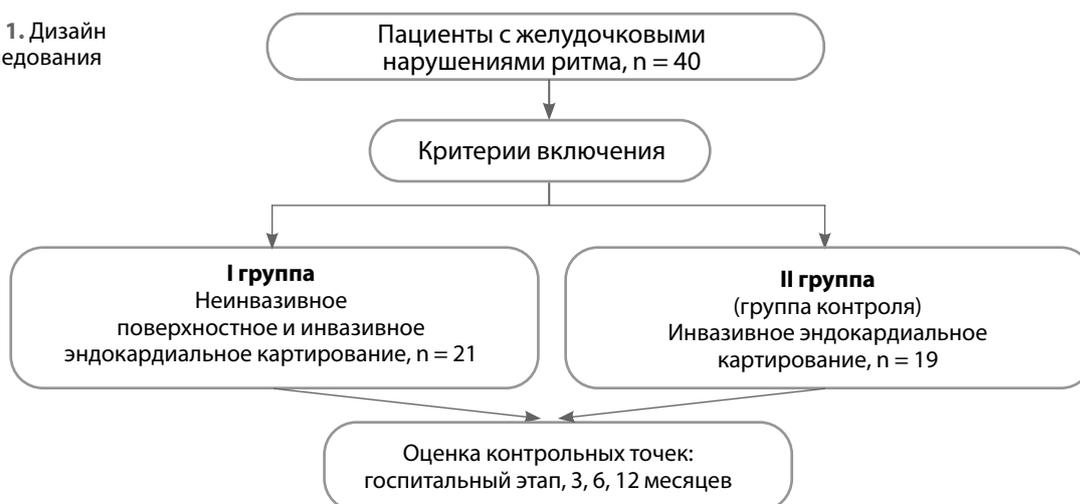
Методы. В исследование включили 40 пациентов с желудочковыми нарушениями ритма редкой локализации, которых разделили на две группы. В I группе (n = 21) выполняли неинвазивное поверхностное и инвазивное электрофизиологическое картирование сердца. Во II группе (n = 19) — инвазивное электрофизиологическое картирование сердца.

Результаты. За период наблюдения 12 мес. свобода от аритмии в I группе составила 76 %, во II — 61 %. Общее время операции, длительность и доза флюороскопии были меньше в I группе по сравнению со II группой.

Выводы. Неинвазивное поверхностное картирование сердца имеет высокую эффективность при желудочковых нарушениях ритма атипичной локализации. Время радиочастотной абляции, интервенционного вмешательства, флюороскопии ниже при применении поверхностного неинвазивного картирования по сравнению с группой контроля.

Ключевые слова: желудочковые нарушения ритма сердца; интервенционное лечение; поверхностное неинвазивное электрофизиологическое картирование сердца

Рис. 1. Дизайн исследования



Введение

Преждевременные сокращения желудочков, или желудочковые экстрасистолы (ЖЭ), часто встречаются у пациентов без структурных заболеваний сердца при регистрации электрокардиограмм (ЭКГ) в ходе амбулаторных обследований. ЖЭ вызваны преждевременной деполяризацией кардиомиоцитов желудочков, что создает дополнительную систолу, не синхронизированную с регулярным сердечным циклом [1]. ЖЭ чаще всего происходят из выводного отдела правого желудочка (ВОПЖ). Менее распространенные локализации очага ЖЭ — выводной отдел левого желудочка, эпикардальная поверхность сердца, синусы Вальсальвы, папиллярные мышцы, область пучка Гиса [2].

«Золотым стандартом» лечения пациентов с желудочковыми нарушениями ритма (ЖНР) является интервенционное вмешательство с применением радиочастотной абляции (РЧА) и систем инвазивного картирования [3]. Несмотря на создание ряда алгоритмов топической диагностики, в том числе инвазивных, с накоплением клинического опыта перед исследователями встал вопрос о разработке и создании неинвазивного метода высокой точности. Таким методом стало поверхностное неинвазивное электрофизиологическое картирование (ПНЭК), направленное на неинвазивную оценку и визуализацию электрофизиологических процессов, происходящих в сердце.

ПНЭК использует сигналы, полученные с поверхности грудной клетки, для восстановления эпикардальных и эндокардиальных потенциалов сердца. Эффективность метода продемонстрирована в клинических случаях: от картирования ЖЭ и дополни-

тельных путей проведения до изучения сложных аритмий, таких как фибрилляция предсердий и желудочков [4].

Редкие локализации очага ЖНР сердца — довольно сложная группа для инвазивного картирования и последующей РЧА. Инвазивное электроанатомическое картирование, многополюсные электрофизиологические электроды в сочетании с электрофизиологическими методами исследования, такими как поиск ранней зоны очага аритмии, картирование субстрата, направлены на критические участки контура аритмии [5; 6]. Однако остаются ситуации, в которых аритмию невозможно устранить, несмотря на использование систем инвазивного электроанатомического картирования сердца [7].

Цель исследования — сравнить результаты интервенционного лечения пациентов с ЖНР редких локализаций с применением ПНЭК и без него.

Методы

В НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского Минздрава России в 2018–2021 гг. прооперировали 249 больных ЖНР сердца, из них ретроспективно отобрали 40 пациентов с атипичной локализацией очага аритмии по данным поверхностной 12-канальной электрокардиографии. Возраст больных — 18–72 года. Рандомизацию проводили по годам: в I группу включили 21 пациента, которых прооперировали в 2020–2021 гг., во II группу — 19 больных, прооперированных в 2018–2019 гг.

Исследование одобрено комитетом по этике научных исследований НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского Минздрава России (протокол № 008-2019

от 27.09.2019 г.). У всех пациентов получено информированное добровольное согласие.

Пациентов разделили на две группы (рис. 1). В I группу включили 21 пациента, которым помимо инвазивного электроанатомического картирования выполняли ПНЭК. Среднее значение дозы рентгеновского излучения, полученной пациентом при выполнении компьютерной томографии, составило 18 мЗв. Во II группу включили 19 больных, которым выполняли только инвазивное электроанатомическое картирование.

Пациентам I группы на первом этапе выполняли ПНЭК. Для этого проводили синхронную регистрацию униполярных электрокардиосигналов (до 224 отведений) с поверхности грудной клетки, в шести стандартных отведениях и шести грудных отведениях. Далее выполняли контрастную компьютерную томографию или магнитно-резонансную томографию с контрастным усилением. На следующем этапе проводили вычислительную обработку и анализ данных многоканальной регистрации ЭКГ и компьютерно-томографических данных с помощью программного обеспечения системы Amucard 01C EP LAB (EP Solutions SA, Ивердон-ле-Бен, Швейцария). На последнем этапе на трехмерных индивидуальных анатомических реконструированных эпи- и эндокардиальных моделях сердца строили изопотенциальные и изохронные карты.

Для оценки глубины залегания источника возбуждения оценивали время прорыва возбуждения по обе стороны стенки камеры сердца. Опережение активации эндокарда на 12 и более миллисекунд для левого желудочка и межжелудочковой перегородки, на 6 и более миллисекунд для правого желудочка — признак субэндокардиальной (субэпикардиальной) локализации. Напротив, одновременное или с разницей 1–3 мс возбуждение на противоположных поверхностях стенки камеры сердца свидетельствует об интрамуральной локализации источника аритмии.

Пациентам обеих групп выполняли инвазивное электроанатомическое картирование с последующей РЧА. Подготовку осуществляли по общим правилам проведения катетерных вмешательств. Перед исследованием отменяли все препараты с антиаритмическим влиянием на сердце не менее чем за 5 периодов полувыведения препарата. Внутрисердечное электрофизиологическое исследование и РЧА выполняли после подписания пациентом информированного согласия и при отсутствии противопоказаний. Под местной анестезией 0,5%

раствором новокаина по методике Сельдингера катетеризировали правую бедренную вену, в некоторых случаях сочетали с катетеризацией правой и левой бедренных артерий. Через интродьюсер 7 Fr, установленный в правой бедренной вене, картирующий электрод проводили в правый желудочек. Позиционирование электродов в сердце осуществляли под флюороскопическим контролем одной из систем инвазивного электроанатомического картирования.

Для электрофизиологического картирования использовали алгоритм расе тар системы «Астрокард» (АО «МЕДИТЕК», Москва, Россия), позволяющий с точностью до 99 % верифицировать совпадение стимуляционной экстрасистолы со спонтанной. 12 отведений ЭКГ (в диапазоне 0,05–160,00 Гц) и интракардиальные электрограммы (с фильтром 30–700 Гц) регистрировали и записывали на 128-канальном комплексе для проведения внутрисердечных электрофизиологических исследований «Астрокард» и хранили на жестком диске для последующего анализа.

РЧА выполняли на генераторе Stockert 70 (BiosenseWebster, Inc., Ирвин, США). Для диагностики использовали 10- и 20-полюсные катетеры, проведенные через подключичную вену и бедренные вены и установленные в дистальные отделы коронарного синуса и по ходу ВОПЖ или в верхушку правого желудочка соответственно.

Если раннюю активацию по установленным в коронарном синусе и правом желудочке катетерам регистрировали в правых отделах, проводили пункцию правой бедренной вены, управляемый аблационный четырехполюсный электрод TermoCool 7 Fr (BiosenseWebster, Inc., Ирвин, США) устанавливали в правый желудочек, выполняли анатомическую реконструкцию правого желудочка с поиском зоны ранней активации и построением активационной карты. Если ранних зон в правом желудочке не определяли, проводили пункцию правой бедренной артерии, картирующий электрод трансортально позиционировали в левых отделах и проводили реконструкцию левого желудочка.

Во всех случаях использовали алгоритм расе тар системы «Астрокард». Для этого исходный эктопический желудочковый комплекс отмечали и запоминали в системе как шаблон. Картирующий электрод без прерывания стимуляции последовательно смещали в зоне интереса желудочков в пределах 2–3 мм. Стимуляцию проводили с дистальных полюсов аблационного электрода при 7–12 мА

Табл. 1. Антропометрические и клинико-диагностические данные

Параметр	I группа (n = 21)	II группа (n = 19)	p
Мужчины, n (%)	10 (48)	8 (42,0)	0,8033
Возраст, лет	53,57 ± 16,53	50,89 ± 17,00	0,6210
Рост, см	172,86 ± 7,70	170,56 ± 10,23	0,4286
Вес, кг	83,00 ± 18,39	76,78 ± 13,24	0,2402
Ишемическая болезнь сердца в анамнезе, n (%)	9 (42,9)	8 (42,2)	0,8299
Хроническая сердечная недостаточность в анамнезе, n (%)	5 (23,8)	4 (21)	0,8180
Сахарный диабет в анамнезе, n (%)	3 (14,28)	3 (15,78)	0,9674
Гипертоническая болезнь сердца в анамнезе, n (%)	14 (66,6)	11 (57,89)	0,7468
Количество желудочковых экстрасистол в сутки, n	20 278,90 ± 10 629,82	18 066,50 ± 8 803,76	0,4880
Фракция выброса по Симпсону, %	53,83 ± 8,14	55,50 ± 4,32	0,6484
Конечный диастолический объем левого желудочка, мл	153,73 ± 46,48	180,50 ± 26,74	0,3029
Конечный систолический объем левого желудочка, мл	70,90 ± 25,63	90,75 ± 19,24	0,1907
Минутный объем сердца, л	6,27 ± 2,09	5,97 ± 1,19	0,6885

Примечание. Данные представлены как $M \pm SD$ или n (%). Критерий p рассчитан по методу Манна – Уитни.

и 0,5–1,0 мс в зависимости от зоны стимуляции. Стимуляционный комплекс автоматически регистрировали, а алгоритм системы проводил его идентификацию со спонтанной ЖЭ, взятой изначально за шаблон, и выдавал процент совпадения в режиме реального времени. Удовлетворительным считали совпадение более 95 %. Данную методику применяли и описывали ранее [8].

В I группе выбор доступов к сердцу и позиционирование аблационного электрода в ранней зоне осуществляли в зависимости от данных, полученных при ПНЭК. В последующем в зоне интереса производили активационное и стимуляционное картирование по описанной ранее методике. Критерием эффективности РЧА во всех случаях являлось прекращение патологической желудочковой активности и ее отсутствие при стимуляционных тестах.

Статистический анализ

Статистическую обработку данных проводили на персональном компьютере с помощью электронных таблиц Microsoft Excel. Для количественных показателей определяли средние значения (M) и стандартное отклонение (SD). Качественные показатели кодировали условными символами, их подсчет представляли в абсолютных и относительных величинах (%). Для оценки различий между малыми выборками по уровню количественно измеренных признаков использовали U-критерий Манна – Уитни.

Первичной конечной точкой являлась свобода от аритмии в течение 12 мес. Вторичными конечными точками были интраоперационные показатели: длительность операции, время рентгеноскопии, доза флюороскопии, длительность радиочастотной аблации.

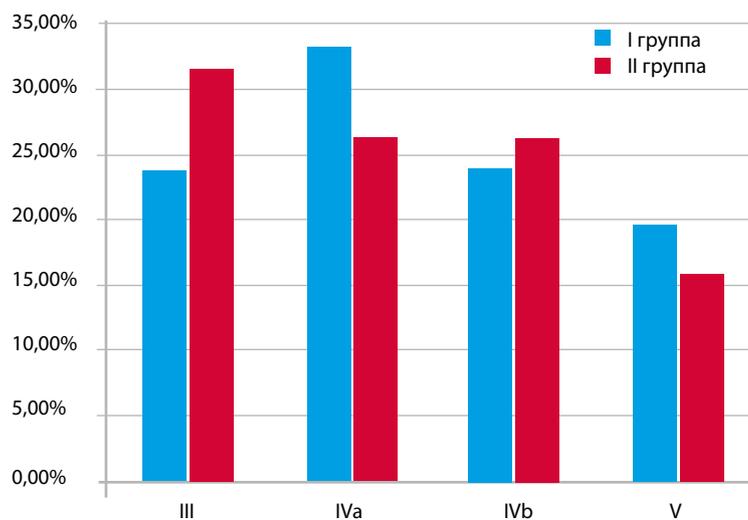
Результаты

Антропометрические показатели и клинико-диагностические данные представлены в табл. 1. Различий в группах по гендерным, морфометрическим параметрам, а также сопутствующей сердечно-сосудистой и эндокринной патологии (для теста Манна – Уитни) не выявили.

Оценивали результаты инструментальных исследований: суточного мониторирования ЭКГ, эхокардиографии (табл. 2). По клинико-диагностическим данным группы не различались. Для определения уровня тяжести ЖНР применяли классификацию желудочковых экстрасистол по Лауну – Вольфу – Райяну (рис. 2). Значимых различий по этому показателю не выявили. Самая частая градация в I группе — IVa степень, во II группе — III.

Распределение и локализация очагов аритмии представлены в табл. 2. В I группе совпадала локализация очага аритмии по данным неинвазивного и инвазивного электроанатомического картирования. Ранняя зона в 19 случаях отмечалась на эндокардиальной поверхности сердца, в 1 случае — на

Рис. 2. Градация желудочковых экстрасистол по Лауну – Вольфу – Райяну



эпикардиальной поверхности и в 1 случае субэпикардиально, что подтвердили данными ПНЭК. Во II группе во всех случаях ранняя зона отмечалась на эндокардиальной поверхности сердца.

Эффективность радиочастотной абляции

За период наблюдения 12 мес. свобода от аритмии в I группе составила 76 %, во II группе — 61 % (табл. 3). Эффективность РЧА у пациентов с локализацией очага аритмии в приточном отделе пра-

вого желудочка в I группе 75 %, во II группе 62,5 %. Абляция была неэффективна у 1 пациента с расположением аритмогенного фокуса в области пучка Гиса, где воздействия в полном объеме были невозможны в связи с возможным повреждением нормальной проводящей системы сердца, у 1 пациента с расположением очага аритмии на эпикардиальной поверхности в проекции коронарного синуса (рис. 3А). Во II группе в 2 случаях радиочастотные воздействия были неэффективны при локализации

Табл. 2. Локализация очага аритмии в группах пациентов

Локализация, n	I группа		II группа
	ПНЭК	ИЭК	ИЭК
Выводной отдел левого желудочка	3	3	4
Левый синус Вальсальвы	1	1	2
Правая коронарная артерия	2	2	2
Приточный отдел правого желудочка	8	8	8
Свободная стенка	2	2	3
Верхушка	2	2	3
Межжелудочковая перегородка	1	1	0
Область пучка Гиса	3	3	2
Приточный отдел левого желудочка	10	10	7
Задняя стенка	2	2	2
Заднелатеральная стенка	1	1	0
Переднеперегородочная стенка	2	2	2
Папиллярные мышцы	3	3	2
Межжелудочковая перегородка	1	1	1
Коронарный синус	1	1	0

Примечание. ПНЭК — поверхностное неинвазивное электрофизиологическое картирование; ИЭК — инвазивное электрофизиологическое картирование.

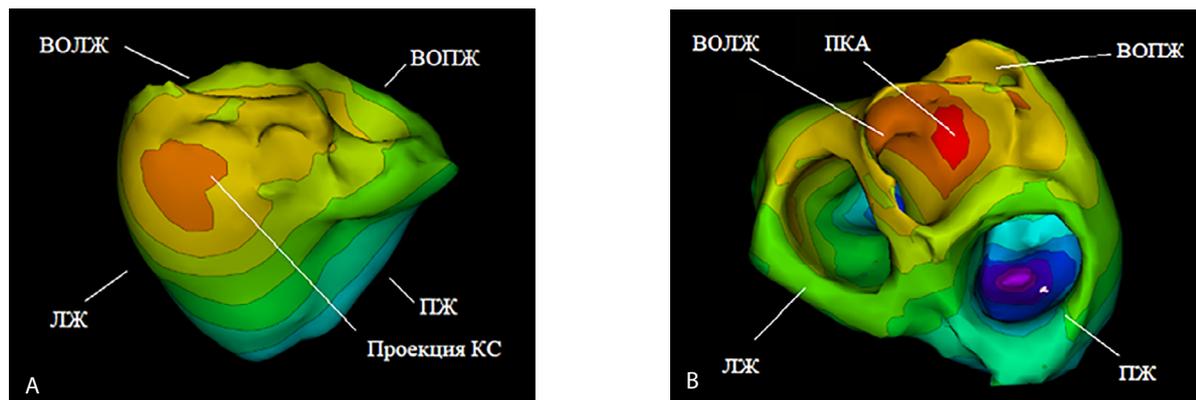


Рис. 3. Изохронная карта по данным неинвазивной топической диагностики. Ранняя зона (обозначена красным цветом) отмечается в проекции коронарного синуса (А); в проекции правой коронарной артерии (В)

Примечание. ВОЛЖ — выводной отдел левого желудочка; ВОПЖ — выводной отдел правого желудочка; КС — коронарный синус; ПКА — правая коронарная артерия; ЛЖ — левый желудочек; ПЖ — правый желудочек.

субстрата аритмии в области пучка Гиса. В 1 случае не удалось устранить очаг аритмии, расположенный на свободной стенке правого желудочка, несмотря на удовлетворительные электрофизиологические критерии, что было связано с возможным интрамуральным (субэпикардиальным) залеганием аритмогенной зоны.

Эффективность РЧА у пациентов с локализацией очага аритмии в приточном отделе левого желудочка в I группе составила 90 %, во II — 71,4 %. В I группе абляция была неэффективна у 1 пациента (локализация — задняя стенка левого желудочка), у которого, по данным ПНЭК, очаг аритмии располагался субэпикардиально. Во II группе устранить очаг аритмии не удалось у 2 пациентов (1 — задняя стенка левого желудочка, 1 — межжелудочковая перегородка).

При расположении очага аритмии в выводном отделе левого желудочка эффективность в I группе составила 33,3 %, во II — 50 %. У 2 пациентов из обеих групп аритмогенный фокус располагался в проекции коронарной артерии (рис. 3В), где воздействия не могли быть выполнены в полном объеме в связи с возможной окклюзией коронарной артерии.

Интраоперационные данные

В ходе исследования оценивали такие интраоперационные показатели, как общая длительность оперативного вмешательства, время рентгеноскопии, длительность РЧА, доза флюороскопии, рассчитанная в сГр × см² (табл. 4). Достоверные различия выявили только в длительности РЧА ($p = 0,0029$ для теста Манна – Уитни).

Обсуждение

Клиническая картина пациентов с ЖЭ включает, прежде всего, ощущение сердцебиения, утомляемость, а при возникновении желудочковой тахикардии — головокружение вплоть до потери сознания [9]. J.W. Dukes и соавт. показали влияние ЖЭ на снижение фракции выброса, повышенный риск сердечной недостаточности и возможного развития идиопатической кардиомиопатии [10]. По данным V. Lee и соавт., ЖЭ в анамнезе повышала риск неблагоприятных исходов у лиц без явных сердечно-сосудистых заболеваний [11]. F. Ataklte и соавт. отметили, что риск внезапной сердечной смерти выше у па-

Табл. 3. Эффективность радиочастотной абляции у пациентов по группам в зависимости от локализации

Локализация, n (%)	I группа	II группа	p
Выводной отдел левого желудочка (n = 3 в I группе, n = 4 во II)	1 (33,3)	2 (50)	0,5000
Приточный отдел правого желудочка (n = 8 в I группе, n = 8 во II)	6 (75)	5 (62,5)	0,2800
Приточный отдел левого желудочка (n = 10 в I группе, n = 7 во II)	9 (90)	5 (71,4)	0,2850
Общая эффективность (n = 21 в I группе, n = 19 во II)	16 (76)	12 (61)	0,1735

Табл. 4. Интраоперационные данные

Показатель	I группа	II группа	p
Длительность операции, мин	127,39 ± 41,34	155,24 ± 54,37	0,0840
Время рентгеноскопии, мин	26,00 ± 11,31	29,29 ± 13,16	0,4126
Доза флюороскопии, сГр × см ²	31 307,44 ± 19 585,74	52 112,52 ± 40 055,37	0,0523
Длительность радиочастотной аблации, мин	4,24 ± 3,64	7,84 ± 5,20	0,0029

Примечание. Данные представлены как M ± SD. Критерий p рассчитан по методу Манна – Уитни.

циентов, у которых зарегистрировали ЖЭ при обследовании, по сравнению с пациентами без данной патологии [12].

Алгоритмы регистрации ЭКГ могут идентифицировать область происхождения желудочковых аритмий, но их пространственное разрешение принципиально низкое, а диагностическая точность может быть снижена из-за физических характеристик пациента (например, ожирения, вращения сердца и смещения расположения отведений ЭКГ) [13]. Хотя такие технологии, как трехмерное электроанатомическое картирование сердца, катетеры для аблации с орошаемым кончиком, помогают хирургам картировать и устранять ЖНР сердца, сложность, эффективность и безопасность процедуры по-прежнему зависят от местоположения источника аритмии [14].

Для решения данной проблемы предложены диагностические алгоритмы, основанные на анализе 12-канальной ЭКГ, которые на дооперационном этапе способны определить локализацию аритмогенного очага. Эти алгоритмы демонстрируют высокую специфичность и чувствительность в плане определения принадлежности аритмогенного фокуса тем или иным анатомическим зонам желудочков (передняя стенка ВОПЖ, переднеперегородочная область правого желудочка и др.).

Сохраняющуюся актуальность проблемы дооперационного картирования очага желудочковой аритмии подтверждают многочисленные алгоритмы, направленные на неинвазивное выявление расположения фокуса аритмии, которые описаны в российской и мировой литературе. От локализации очага аритмии зачастую зависят прогноз заболевания, успешность медикаментозного и катетерного лечения.

В ряде публикаций показана высокая точность системы ПНЭК. Однако мы не нашли работ, в которых бы оценивали и сравнивали эффективность РЧА при применении ПНЭК в зависимости от ло-

кализации очага аритмии. В настоящем исследовании мы оценивали и сравнивали эффективность РЧА и интраоперационные данные при применении ПНЭК и без него в зависимости от локализации очага аритмии.

Ряд авторов с опорой на данные ПНЭК оценивали в основном точность данного диагностического метода без детальной оценки эффективности. Также при применении ПНЭК электрофизиологические карты строили только на эпикардимальной поверхности сердца. При этом единичные авторы говорят о необходимости оценки данных как с эндокардимальной поверхности сердца, так и с эпикардимальной [15]. В связи с этим в настоящей работе мы оценивали эффективность и безопасность интервенционного лечения ЖНР сердца с использованием многоканального поверхностного неинвазивного картирования.

M. Vaseghi и соавт. в исследовании отдаленных результатов интервенционного лечения пациентов с ЖНР показали, что свобода от аритмии составляет 69 % при сроке наблюдения 12 мес. Авторы не прибегали к ПНЭК. Также в наблюдение включили пациентов с локализацией очага аритмии в ВОПЖ [16]. По нашим данным, свобода от аритмии при использовании ПНЭК составляет 76 % при сроке наблюдения 12 мес. В группе контроля эффективность через 12 мес. составила 61 %.

A. Shah и соавт. на группе из 20 пациентов продемонстрировали, что ПНЭК повышает эффективность РЧА, уменьшает время процедуры и флюороскопии. Время флюороскопии в группе ПНЭК составило 35,3 мин, в группе контроля 24,4 мин [5]. Однако применяемая ими система поверхностного картирования позволяла строить активационные карты только на эпикардимальной поверхности. Авторы не уточняют локализацию очага аритмии, что также может влиять на общую эффективность интервенционного вмешательства и время процедуры.

В нашем исследовании помимо общей оценки интраоперационных параметров в двух группах оценивали результаты в подгруппах в зависимости от локализации очага аритмии, так как расположение аритмогенного субстрата в разных анатомических зонах может влиять на течение и исход радиочастотной абляции.

Е. Wissner и соавт. на группе из 20 пациентов продемонстрировали, что при применении ПНЭК эффективность РЧА составила 95 % при сроке наблюдения до 6 мес., а диагностическая точность неинвазивного картирования составила 95 % [17]. В нашем исследовании показана эффективность РЧА через 12 мес. в группе ПНЭК ($n = 21$) 76 %. Такие результаты можно объяснить тем, что в исследовании Е. Wissner и соавт. очаги аритмии располагались в основном в ВОПЖ. В нашей работе аритмогенный субстрат у некоторых пациентов был расположен в проекции коронарной артерии, в области пучка Гиса, где радиочастотные воздействия не могли дать 100 % эффективности из-за высокого риска осложнений.

D. Erkapic и соавт. продемонстрировали, что свобода от аритмии в группе РЧА с ПНЭК выше по сравнению с группой контроля [18]. Однако в их исследовании преобладали пациенты с локализацией очага аритмии в ВОПЖ (75 %), с чем может быть связана высокая эффективность абляции. При этом авторы не выделяли и не разделяли больных в группы в зависимости от расположения аритмогенного фокуса, что было продемонстрировано в нашем исследовании.

Sh. Jamil-Corpley и соавт. оценили эффективность и точность ПНЭК перед РЧА. В исследование включили пациентов с локализацией очага аритмии в ВОПЖ. Применение ПНЭК на дооперационном этапе повышало эффективность РЧА, снижало время интервенционного вмешательства [19]. В исследование включили всего 5 пациентов с другими локализациями аритмогенного очага, в то время как в настоящем исследовании было 40 пациентов с атипичной локализацией. По нашим данным, эффективность абляции при применении неинвазивного картирования составила 76 %. Это различие объясняется разным количеством пациентов, включенных в исследование, и различием в локализациях аритмии. Sh. Jamil-Corpley и соавт. не сравнивали эффективность с ПНЭК и без него.

Ряд авторов отмечают, что при нестабильных ЖНР снижается эффективность РЧА в связи с невозможностью построить эндокардиальные активационные

карты, прекращением эктопической желудочковой активности или при гемодинамически значимой желудочковой тахикардии [20]. В нашем исследовании ПНЭК позволило снизить время интервенционного вмешательства и повысить эффективность РЧА, так как система могла построить активационную карту всего за один сердечный цикл, в то время как для построения инвазивной эндокардиальной карты активации необходимо несколько циклов аритмии. Абляционный электрод позиционировали в зону ранней активации, полученной при неинвазивном картировании. При отсутствии аритмии в данной области выполняли стимуляционное картирование по алгоритму расе тар с последующей РЧА. В ряде случаев данные ПНЭК сердца позволяли сделать предположение о целесообразности и эффективности РЧА у того или иного пациента в зависимости от локализации аритмогенного субстрата.

Ограничения

Исследование является пилотным из-за малого размера выборки пациентов. Мы использовали только однофакторный анализ (статистические тесты) без учета баланса групп сравнения по базовым характеристикам и применяли тест Манна — Уитни.

Заключение

Эффективность радиочастотной катетерной абляции ЖНР при применении неинвазивного и инвазивного методов картирования была выше по сравнению с группой контроля. Из интраоперационных данных при применении ПНЭК достоверно меньшим было только время РЧА ($p = 0,0029$). Применение неинвазивного поверхностного картирования сердца на дооперационном этапе повышает эффективность интервенционного лечения ЖНР редких локализаций.

Список литературы / References

1. Cantillon DJ. Evaluation and management of premature ventricular complexes. *Cleve Clin J Med*. 2013;80(6):377-387. PMID: 23733905. <https://doi.org/10.3949/ccjm.80a.12168>
2. Attanasio P, Jungmann J, Huemer M, Parwani A, Sh., Boldt L.-H., Haverkamp W., Wutzler A. Catheter ablation of premature ventricular contractions in elderly patients: feasibility and success. *Aging Clin Exp Res*. 2016;28(3):527-531. PMID: 26349568. <https://doi.org/10.1007/s40520-015-0444-y>
3. Priori S.G., Blomström-Lundqvist C., Mazzanti A., Blom N., Borggrefe M., Camm J., Elliott P.M., Fitzsimons D., Hatala R., Hindricks G., Kirchhof P., Kjeldsen K., Kuck K.-H., Hernandez-Madrid A., Nikolaou N., Norekvål T.M., Spaulding C., Van

- Veldhuisen D.J., Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC). 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: The Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPCC). *Europace*. 2015;17(11):1601-1687. PMID: 26318695. <https://doi.org/10.1093/europace/euv319>
4. Чмелевский М.П., Зубарев С.В., Буданова М.А. Неинвазивное электрофизиологическое картирование в диагностике желудочковых аритмий: от научных исследований к клинической практике. *Трансляционная медицина*. 2015;(5):91-103. [Chmelevsky M.P., Zubarev S.V., Budanova M.A. Non-invasive electrocardiographic imaging of ventricular arrhythmias: from scientific research to clinical practice. *Translational Medicine*. 2015;(5):91-103. (In Russ.)]
 5. Shah A., Hocini M., Haissaguerre M., Jaïs P. Non-invasive mapping of cardiac arrhythmias. *Curr Cardiol Rep*. 2015;17(8):60. <https://doi.org/10.1007/s11886-015-0616-6>
 6. Frontera A., Cheniti G., Martin C.A., Takigawa M., Duchateau J., Puyo S., Martin R., Thompson N., Kitamura T., Vlachos K., Wolf M., Al-Jefairi N., Massoulié G., Pambrun T., Denis A., Sacher F., Derval N., Dubois R., Jaïs P., Hocini M., Haissaguerre M. Frontiers in non-invasive cardiac mapping: future implications for arrhythmia treatment. *Minerva Cardioangiol*. 2018;66(1):75-82. PMID: 28707848. <https://doi.org/10.23736/s0026-4725.17.04463-2>
 7. Stevenson W.G., Wilber D.J., Natale A., Jackman W.M., Marchlinski F.E., Talbert T., Gonzalez M.D., Worley S.J., Daoud E.G., Hwang Ch., Schuger C., Bump T.E., Jazayeri M., Tomassoni G.F., Kopelman H.A., Soejima K., Nakagawa H.; Multicenter Thermocool VT Ablation Trial Investigators. Irrigated radiofrequency catheter ablation guided by electroanatomic mapping for recurrent ventricular tachycardia after myocardial infarction: the multicenter thermocool ventricular tachycardia ablation trial. *Circulation*. 2008;118(25):2773-2782. PMID: 19064682. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.788604>
 8. Яшков М.В. Использование отечественных систем неинвазивного и инвазивного картирования для интервенционного лечения желудочковых аритмий. *Трансляционная медицина*. 2018;5(2):22-29. [Yashkov M.V. Use of Russian non-invasive and invasive mapping systems for interventional treatment of ventricular arrhythmias. *Translyatsionnaya meditsina = Translational Medicine*. 2018;5(2):22-29. (In Russ.)] <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2018-5-2-22-29>
 9. Фатенков О.В., Рубаненко О.А., Яшин С.С., Аvezова Д.Б. Современные аспекты понятия, этиологии, патогенеза и профилактики внезапной сердечной смерти. *Наука и инновации в медицине*. 2017;2(2):20-25. [Fatenkov O.V., Rubanenko O.A., Yashin S.S., Avezova D.B. Current aspects of the concept, etiology, pathogenesis and prevention of sudden cardiac death. *Science and Innovations in Medicine*. 2017;2(2):20-25. (In Russ.)] <https://doi.org/10.35693/2500-1388-2017-0-2-20-25>
 10. Dukes J.W., Dewland T.A., Vittinghoff E., Mandyam M.C., Heckbert S.R., Siscovick D.S., Stein P.K., Psaty B.M., Sotoodehnia N., Gottdiener J.S., Marcus G.M. Ventricular ectopy as a predictor of heart failure and death. *J Am Coll Cardiol*. 2015;66(2):101-109. PMID: 26160626; PMCID: PMC4499114. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.04.062>
 11. Lee V., Hemingway H., Harb R., Crake T., Lambiase P. The prognostic significance of premature ventricular complexes in adults without clinically apparent heart disease: a meta-analysis and systematic review. *Heart*. 2012;98(17):1290-1298. PMID: 22781425. <http://dx.doi.org/10.1136/heartjnl-2012-302005>
 12. Ataklte F., Erqou S., Laukkanen J., Kaptoge S. Meta-analysis of ventricular premature complexes and their relation to cardiac mortality in general populations. *Am J Cardiol*. 2013;112(8):1263-1270. PMID: 23927786. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2013.05.065>
 13. Ляджина О.С., Калинин В.В., Фетисова Е.А., Симонян Г.Ю., Ревিশвили А.Ш. Топическая диагностика некоронарогенной желудочковой экстрасистолы на основе неинвазивного активационного картирования. *Вестник аритмологии*. 2009;(57):47-51. [Lyadzina O.S., Kalinin V.V., Fetisova E.A., Simonyan G.Yu., Revishvili A.S. Topical Diagnostics of Non-coronarogenic Ventricular Extrasystoles on the Basis of Non-invasive Activation Mapping. *Journal of Arrhythmology*. 2009;(57):47-51. (In Russ.)]
 14. Lancellotti P., Pellikka P.A., Budts W., Chaudhry F.A., Donal E., Dulgheru R., Edvardsen T., Garbi M., Ha J.-W., Kane G.C., Kreeger J., Mertens L., Pibarot P., Picano E., Ryan T., Tsutsui J.M., Varga A. The clinical use of stress echocardiography in non-ischaemic heart disease: recommendations from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(11):1191-1229. PMID: 27880640. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jew190>
 15. AbdelWahab A., Stevenson W., Thompson K., Parkash R., Gray C., Gardner M., Sapp J. Intramural ventricular recording and pacing in patients with refractory ventricular tachycardia: initial findings and feasibility with a retractable needle catheter. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2015;8(5):1181-1188. PMID: 26155803. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.115.002940>
 16. Vaseghi M., Hu T.Y., Tung R., Vergara P., Frankel D.S., Di Biase L., Tedrow U.B., Gornbein J.A., Yu R., Mathuria N., Nakahara Sh., Tzou W.S., Sauer W.H., Burkhardt J.D., Tholakanahalli V.N., Dickfeld T.-M., Weiss J.P., Bunch T.J., Reddy M., Callans D.J., Lakkireddy D.R., Natale A., Marchlinski F.E., Stevenson W.G., Della Bella P., Shivkumar K. Outcomes of catheter ablation of ventricular tachycardia based on etiology in nonischemic heart disease: an international ventricular tachycardia ablation center collaborative study. *JACC Clin Electrophysiol*. 2018;4(9):1141-1150. PMID: 30236386; PMCID: PMC6242273. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2018.05.007>
 17. Wissner E., Revishvili A., Metzner A., Tsyganov A., Kalinin V., Lemes Ch., Saguner A.M., Maurer T., Deiss S., Sopov O., Labarkava E., Chmelevsky M., Kuck K.-H. Noninvasive epicardial and endocardial mapping of premature ventricular contractions. *Europace*. 2017;19(5):843-849. PMID: 27207812; PMCID: PMC5437699. <https://doi.org/10.1093/europace/euw103>
 18. Erkapic D., Greiss H., Pajitnev D., Zaltsberg S., Deubner N., Berkowitsch A., Möllman S., Sperzel J., Rolf A., Schmitt J., Hamm C.W., Kuniss M., Neumann T. Clinical impact of a novel three-dimensional electrocardiographic imaging for non-invasive mapping of ventricular arrhythmias — a prospective randomized trial. *Europace*. 2015;17(4):591-597. PMID: 25349226. <https://doi.org/10.1093/europace/euu282>

19. Jamil-Copley Sh., Bokan R., Kojodjojo P., Qureshi N., Koa-Wing M., Hayat S., Kyriacou A., Sandler B., Sohaib A., Wright I., Davies D.W., Whinnett Z., Peters N.S., Kanagaratnam P., Lim P.B. Noninvasive electrocardiographic mapping to guide ablation of outflow tract ventricular arrhythmias. *Heart Rhythm*. 2014;11(4):587-594. PMID: 24440381; PMCID: PMC4067940. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2014.01.013>
20. Fernández-Armenta J., Penela D., Acosta J., Andreu D., Evertz R., Cabrera M., Korshunov V., Vassanelli F., Martínez M., Guasch E., Arbelo E., Tolosana J.M., Mont L., Berrueto A. Substrate modification or ventricular tachycardia induction, mapping, and ablation as the first step? A randomized study. *Heart Rhythm*. 2016;13(8):1589-1595. PMID: 27180621. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2016.05.013>

Evaluation of the effectiveness of interventional treatment of ventricular arrhythmias of rare localizations using non-invasive mapping

Elena A. Artyukhina, Maxim V. Yashkov, Elisaveta V. Dedukh, Irina A. Taymasova, Amiran Sh. Revishvili

A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow, Russian Federation

Corresponding author. Maxim V. Yashkov, y.maksim541@gmail.com

Background. Atypical localization of the focus of ventricular arrhythmias is a rather difficult group for invasive mapping and subsequent radiofrequency ablation. Invasive electroanatomical mapping, multipolar electrophysiological electrodes in combination with electrophysiological study for searching an early zone of arrhythmia focus, and substrate mapping, are aimed to identifying critical areas of the arrhythmia contour. However, there are still situations in which arrhythmia cannot be eliminated, despite the use of these systems. The method of superficial non-invasive mapping of the heart seems to be relevant, which makes it possible to estimate the volume of surgery and select the necessary technology to eliminate arrhythmias.

Aim. To compare the effectiveness of interventional treatment of patients with ventricular arrhythmias of atypical localization with and without the use of superficial non-invasive mapping.

Methods. The study included 40 patients with ventricular arrhythmias of rare localization. The patients were divided into two groups. Group I included 21 patients who underwent non-invasive superficial and invasive electrophysiological cardiac mapping. Group II included 19 patients who underwent invasive electrophysiological cardiac mapping.

Results. Over a follow-up period of 12 months, the freedom from arrhythmia in group I was 76%, in group II — 61%. The total operation time, duration and dose of fluoroscopy were less in group I compared to the group II.

Conclusion. The study results demonstrated that the method of non-invasive surface mapping of the heart is highly effective in ventricular arrhythmias of atypical localization. The time of radiofrequency ablation, interventional intervention, fluoroscopy is lower with the use of superficial non-invasive mapping, compared with the control group.

Keywords: interventional treatment; superficial non-invasive electrophysiological mapping of the heart; ventricular arrhythmias

Received 13 July 2021. Revised 20 October 2021. Accepted 9 December 2021.

Funding: This work is supported by a grant of the Russian Science Foundation (project No. 19-15-00406).

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Contribution of the authors

Conception and study design: E.A. Artyukhina, A.Sh. Revishvili

Data collection and analysis: E.A. Artyukhina, M.V. Yashkov, E.V. Dedukh, I.A. Taymasova, A.Sh. Revishvili

Statistical analysis: M.V. Yashkov. Drafting the article: E.A. Artyukhina, M.V. Yashkov

Critical revision of the article: E.A. Artyukhina, M.V. Yashkov, A.Sh. Revishvili

Final approval of the version to be published: E.A. Artyukhina, M.V. Yashkov, E.V. Dedukh, I.A. Taymasova, A.Sh. Revishvili

ORCID ID

E.A. Artyukhina, <https://orcid.org/0000-0001-7065-0250> M.V. Yashkov, <https://orcid.org/0000-0003-3997-8252>

E.V. Dedukh, <https://orcid.org/0000-0002-4799-7456> I.A. Taymasova, <https://orcid.org/0000-0002-9280-9063>

A.Sh. Revishvili, <https://orcid.org/0000-0003-1791-9163>

Copyright: © 2022 Artyukhina et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

How to cite: Artyukhina E.A., Yashkov M.V., Dedukh E.V., Taymasova I.A., Revishvili A.Sh. Evaluation of the effectiveness of interventional treatment of ventricular arrhythmias of rare localizations using non-invasive mapping. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2022;26(1):73-82. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2022-1-73-82>