

# Преимущества навигационного картирования при катетерной аблации постинфарктных желудочковых тахикардий

Д.С. Лебедев, Р.Б. Татарский, Г.В. Михайлов

ФГУ «Федеральный Центр сердца, крови и эндокринологии им. В.А. Алмазова Росмедтехнологий», Санкт-Петербург, Россия

Лебедев Д. С. — д.м.н., заведующий научно-исследовательским отделом (НИО) хирургии аритмий Федерального Центра сердца, крови и эндокринологии им. В.А. Алмазова (ФЦСКЭ им. В.А. Алмазова); Татарский Р.Б. — к.м.н., старший научный сотрудник НИО хирургии аритмий ФЦСКЭ им. В.А. Алмазова; Михайлов Г.В. — научный сотрудник НИО хирургии аритмий ФЦСКЭ им. В.А. Алмазова.

**Контактная информация:** 197341 Россия, Санкт-Петербург, ул. Акkuratова, д. 2, ФГУ «Федеральный Центр сердца, крови и эндокринологии им. В.А. Алмазова Росмедтехнологий». E-mail: lebedevdmitry@mail.ru (Лебедев Дмитрий Сергеевич).

## Резюме

Целью нашего исследования являлось сравнение эффективности радиочастотной аблации желудочковых тахикардий (ЖТ) у пациентов, перенесших инфаркт миокарда, в условиях конвенциональной методики и электроанатомического картирования. В наше исследование было включено 52 пациента с постинфарктными ЖТ, из них в 17 случаях аблация проводилась с использованием навигационной системы картирования. По сравнению с конвенциональной методикой картирования преимущество использования электроанатомической системы картирования в устранении постинфарктных ЖТ несомненно. Визуализация анатомических структур (рубцовые поля, естественные анатомические препятствия и так далее), оценка распространения возбуждения вкупе с традиционным электрофизиологическим картированием и стимуляционными маневрами на сегодняшний день являются наиболее оптимальным методом катетерной аблации ЖТ.

**Ключевые слова:** радиочастотная аблация, желудочковая тахикардия, инфаркт миокарда, навигационное картирование, электроанатомическое картирование.

## The advantages of electroanatomic mapping during radiofrequency ablation of ventricular tachycardia in patients after myocardial infarction

D.S. Lebedev, R.B. Tatarsky, G.V. Mikhailov

**Corresponding author:** 197341 Russia, St Petersburg, 2 Akkuratova st., Almazov Federal Heart, Blood and Endocrinology Centre. E-mail: lebedevdmitry@mail.ru (Lebedev Dmitry, MD, the head of the research department of arrhythmia surgery).

## Abstract

The aim of our investigation was to compare the effectiveness of radiofrequency ablation of ventricular tachycardia in patients after myocardial infarction using conventional fluoroscopic catheter mapping vs. electroanatomic mapping. 52 patients with ventricular tachycardia after myocardial infarction were included, 17 of them passed radiofrequency ablation using electroanatomic mapping. The preference of electroanatomic mapping was indubitable. The visualization of the anatomical structures, evaluation of intracardiac electrical activation extension in relation to anatomic location using both conventional and stimulation mapping are the most optimal and useful method of radiofrequency ablation of ventricular tachycardia.

**Key words:** radiofrequency ablation, ventricular tachycardia, myocardial infarction, fluoroscopic catheter mapping, electroanatomic mapping.

*Статья поступила в редакцию: 06.04.09. и принята к печати: 22.04.09.*

## Введение

Постинфарктные желудочковые нарушения ритма являются крайне жизнеопасными и требуют пристального внимания кардиологов, кардиохирургов и аритмологов. Зачастую лечение таких пациентов предполагает комбинированный подход — сочетание реваскуляризации миокарда, аневризмомэктомии (при ее наличии), имплантации антиаритмического электронного устройства [1]. Катетерная аблация в лечении постинфарктных желудочковых тахикардий (ЖТ) используется при частых

пароксизмах, невозможности имплантации антиаритмических устройств или их неэффективности.

Тактика лечения желудочковых тахикардий (ЖТА) претерпела значительные изменения в последнее время благодаря бурному внедрению новых технологий. Совершенствование технологии имплантируемых устройств, доказательные результаты клинического их использования и рандомизированных исследований открыли эру имплантируемых кардиовертеров-дефибрилляторов (ИКД) в лечении ЖТА. Однако высокоэффективная

электротерапия не решает всех проблем лечения пациентов. Сохранение синкопальных состояний, болевые ощущения и психологические проблемы снижают качество жизни, малоэффективно использование ИКД у больных с частыми приступами или некупирующейся ЖТА [2–3].

В подавляющем большинстве случаев механизмом постинфарктных ЖТ является механизм реентри, причем в 75 % случаев отмечается субэндокардиальное расположения петли реентри, что позволяет использовать катетерную абляцию для устранения зоны медленного проведения — критической в круге реентри.

Однако существует ряд ограничений применения катетерных вмешательств. Основным ограничением традиционного «электрофизиологического подхода» является гемодинамическая непереносимость тахикардии. Индукция ЖТ для проведения регистрации потенциалов, активационного картирования, проведения entrainment-картирования приводит к резким нарушениям гемодинамики: падению артериального давления, ишемии миокарда, развитию синкопального состояния и тому подобного. Так, W. Stevenson (2002) подчеркивает, что при ишемических ЖТ провокация аритмии является переносимой гемодинамически только в 20 %. Типично для больных ишемической болезнью сердца (ИБС) наличие нескольких морфологических типов тахикардии, не является редкостью наличие пристеночного тромба в зоне фокуса аритмии, возможно субэпикардиальное залегание петли реентри [4]. Абляция рубцовой ткани требует более проникающего воздействия [5–6]. Все это в значительной степени ограничивает возможности катетерной методики картирования и абляции [7–8].

Существующие способы картирования предполагают электрофизиологический подход при выполнении картирования с использованием традиционной техники или анатомический с использованием систем навигационного картирования. Принципиально подходы отличаются тем, что при первом картируется точка выхода тахикардии, при втором подходе — рубцовые поля.

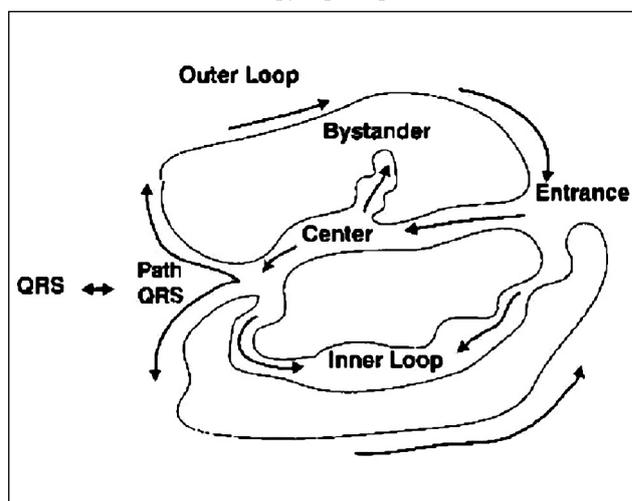
### Субстрат ЖТА

Как было указано выше, механизмом ЖТ у больных ИБС в 95 % случаев является reentry. Причем в 75 % случаев петля reentry располагается субэндокардиально и может быть локализована, а затем успешно устранена с помощью катетерного метода. Механизмы формирования круга рециркуляции импульса различны. Описаны следующие типы reentry:

- круг возбуждения вокруг некротической зоны миокарда,
- анатомический круг с участием части выжившего миокарда в зоне некроза,
- круговая тахикардия с участием ножек пучка Гиса,
- функциональный круг повторного входа возбуждения,
- reentry по типу фигуры восьмерки.

Указанные особенности механизма аритмии требуют четкой локализации критической зоны круга reentry для

Рисунок 1. Строение зоны медленного проведения и круга реентри



**Примечания:** outer loop — внешняя петля; entrance — зона входа; centre — центральная зона; bystander — соседний неактивный очаг; path QRS — направление распространения возбуждения на желудочки; inner loop — внутренняя петля.

определения точки приложения радиочастотной (РЧ) энергии при катетерной абляции, что позволяет предполагать наиболее успешное использование методов катетерного картирования и абляции для лечения этих пациентов.

Субстратом тахикардии у больных после перенесенного инфаркта миокарда является зона на границе инфарктированного (рубец) и сохраненного миокарда, сформировавшиеся «истмусы» — перешейки между рубцовыми полями. Выделяют зоны (рис. 1, 2) вхождения (entrance), центральную (central) и зону выхода (exit), а также внешнюю и внутреннюю петли (outer и inner loop). Критической является центральная зона — зона медленного проведения в области истмуса. Собственно она и является мишенью катетерной абляции.

### Радиочастотная катетерная абляция ЖТА

Интересны данные пятилетнего исследования H. Calkins et al. (2000), в котором были проанализированы пациенты со структурными заболеваниями сердца и частыми разрядами автоматического ИКД (АИКД). Пациенты принимали кордарон либо подвергались катетерной абляции ЖТ. По общим показателям 5-летняя стоимость лечения была выше в группе, которая принимала кордарон по сравнению с группой, которая подвергалась катетерной абляции. Качество жизни было выше у пациентов, которым проводилась катетерная абляция.

Таким образом, это исследование демонстрирует, что катетерная абляция является не только эффективным методом лечения, но и демонстрирует экономическую привлекательность абляции по сравнению с кордароном у пациентов с угнетенной функцией левого желудочка и частыми ЖТ [9].

Катетерная абляция на сегодняшний день является наиболее радикальным и перспективным методом в устранении ЖТ у пациентов с перенесенным инфарктом миокарда, а также играет ключевую роль в редукции

Рисунок 2

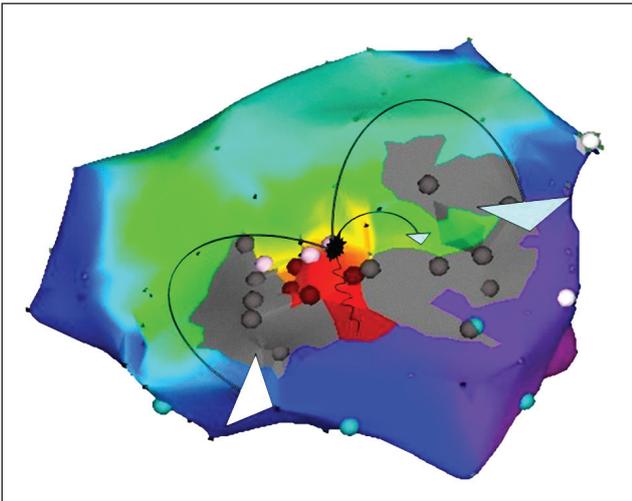


Рисунок 4

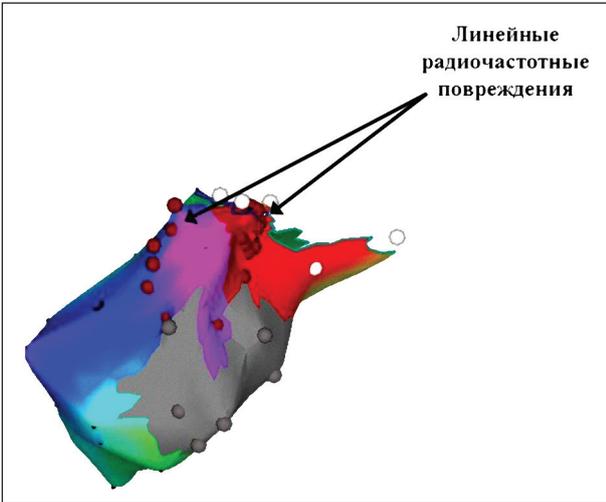


Рисунок 7

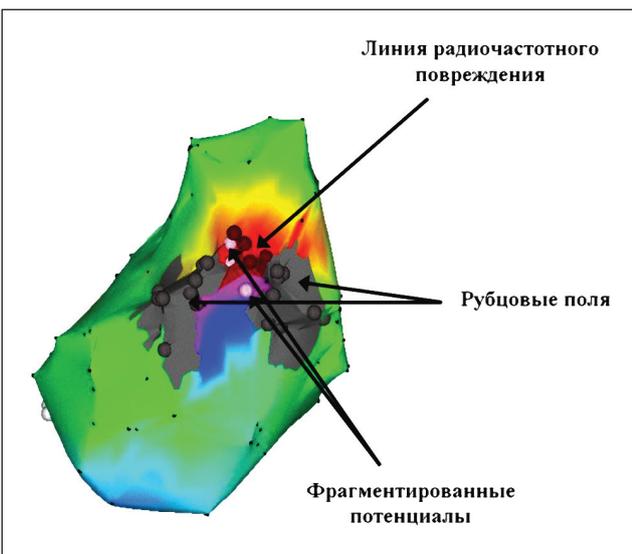


Рисунок 3

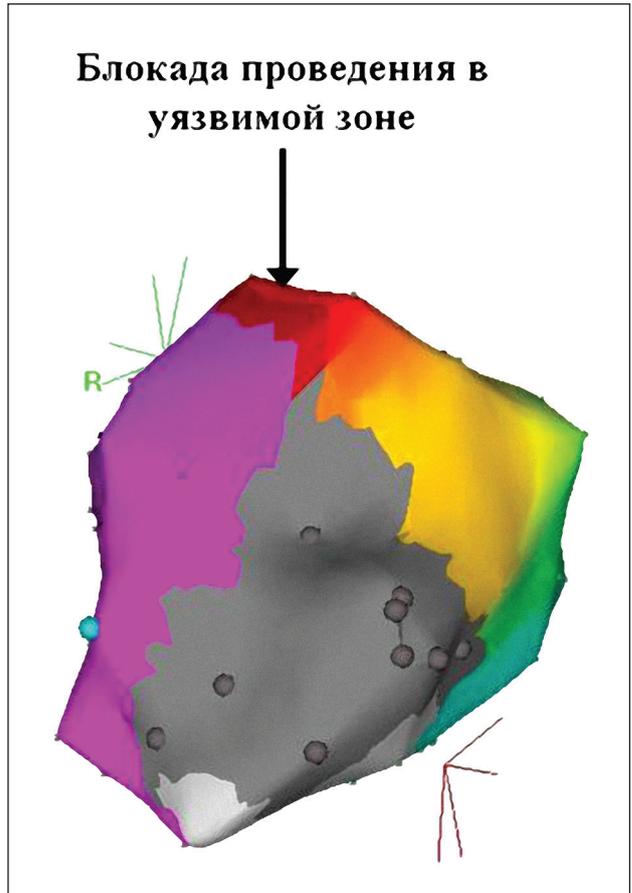


Рисунок 5

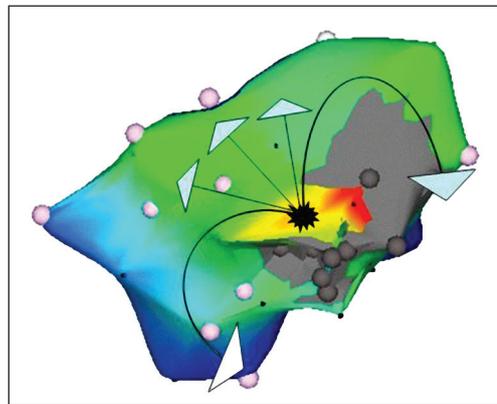
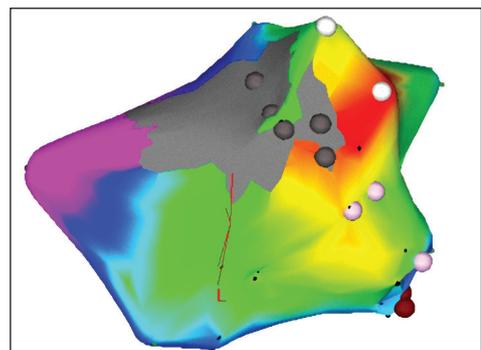


Рисунок 6



частых или непрерывно-рецидивирующих эпизодов тахикардии у пациентов с имплантированными АИКД и зачастую является терапией выбора при развитии аритмического «шторма» — периода резкого учащения приступов ЖТА [10].

Как было продемонстрировано в первом долгосрочном исследовании на большой популяции больных, высока эффективность катетерной абляции с использованием навигационного и бесконтактного картирования у пациентов с электрическим штормом и АИКД. Данные демонстрировали, что катетерная абляция может быть применена у большой популяции больных, страдающих электрическими штормами, и снижает частоту кардиальной смерти, длительно предотвращая возврат электрического шторма [11].

Постинфарктные ЖТ являются результатом комбинации анатомических и электрофизиологических субстратов. К анатомическим субстратам, в первую очередь, относятся рубцовые и/или фиброзные поля с участками жизнеспособного миокарда, аневризмы, а к электрофизиологическим — дисперсия рефрактерности кардиомиоцитов, замедленное проведение возбуждения в уязвимом регионе [12–13]. Длинные реентри круги, которые вовлекают несколько сантиметров кардиальной ткани являются причиной «медленных» ЖТ [14]. P. Friedman et al. (2000) первыми доложили об успешном опыте катетерной абляции реентри ЖТ с применением электроанатомической системы картирования путем создания линейных РЧ повреждений у пациентов, которые подверглись неуспешной фокальной абляции [15].

### Общие методы электроанатомического картирования

Для катетерного картирования ЖТ необходимо либо наличие гемодинамически устойчивой тахикардии в ходе операции, либо ЖТ должна провоцироваться. Если устойчивая тахикардия гемодинамически нестабильна, картирование может быть проведено с помощью провокации и купирования тахикардии после получения данных с каждой точки. Во время ЖТ картируется не менее 15–20 зон. Эффективность техники картирования зависит от воспроизводимости ЖТ и стабильности положения абляционного электрода в каждой зоне [16].

РЧ абляция постинфарктных ЖТ обусловлена рядом сложностей, и ее проведение требует: а) выявления уязвимых участков тахикардии; б) создания эффективных трансмуральных повреждений; в) подтверждения наличия двунаправленной блокады проведения; г) отсутствия рецидивов при длительном наблюдении. Детальное понимание механизмов ЖТ и, следовательно, успешное лечение достигается с использованием точных методов нефлюороскопического картирования в режиме реального времени с использованием графического трехмерного отображения распространения возбуждения по миокарду.

Электроанатомическое картирование — безопасный и информативный метод для визуализации желудочковой активации у пациентов со сложными ЖТ, позволяющий определять возможные электрофизиологические механизмы аритмий.

Анализ электроанатомической реконструкции камер сердца позволяет идентифицировать область медленного проведения, что может способствовать успешной катетерной абляции. Определение постинфарктных рубцов и анатомических барьеров в пределах трехмерной электроанатомической карты облегчает создание линейных повреждений.

Одной из самых распространенных и применяемых в России современных систем является нефлюороскопическая электроанатомическая система картирования «CARTO». Эта система позволяет построить трехмерные изображения из множества эндокардиальных участков, которые последовательно картируются и обозначаются определенной цветовой гаммой в соответствии с локальным временем активации. Таким образом, трехмерная электроанатомическая система позволяет создать детальную геометрию камер сердца, что способствует аккуратному позиционированию электрода [17].

Картирование и абляция производятся электродом «Navi Star» (Cordis Webster, Johnson & Johnson), референтный электрод устанавливается в правый желудочек или в качестве референтной точки используется одно из отведений поверхностной электрокардиограммы (ЭКГ). Окно времени соответствует длине цикла тахикардии. Время активации на каждом участке отражается в цвете относительно его временных пределов (самый ранний — красным цветом; самый поздний — фиолетовым).

Амплитуда биполярных желудочковых потенциалов, зарегистрированная на каждом участке, также отображается в цвете (наиболее низкая — красным цветом; наиболее высокая — фиолетовым) (рис. 2). Области без различимого желудочкового потенциала (обычно меньше или равные 0,05 милливольт) считаются рубцами и демонстрируются серым цветом. Так как данный подход включает аккумуляцию большого количества точек, то используется для гемодинамически хорошо переносимой тахикардии.

Возможность комбинации трехмерной анатомической реконструкции камер сердца с изучением их электрической активности позволяет оценить роль тех или иных анатомических структур в генезе желудочковых аритмий, что принципиально важно при эффективном проведении катетерной абляции [18].

Возможность управления катетером без помощи флюороскопии значительно снижает время рентгеновского излучения и время проведения операции. Также значительным свойством электроанатомического картирования является контроль линейных РЧ повреждений путем построения новой изохронной карты на фоне стимуляции в той же самой анатомической структуре.

### Собственный опыт. Материалы и методы исследования

В наше исследование было включено 52 пациента с постинфарктными ЖТ, из них в 17 случаях абляция проводилась с использованием навигационной системы картирования.

Поскольку катетерная абляция под флюороскопическим контролем подробно описана ранее [19–23], мы

остановимся на возможностях абляции ЖТ с применением навигационной системы электроанатомического нефлюороскопического картирования.

Эндокардиальное электрофизиологическое исследование и РЧ абляция с использованием электроанатомической системы картирования проводилась всем пациентам с постинфарктными ЖТ, но не ранее чем через 21 день после перенесенного инфаркта миокарда. До проведения катетерной абляции всем пациентам для исключения динамической ишемии миокарда проводились коронароангиография, эхокардиографическое исследование, а также функциональные пробы, определяющие ишемию миокарда. Двум пациентам была выполнена чрескожная реваскуляризация миокарда и одному – коронарное шунтирование до проведения катетерной абляции ЖТ. До проведения катетерной абляции четырем пациентам были имплантированы АИКД, в двух случаях – CRT-D.

### Техника электроанатомического картирования постинфарктных ЖТ

В наше исследование были включены пациенты как со стабильными, так и с неустойчивыми пароксизмами ЖТ. До начала операции определяли локализацию точки выхода тахикардии по поверхностной ЭКГ в 12 стандартных отведениях по методикам Miller J.M. et al. и Kuchar D.L. et al., учитывая локализацию перенесенного инфаркта миокарда.

Как первый этап электроанатомического картирования на синусовом ритме выполнялась изопотенциальная «CARTO» реконструкция левого желудочка с определением измененной анатомии, зоны рубцовых полей и фракционированных потенциалов (рис. 2). При наличии синусового ритма во время анатомической реконструкции и невозможности однозначного определения зоны рубцов проводилась стимуляция этой зоны. Отсутствие стимуляции желудочков в этой зоне позволяло трактовать данную анатомическую область как электрически «тихую» (зона рубцов).

При устойчивых и гемодинамически стабильных пароксизмах ЖТ выполнялась изохронная «CARTO» реконструкция левого желудочка с регистрацией зон различной систолической и диастолической активности и стимуляционными маневрами, характеризующими «каналы» медленного проведения между рубцами и естественными анатомическими образованиями. В качестве референтной точки выбирался анатомически и электрофизиологически стабильный электрод в правом желудочке или желудочковый комплекс на 12-канальной поверхностной ЭКГ с ярко выраженным отклонением электрической оси. Длительность окна интереса рассчитывалась по следующей формуле: длительность окна интереса = длительность цикла тахикардии — 20 мс. Локальное активационное время для каждой эндокардиальной позиции определялось как интервал между референтным спайком желудочков и биполярным сигналом с картирующего электрода. В случае, если регистрировались двойные электрограммы с абляционного/картирующего электрода, локальное активационное

время рассчитывалось от самого начала отклонения двойного потенциала. Двойные электрограммы определялись как два отдельных биполярных сигнала, разделенных изолинией как минимум в 50 мс. Истмус («коридор» проведения, критическая или уязвимая зона проведения) определялся как проводящая миокардиальная ткань, ограниченная от проводящего миокарда. Непроводящая ткань может быть выражена линией двойных потенциалов, либо рубцовыми полями, либо анатомическим препятствием — митральным клапаном. Исходя из анализа круга реентри ЖТ, истмус, деполяризация которого необходима для поддержания тахикардии, определяется как критическая область проведения. Катетерная абляция этого региона должна прерывать тахикардию и обеспечивать долгосрочную эффективность абляции [24].

Нефлюороскопическая электроанатомическая система картирования позволяла определять механизм тахикардии, а круг реентри отображался в виде цветовой гаммы. Наиболее ранняя зона активации отображалась красным цветом с цветовым переходом к фиолетовому (наиболее поздняя активация), то есть эти цвета «встречаются» в одной области, что свидетельствует о непрерывности наиболее ранней и наиболее поздней активации. Это характеризовало наличие макро-реентри ЖТ. Таким образом, постинфарктная ЖТ определяется в непрерывности вышеупомянутой цветовой гаммы вокруг рубца, рубцовых полей и анатомических препятствий [25].

Главенствующая волна реентри имеет либо более высокую скорость проведения, либо рубец, расположенный слева, имеет меньший размер по сравнению с соседним. Устранение текущей волны реентри может привести к функционированию другого фронта деполяризации, поэтому необходимо производить катетерную абляцию общего канала проведения. Эти допускающие друг друга круги активации являлись функционально стабильными. РЧ абляция общего истмуса проведения привела к устранению ЖТ и восстановлению синусового ритма.

Нанесение РЧ воздействия должно проводиться на участки медленного проведения. Индикатором трансмурального некроза во время нанесения аппликации служит монополярный желудочковый потенциал, зарегистрированный с абляционного электрода. Уменьшение амплитуды потенциала на 80 % или его фрагментация на два потенциала с низкой амплитудой служит подтверждением наличия интрамурального повреждения.

Тем не менее купирование ЖТ в ходе РЧ абляции не является надежным критерием долгосрочной эффективности интервенционного вмешательства. Поэтому необходимо подтвердить двунаправленную блокаду в заинтересованной зоне. Для установления блокады уязвимой зоны выполнялись изохронные реконструкции левого желудочка на фоне стимуляции желудочков (рис. 3). Суть метода заключалась в стимуляции правого желудочка: при блокаде проведения в зоне РЧ абляции регистрировалась непрерывная цветовая гамма: красный, далее желтый, а затем фиолетовая зона.

Для исключения возврата ЖТ в виде нового круга реентри необходимо проводить линейную абляцию между соседними рубцовыми полями и анатомическими

препятствиями (митральный клапан) (рис. 4), поскольку незамкнутое рубцовое поле является анатомическим субстратом для возникновения реентри (рис. 5, 6). По данным мировой литературы и по результатам нашего исследования более чем у половины пациентов с ишемическими желудочковыми нарушениями ритма выявляются более одной морфологий ЖТ (табл. 1).

Таблица 1

**ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУППЫ БОЛЬНЫХ (n = 17)**

Более чем одна морфология ЖТ (n, %)	9 (53 %)
Количество морфологий (n)	2–4
Неустойчивая ЖТ (n)	3
Невоспроизводимая ЖТ при проведении ЭФИ (n)	2
Длина линий повреждений (мм)	41 ± 15
Количество активационных/анатомических точек (n)	69 ± 31
Длительность цикла тахикардии («стабильные ЖТ») (мс)	420 ± 62
Количество рубцовых полей (n)	2
Передний рубец (n)	2
Задний рубец (n)	2
Нижний рубец (n)	4
Аневризма (n)	9
АИКД до вмешательства (n)	4
Количество РЧ аппликаций (n)	21 ± 7
Время флюороскопии (мин.)	31,5 ± 11,2

**Примечания:** ЖТ — желудочковая тахикардия; АИКД — автоматический имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор; РЧ — радиочастотный.

В нашем исследовании подавляющее число всех постинфарктных тахикардий имели реентри механизм, однако у трех пациентов ЖТ была обусловлена триггером из парарубцовой зоны (рис. 5, 7). Эктопический механизм был подтвержден стимуляционными маневрами и электроанатомической реконструкцией левого желудочка.

В работе F.E. Marchlinski et al. (2002) показана эффективность линейных воздействий в лечении моно-морфных некартируемых ЖТ. Также показано, что стратегия аблации, направленная на субстрат ЖТ, достигает эффективности 77 %, но до сих пор остаются сложными случаи множественных и/или гемодинамически непереносимых ЖТ [26]. Кривоаблация с окружением субстрата постинфарктных тахикардий во время операций на открытом сердце была ранее предложена и использовалась с относительно высокой эффективностью [27–28]. Настоящее описание окружной катетерной изоляции левожелудочковой аневризмы для лечения множественных гемодинамически непереносимых тахикардий является первым в литературе. Данная процедура аблации может быть использована как стратегия лечения пациентов с множественными ЖТ из зоны аневризмы.

Еще одним механизмом постинфарктных ЖТ являются сложные реентри цепи, в том числе в форме «восьмерки», которые затрудняют электрофизиологическое картирование даже с использованием электроанатомических систем навигации. Катетерная аблация одного из предполагаемых кругов ведет к функционированию другого круга реентри с изменением морфологии и цикла

тахикардии. По всей видимости, в большинстве случаев функционирования нескольких морфологий ЖТ в ходе аблации у одного и того же пациента имеются множественные волны реентри вследствие неомогенности рубцового поля. Существующие методики картирования, в том числе с использованием современных систем картирования, не дают окончательного ответа об электрофизиологических происшествиях в инфарктной зоне.

В случае гемодинамически значимых, нестабильных ЖТ, картирование которых затруднено или невозможно на фоне пароксизма, нами производилось картирование предполагаемого аритмогенного субстрата (рубцовые поля, коридоры проведения) и катетерная аблация на синусовом ритме. В большинстве это пациенты с ранее имплантированным АИКД. Несмотря на то что АИКД не обеспечивает полной протекции от аритмической смерти, более эффективного метода борьбы с жизнеугрожающими желудочковыми аритмиями пока не создано, и имплантация АИКД является основным средством, снижающим риск внезапной смерти. Тем не менее частые срабатывания ИКД, «шторм» и угнетенный психологический статус пациента оправдывают подход к профилактической катетерной аблации в условиях электроанатомического картирования всех предполагаемых кругов реентри в левом желудочке. Кроме того, по результатам исследования SMASH-VT, где первичной конечной точкой была выживаемость до первого использования ИКД терапии (разряд дефибриллятора или активация антитахистимуляции), а вторичной точкой — частота срабатывания АИКД, показано, что катетерная аблация субстрата не оказывала отрицательного влияния на функцию левого желудочка и на функциональный класс сердечной недостаточности [29].

Профилактическое линейное РЧ повреждение через рубцовые поля позволяет исключить гипотетические волны возбуждения, ассоциированные с рубцовыми полями при условии блокады проведения в заинтересованных зонах, которая определяется повторным построением изохронной карты левого желудочка на фоне стимуляции. Картирование потенциального субстрата тахикардии позволяет проводить катетерную аблацию без наличия аритмии [30].

**Результаты и их обсуждение**

У 17 пациентов с постинфарктными ЖТ было выявлено 38 видов тахикардии. Эффективность катетерной аблации в условиях электроанатомического навигационного картирования представлена в табл. 2. По сравнению с конвенциональной методикой картирования, преимущество использования электроанатомической системы картирования в устранении постинфарктных ЖТ несомненно. Визуализация анатомических структур (рубцовые поля, естественные анатомические препятствия и так далее), оценка распространения возбуждения вкупе с традиционным электрофизиологическим картированием и стимуляционными маневрами на сегодняшний день являются наиболее оптимальным методом катетерной аблации ЖТ. Неустойчивые, гемодинамически значимые или не индуцируемые при электрофизиологическом

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАТЕТЕРНОЙ АБЛАЦИИ В УСЛОВИЯХ  
ЭЛЕКТРОАНАТОМИЧЕСКОГО НАВИГАЦИОННОГО КАРТИРОВАНИЯ**

Эффективность катетерной аблации в устранении ЖТ с использованием различных подходов	РЧА ЖТ с использованием конвенциональной методики картирования	РЧА ЖТ с использованием навигационной системы картирования «CARTO»
Непосредственная эффективность устранения отдельных морфологических типов ЖТ (%)	78 %	89 %
Устранение всех морфологических типов ЖТ (%)	70 %	83 %
Эффективность антиаритмической терапии (ранее неэффективная) (n)	5	2

**Примечания:** ЖТ — желудочковая тахикардия; РЧА — радиочастотная аблация.

исследовании ЖТ — огромная проблема, с которой зачастую сталкиваются в электрофизиологической лаборатории [31–32].

На протяжении всего периода наблюдения в среднем от 3 до 34 месяцев у 13 пациентов не было зарегистрировано каких-либо пароксизмов ЖТ или фибрилляции желудочков, подтвержденных анамнестически или данными инструментальных методов обследования (ЭКГ, суточное/многосуточное мониторирование ЭКГ). Также у определенных больных возможно проведение оценки желудочковых прощешествий путем получения данных с АИКД. Еще у двух пациентов (табл. 2) оказалась эффективной антиаритмическая терапия, которая раньше была неэффективной. Одному из этих пациентов производилась эмпирическая аблация всех возможных кругов реентри в левом желудочке.

Двум пациентам катетерная аблация в условиях электроанатомического картирования не принесла ожидаемого результата. В первом случае была выполнена катетерная аблация всех возможных кругов реентри, а в другом РЧ воздействия не оказали влияния на тахикардию при четко идентифицированном круге реентри между рубцами. Несмотря на высокий успех эндокардиальной РЧ катетерной аблации ишемической левожелудочковой тахикардии, основной фактор, который влияет на благоприятный исход при уже локализованной тахикардии — расположение реентри круга глубоко в миокарде либо эпикардиально. Об успешном опыте чрескожного эпикардиального картирования и катетерной аблации с использованием электроанатомического картирования докладывалось несколькими мировыми лабораториями [33–36].

В настоящем исследовании рассмотрены основные электрофизиологические особенности постинфарктных ЖТ, основным механизмом которых является повторный вход возбуждения, ассоциированный с рубцовыми полями (следствие перенесенного инфаркта миокарда) с критическим истмусом проведения между ними. В некоторых случаях ЖТ была обусловлена триггером из парарубцовой зоны, в том числе с несколькими эктопическими очагами в пределах одного рубца, в данном случае для ее элиминирования необходимо несколько точечных РЧ воздействий (рис. 7).

Детальное 3D электроанатомическое картирование значительно помогает в реконструкции круга реентри ЖТ

и в определении уязвимого звена реентри (истмус). Также значительным прорывом является контроль линейных повреждений, поскольку ширина истмуса достаточно варьирует (7–30 мм), и определение блока проведения в критической зоне (рис. 2) после устранения ЖТ.

### Осложнения

Интраоперационная летальность в ходе интервенционного вмешательства, по данным разных авторов, составляет от 1 % до 2,7 % [37–38]. Риск больших осложнений, включая инсульт, транзиторный коронарный синдром, инфаркт миокарда, перфорацию или атриоventрикулярную блокаду, колеблется от 5 % до 8 %. Другие осложнения, ассоциированные с сосудистым доступом (2 %–4 %), включают кровотечение, инфекцию, гематому и повреждение артерии [39–40]. Некоторыми авторами представлены данные об осложнениях в виде травмы сердца, инфаркта и повреждения клапанов сердца, составляющих от 1 % до 2 % [41].

В нашем исследовании в одном случае было интраоперационное осложнение в виде кардиогенного шока при инактивировании бивентрикулярной стимуляции на фоне картирования ЖТ, что потребовало проведения реанимационных мероприятий и восстановления бивентрикулярной стимуляции. Послеоперационные осложнения и летальные исходы не возникали, что характеризует безопасность данного метода лечения.

### Заключение

Катетерная аблация является безопасным и эффективным методом устранения постинфарктных ЖТ. Новейшие системы картирования отрывают новые горизонты лечения с множественными и гемодинамически нестабильными формами ЖТ, которые формально определяются как «некартируемые» [42].

Также значительным прорывом является редукция эпизодов постинфарктных ЖТ у пациентов с угнетенной функцией левого желудочка и имплантированным АИКД. Конечно, эффективность катетерной аблации пока остается ниже, чем при суправентрикулярных тахикардиях. Неудачи аблации ЖТ, как кажется, возникают вследствие анатомических трудностей, например, невозможности достаточного повреждения интрамуральных реентри циклов в областях толстого миокарда. В дальнейшем необходима технологическая эволюция методик кар-

тирования, и крайне важной станет аккуратная оценка риска и эффективности.

#### Литература

1. Brugada J., Aquinaga L., Mont L. et al. Coronary artery revascularization in patients with sustained ventricular arrhythmias in the chronic phase of a myocardial infarction: effects on the electrophysiologic substrate and outcome // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 2001. — Vol. 37, № 2. — P. 529–533.
2. D'Avila A., Nellens P., Andries E., Brugada P. Catheter ablation of ventricular tachycardia occurring late after myocardial infarction: a point-of-view // *PACE Pacing Clin. Electrophysiol.* — 1994. — Vol. 17, Part II. — P. 532–541.
3. Strickberger S.A., Man K.C., Daoud E.G. et al. Prospective evaluation of catheter ablation of ventricular tachycardia as adjuvant therapy in patients with coronary artery disease and an implantable cardioverter-defibrillator // *Circulation.* — 1997. — Vol. 96. — P. 1525–1531.
4. Soejima K., Stevenson W.G. Ventricular tachycardia associated with myocardial infarct scar: a spectrum of therapies for a single patient // *Circulation.* — 2002. — Vol. 106. — P. 176–179.
5. Haines D.E. Determinants of lesion size during radiofrequency catheter ablation: the role of electrode-tissue contact pressure and duration of energy delivery // *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* — 1991. — Vol. 2. — P. 509–515.
6. Simmers T.A., Wittkamp F.H.M., Hauer R.N.W., Robles de Medina E.O. In vivo ventricular lesion growth in radiofrequency catheter ablation // *PACE Pacing Clin. Electrophysiol.* — 1994. — Vol. 17. — P. 523–531.
7. Blanchard S.M., Walcott G.P., Wharton J.M., Ideker R.E. Why is catheter ablation less successful than surgery for treating ventricular tachycardia that results from coronary artery disease? // *PACE.* — 1994. — Vol. 17 (Pt. I). — P. 2315–2335.
8. Rothman S.A., Hsia H.H., Cossú S.F. et al. Radiofrequency catheter ablation of postinfarction ventricular tachycardia. Long-term success and the significance of inducible nonclinical arrhythmias // *Circulation.* — 1997. — Vol. 96. — P. 3499–3508.
9. Calkins H., Bigger J. T., Stacey Jr., Ackerman J. et al. Cost-effectiveness of catheter ablation in patients with ventricular tachycardia // *Circulation.* — 2000. — Vol. 101. — P. 280–288.
10. Carbucicchio C., Santamaria M., Trevisi N. et al. Catheter ablation for the treatment of electrical storm in patients with implantable cardioverter-defibrillators: Short- and long-term outcomes in a prospective single-center study // *Circulation.* — 2008. — Vol. 117, № 4. — P. 462–469.
11. Della Bella P., Trevisi N., Santamaria M. et al. Catheter ablation for the treatment of electrical storm in patients with implantable cardioverter-defibrillators // *Circulation.* — 2008. — Vol. 117. — P. 462–469.
12. Wetzel U., Hindricks G., Dorszewski A. et al. Electroanatomic mapping of the endocardium: implication for catheter ablation of ventricular tachycardia // *Herz.* — 2003. — Vol. 28. — P. 583–590.
13. Soejima K., Stevenson W.G. Ventricular tachycardia associated with myocardial infarct scar: a spectrum of therapies for a single patient // *Circulation.* — 2002. — Vol. 106. — P. 176–179.
14. De Chillou C., Lacroix D., Klug D. et al. Isthmus characteristics of reentrant ventricular tachycardia after myocardial infarction // *Circulation.* — 2002. — Vol. 105. — P. 726–731.
15. Friedman P.A., Packer D.L., Hammill S.C. Catheter ablation of mitral isthmus ventricular tachycardia using electroanatomically guided linear lesions // *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* — 2000. — Vol. 11. — P. 466–471.
16. Josephson M.E. *Clinical Cardiac Electrophysiology*. Third Edition, 2001.
17. Gepstein L., Hayam G., Ben-Haim S.A. A novel method for nonfluoroscopic catheter-based electroanatomical mapping of the heart. In vitro and in vivo accuracy results // *Circulation.* — 1997. — Vol. 95. — P. 1611–1622.
18. Schreieck J., Ndrepepa G., Zrenner B. et al. Radiofrequency ablation of cardiac arrhythmias using a three-dimensional real-time position management and mapping system // *Pacing Clin. Electrophysiol.* — 2002. — Vol. 25. — P. 1699–1707.
19. Седов В. М., Лебедев Д.С., Немков А.С., Маринин В.А. Катетерное лечение постинфарктных желудочковых аритмий // *Вестник аритмологии.* — 1999. — № 11. — С. 43–45.
20. Stevenson W., Khan H., Sager P. et al. Identification of reentry circuit sites during catheter mapping and radiofrequency ablation of ventricular tachycardia late after myocardial infarction // *Circulation.* — 1993. — Vol. 88. — P. 1647–1670.
21. Morady F., Harvey M., Kalbfleisch S.J. et al. Radiofrequency catheter ablation of ventricular tachycardia in patients with coronary artery disease // *Circulation.* — 1993. — Vol. 87. — P. 363–372.
22. Gonska B.D., Cao K., Schaumann A. et al. Catheter ablation of ventricular tachycardia in 136 patients with coronary artery disease: results and follow-up period // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 1994. — Vol. 24. — P. 506–514.
23. Stevenson W.G., Friedman P.L., Kocovic D. et al. Radiofrequency catheter ablation of ventricular tachycardia after myocardial infarction // *Circulation.* — 1998. — Vol. 98. — P. 308–314.
24. Arenal A., del Castillo S., Gonzalez-Torrecilla E. et al. Tachycardia-related channel in the scar tissue in patients with sustained monomorphic ventricular tachycardias: influence of the voltage scar definition // *Circulation.* — 2004. — Vol. 110, № 17. — P. 2568–2574.
25. Jody Zak. Mapping Ventricular Tachycardia // *Crit. Care Nurse.* — 2006. — Vol. 26, № 5. — P. 13–20.
26. Schilling R.J. Can catheter ablation cure post-infarction ventricular tachycardia? // *Eur. Heart J.* — 2002. — Vol. 23. — P. 352–354.
27. Frapier J.M., Hubaut J.J., Pasquie J.L., Chaptal P.A. Large encircling cryoablation without mapping for ventricular tachycardia after anterior myocardial infarction: long-term outcome // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* — 1998. — Vol. 116. — P. 578–583.
28. Guiraudon G.M., Thakur R.K., Klein G.J. et al. Encircling endocardial cryoablation for ventricular tachycardia after myocardial infarction: experience with 33 patients // *Am. Heart J.* — 1994. — Vol. 128, № 5. — P. 982–989.
29. Reddy V.Y., Reynolds M.R., Neuzil P. et al. Prophylactic catheter ablation for the prevention of defibrillator therapy // *N. Engl. J. Med.* — 2007. — Vol. 357. — P. 2657–2665.
30. Reddy V.Y., Neuzil P., Taborsky M., Ruskin J.N. Short-term results of substrate mapping and radiofrequency ablation of ischemic ventricular tachycardia using a saline-irrigated catheter // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 2003. — Vol. 41, № 12. — P. 2228–2236.
31. Furniss S., Anil-Kumar R., Bourke J.P. et al. Radiofrequency ablation of haemodynamically unstable ventricular tachycardia after myocardial infarction // *Heart.* — 2000. — Vol. 84. — P. 648–652.
32. Fassini G., Della Bella P., Trevisi N. et al. Long term safety and outcome of hemodynamically-supported catheter ablation for the treatment of intolerated ventricular tachycardia // *Pacing Clin. Electrophysiol.* — 2002. — Vol. 25. P. 533. [Abstract].
33. Kaltenbrunner W., Cardinal R., Dubuc M. et al. Epicardial and endocardial mapping of ventricular tachycardia in patients with myocardial infarction. Is the origin of the tachycardia always subendocardially localized? // *Circulation.* — 1991. — Vol. 84, № 3. — P. 1058–1071.
34. Sosa E., Scanavacca M. Epicardial mapping and ablation techniques to control ventricular tachycardia // *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* — 2005. — Vol. 16, № 4. — P. 449–452.
35. Brugada J., Berrueto A., Cuesta A. et al. Nonsurgical transthoracic epicardial radiofrequency ablation: An alternative in incessant ventricular tachycardia // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 2003. — Vol. 41, № 11. — P. 2036–2043.
36. Fenelon G., Pereira K.P., de Paola A.A. Epicardial radiofrequency ablation of ventricular myocardium: factors affecting lesion formation and damage to adjacent structures // *J. Interv. Card. Electrophysiology.* — 2006. — Vol. 15, № 1. — P. 57–63.
37. Stevenson W.G., Delacretaz E. Radiofrequency catheter ablation of ventricular tachycardia // *Heart.* — 2000. — Vol. 44. — P. 553–559.
38. Stevenson W., Soejima K. Catheter ablation of ventricular tachycardia. / In: Zipes D, Jalife J, eds. // *Cardiac Electrophysiology: From Cell to Bedside*. 4th ed. Philadelphia, Pa: WB Saunders Co, 2004. — P. 1077–1095.
39. O'Callaghan P.A., Poloniecki J., Sosa-Suarez G. et al. Long-term clinical outcome of patients with prior myocardial infarction after alliative radiofrequency catheter ablation for frequent ventricular tachycardia // *Am. J. Cardiol.* — 2001. — Vol. 87. — P. 975–979.
40. Borger van der Burg A.E., de Groot N.M., van Erven L. et al. Long-term follow-up after radiofrequency catheter ablation of ventricular tachycardia: a successful approach // *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* — 2002. — Vol. 13. — P. 417–423.
41. Ganz L. Catheter ablation of cardiac arrhythmias: overview and technical aspects. Available at: <http://www.utdol.com>. Accessed December 16, 2004.
42. Strickberger S.A., Ching Man K., Daoud E.G. et al. Non-contact mapping to guide catheter ablation of intolerated ventricular tachycardia // *Eur. Heart J.* — 2002. — Vol. 23. — P. 742–752.