

## Радиочастотная абляция высокой мощности при лечении желудочковых тахикардий у пациентов со структурной патологией сердца: результаты одного года наблюдения многоцентрового проспективного регистра

### Для корреспонденции:

Сергей Владимирович Королев,  
[sergejkorolev@ya.ru](mailto:sergejkorolev@ya.ru)

Поступила в редакцию 5 сентября 2022 г.

Исправлена 16 февраля 2023 г.

Принята к печати 31 мая 2023 г.

**Цитировать:** Королев С.В., Артюхина Е.А., Шабанов В.В., Сапельников О.В., Цыганов А.В., Ревшвили А.Ш., Романов А.Б. Радиочастотная абляция высокой мощности при лечении желудочковых тахикардий у пациентов со структурной патологией сердца: результаты одного года наблюдения многоцентрового проспективного регистра. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2023;27(2):66-73. <https://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2023-2-66-73>

### Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Вклад авторов

Концепция и дизайн работы:

С.В. Королев, А.Ш. Ревшвили, А.Б. Романов

Сбор и анализ данных: все авторы

Статистическая обработка данных:

С.В. Королев

Написание статьи: С.В. Королев

Исправление статьи:

А.Б. Романов, А.Ш. Ревшвили

Утверждение окончательного

варианта статьи: все авторы

### ORCID

С.В. Королев,

<https://orcid.org/0000-0001-5513-2332>

С.В. Королев<sup>1</sup>, Е.А. Артюхина<sup>2</sup>, В.В. Шабанов<sup>3</sup>, О.В. Сапельников<sup>4</sup>,  
А.В. Цыганов<sup>5</sup>, А.Ш. Ревшвили<sup>2</sup>, А.Б. Романов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства», Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация

<sup>4</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии имени академика Е.И. Чазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

<sup>5</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

### Аннотация

**Актуальность.** Результаты абляции желудочковой тахикардии у больных со структурной патологией сердца не являются оптимальными. Радиочастотная абляция с использованием высокой мощности воздействия может иметь долгосрочный положительный эффект.

**Цель.** Оценить безопасность, раннюю и отдаленную эффективность радиочастотной абляции высокой мощности для лечения желудочковой тахикардии у пациентов со структурной патологией сердца в многоцентровом проспективном регистре.

**Методы.** В исследование включили 63 пациента (66,7 % — мужчины, медиана возраста 61 [51,0–66,5] год) с ишемической болезнью сердца и медикаментозно-резистентной желудочковой тахикардией, которых направили на радиочастотную абляцию. Проводили абляцию воздействием радиочастотной энергии 50 Вт. Для биполярного и активационного картирования со стандартными настройками использовали системы нефлюороскопической 3D-навигации. Конечная точка безопасности включала периоперационные осложнения, такие как смерть, гемоперикард, инсульт, инфаркт миокарда, электрический шторм, сосудистые осложнения. Конечная точка эффективности — неиндуцируемость желудочковой тахикардии в конце абляции и отсутствие желудочковой тахикардии через 12 мес. наблюдения. Вторичные конечные точки — изменение терапии имплантированного кардиовертера-дефибриллятора, эхографические показатели и количество госпитализаций.

**Результаты.** Всем пациентам провели абляцию желудочковой тахикардии под общей седацией. Индуцировали 1 клиническую желудочковую тахикардию у 96,8 % больных на диагностическом этапе абляции. После абла-

Е.А. Артюхина,  
<https://orcid.org/0000-0001-7065-0250>  
В.В. Шабанов,  
<https://orcid.org/0000-0001-9066-3227>  
О.В. Сапельников,  
<https://orcid.org/0000-0002-5186-2474>  
А.В. Цыганов,  
<https://orcid.org/0000-0002-6667-0539>  
А.Ш. Ревিশвили,  
<https://orcid.org/0000-0003-1791-9163>  
А.Б. Романов,  
<https://orcid.org/0000-0002-6958-6690>

© Королев С.В., Артюхина Е.А.,  
Шабанов В.В., Сапельников О.В.,  
Цыганов А.В., Ревিশвили А.Ш.,  
Романов А.Б., 2023



ции не индуцировали клинические желудочковые тахикардии ( $p < 0,0001$  по сравнению с данными до аблации). Ни у одного пациента периоперационных осложнений не наблюдали. Желудочковая тахикардия без антиаритмических препаратов отсутствовала у 52 (82,6 %) больных через 12 мес. наблюдения. В отдаленном периоде наблюдения количество терапий имплантированного кардиовертера-дефибриллятора значительно уменьшилось по сравнению с исходным уровнем (3,2 против 31,7 % соответственно,  $p = 0,0001$ ). Фракция выброса левого желудочка увеличилась с  $48,7 \pm 14,7$  до  $50,3 \pm 11,9$  % через 12 мес. наблюдения ( $p = 0,038$ ). Частота госпитализаций снизилась с 2 [диапазон: 0–12] до 0 [диапазон: 0–3] ( $p < 0,0001$ ) до и после радиочастотной аблации соответственно.

**Заключение.** Радиочастотная аблация с применением высокой мощности для лечения желудочковой тахикардии у ишемических пациентов продемонстрировала безопасность и высокую периоперационную и отдаленную эффективность, что связано с клиническим улучшением. Необходимы дальнейшие рандомизированные исследования для внедрения аблации желудочковой тахикардии в рутинную клиническую практику для аблации.

**Ключевые слова:** аритмия; желудочковая тахикардия; инфаркт миокарда; радиочастотная аблация

## Введение

Согласно консенсусу Европейской ассоциации ритма сердца, радиочастотная аблация (РЧА) рекомендуется для лечения симптоматической устойчивой мономорфной желудочковой тахикардии (ЖТ), включая купированную терапией имплантированного кардиовертера-дефибриллятора (ИКД) и рецидивирующую, несмотря на антиаритмическую лекарственную терапию или ее противопоказание [1]. Однако в отдаленном периоде наблюдения эффективность РЧА неоптимальна [2]. На успех операции РЧА у таких пациентов влияет множество факторов, один из которых — недостаточное проникновение радиочастотной энергии к аритмогенному субстрату в миокарде для его устранения. Мы предположили, что радиочастотная энергия высокой мощности у ишемических больных с ЖТ безопасна и высокоэффективна в раннем и отдаленном периодах наблюдения.

Цель — оценить безопасность, раннюю и отдаленную эффективность радиочастотной аблации высокой мощности для лечения ЖТ у пациентов со структурной патологией сердца в многоцентровом проспективном регистре.

## Методы

С 2019 по 2020 г. в 5 ведущих клиниках Российской Федерации прооперировали 63 пациента (из них 42 (66,7 %) мужчины) с ишемической болезнью сердца и симптомными ЖТ. Исследование утвердил этический комитет ФКЦН ФМБА России (№1\_5\_2019

от 9 апреля 2019 г.). Все пациенты подписали добровольное информированное согласие, и их включили в проспективный регистр.

Выполнили операции с помощью навигационной системы CARTO 3 (Biosense Webster Inc., Ирвайн, США). Всем пациентам осуществили биполярное субстратное картирование со стандартными настройками (нормальная ткань  $> 1,5$  мВ и рубцовая ткань  $< 0,5$  мВ) и в ряде случаев дополнили активационным картированием и картированием с применением техники entrainment. РЧА выполнили с помощью катетера ThermoCool SmartTouch (Biosense Webster, Inc., Ирвайн, США) с параметрами мощности воздействия 50 Вт, отсечкой воздействия являлось стабильное время аблации 60 с либо падение импеданса на 30 % от исходного показателя. Орошение радиочастотного катетера производили изотоническим раствором хлорида натрия со скоростью подачи раствора при нанесении воздействия 30 мл/мин. Конечная точка безопасности — смерть, гемоперикард, инсульт, инфаркт миокарда, электрический шторм, сосудистые осложнения в периоперационный период. Конечная точка эффективности — неиндуцируемость ЖТ в конце аблации и ее отсутствие через 12 мес. наблюдения. Вторичные конечные точки — терапия ИКД, данные эхокардиографии и количество госпитализаций. Контроль процента (burden) ЖТ выполнили с помощью электрокардиографии, электрокардиографического суточного холтеровского мониторирования, опроса ИКД (при наличии) и субъективных ощущений пациентов.

## Статистический анализ

Категориальные переменные представлены как число наблюдений (процент), а непрерывные переменные — среднее  $\pm$  стандартное отклонение или медиана и 1-й и 3-й квартили (Ме [Q1–Q3]). Для сравнения количественных переменных использовали тест Манна – Уитни. Для изучения динамики категориальных переменных применили тесты МакНемара и Уилкоксона. Сравнили порядковые переменные с помощью смешанных моделей пропорциональных шансов. Для исследования факторов возврата ЖТ использовали многофакторную модель логистической регрессии с объясняющими переменными. Статистически значимым считали  $p < 0,05$ . Статистический анализ и визуализацию полученных данных провели с использованием среды для статистических вычислений R 4.1.0 (R Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия).

## Результаты

### Характеристика пациентов

Медиана возраста — 61 [51,0–66,5] год. Длительность анамнеза ЖТ — 24 [5,5–48,0] мес. У 55 (87,3 %) пациентов превалировала одна морфология ЖТ. Реваскуляризация в анамнезе была у 23 (36,5 %) больных. Количество госпитализаций в течение одного года, предшествующего операции, по поводу прогрессирования хронической сердечной недостаточности или нарушения ритма сердца — 2,0 [1,0–4,0]. У пациентов превалировали II и III функциональные классы хронической сердечной недостаточности по классификации Нью-Йоркской ассоциации кардиологов ( $n = 24$ ; 38,1 %). У всех больных антиаритмическая терапия была неэффективна. При поступлении 47 (74,6 %) пациентов принимали антиаритмические препараты: I класс — 9 (19,1 %); II класс — 15 (32,0 %); III класс — 20 (42,5 %); сочетание препаратов — 3 (6,4 %), вследствие частых приступов ЖТ, несмотря на рекомендации по отмене антиаритмической терапии до оперативного лечения (подробная характеристика пациентов представлена в ранее опубликованной статье [3]).

### Интраоперационные данные

У всех пациентов выполнили оперативные вмешательства в условиях общей анестезии с искусственной вентиляцией легких. Индуцировать ЖТ до абляции удалось у 61 (96,8 %) пациента. Превалирующие локализации субстрата ЖТ — базальные отделы левого желудочка (ЛЖ) ( $n = 15$ ; 23,8 %) и переднебазальная область ЛЖ ( $n = 14$ ; 22,2 %).

### Первичная конечная точка безопасности

Конечная точка безопасности — смерть, гемоперикард, инсульт, сердечный приступ, электрический штурм, сосудистые осложнения в периоперационный период. Ни у одного пациента конечная точка безопасности не достигнута.

### Конечная точка эффективности

Неиндуцируемость ЖТ в конце абляции составила 100 % ( $n = 63$ ). ЖТ отсутствовала у 52 (82,6 %) пациентов через 12 мес. наблюдения.

### Вторичные конечные точки

#### *Ablation index*

Пациенты без возврата ЖТ имели больший средний показатель ablation index ( $494,9 \pm 73,3$ ), чем с возвратом ЖТ ( $383,2 \pm 44,3$ ) ( $p < 0,0001$ ), рис. 1. Увеличение среднего показателя ablation index на 10 было ассоциировано с уменьшением шансов возврата ЖТ в 1,37 [95% ДИ: 1,16; 1,77] раза ( $p = 0,0025$ ), рис. 2.

#### *Количество госпитализаций и частота вызовов скорой медицинской помощи*

Снизилась частота госпитализаций с 2 [диапазон: 0–12] до 0 [диапазон: 0–3] ( $p < 0,0001$ ) и вызовов скорой медицинской помощи с 1 [размах: 1–6] до 0 [размах: 0–6] ( $p = 0,004$ ) до и после радиочастотной абляции соответственно.

#### *Эхокардиографические показатели, изменение класса хронической сердечной недостаточности и частота терапий имплантированного кардиовертера-дефибриллятора*

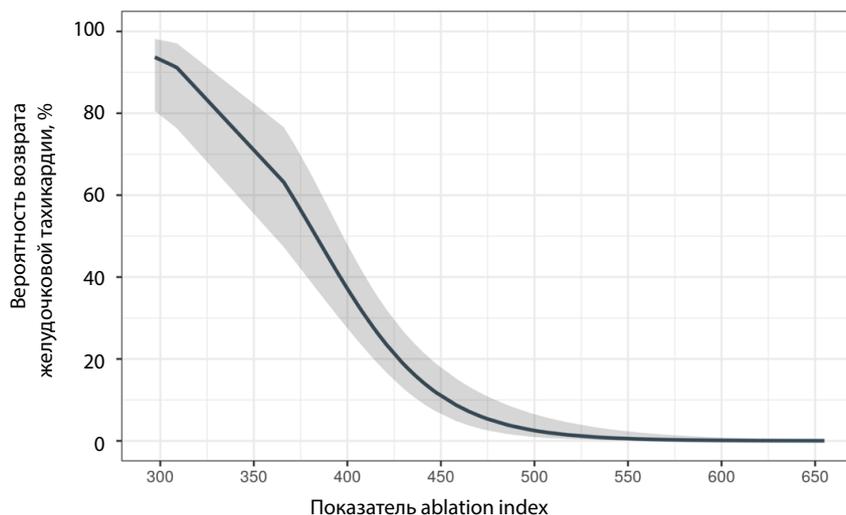
Фракция выброса ЛЖ увеличилась с  $48,7 \pm 14,7$  до  $50,3 \pm 11,9$  % через 12 мес. наблюдения ( $p = 0,038$ ). Изменился класс хронической сердечной недостаточности по классификации Нью-Йоркской ассоциации кардиологов ( $p = 0,004$ ), а также снизилось срабатывание ИКД с 31,7 до 3,2 % ( $p = 0,0001$ ).

### Характеристика пациентов с возвратом желудочковой тахикардии

У 11 (17,4 %) пациентов с возвратом ЖТ субстрат аритмии располагался: в 4 (36,4 %) случаях в антеробазальной области (саммит) ЛЖ и в 4 (36,4 %) — в базальных отделах ЛЖ. Среди 3 больных с рецидивом ЖТ субстрат располагался: у 1 больного (9 %) в верхушечной области, у 1 (9 %) — по задней и у 1 (9 %) — по передней стенке ЛЖ. Пациенты с антеробазальной локализацией имели большие сред-

**Рис. 1.** Вероятность возврата желудочковой тахикардии в зависимости от ablation index

*Примечание.* Пациенты без возврата желудочковой тахикардии имели больший средний ablation index (среднее значение  $494,9 \pm 73,3$ ), чем с возвратом желудочковой тахикардии (среднее значение  $383,2 \pm 44,3$ )



ний ablation index ( $418,6 \pm 15,4$  против  $362,9 \pm 42,6$ ,  $p = 0,0121$ ) и фракцию выброса ( $62,8 \pm 7,8$  против  $42,9 \pm 11,3$ ,  $p = 0,0106$ ), чем с другими локализациями субстрата.

### Обсуждение

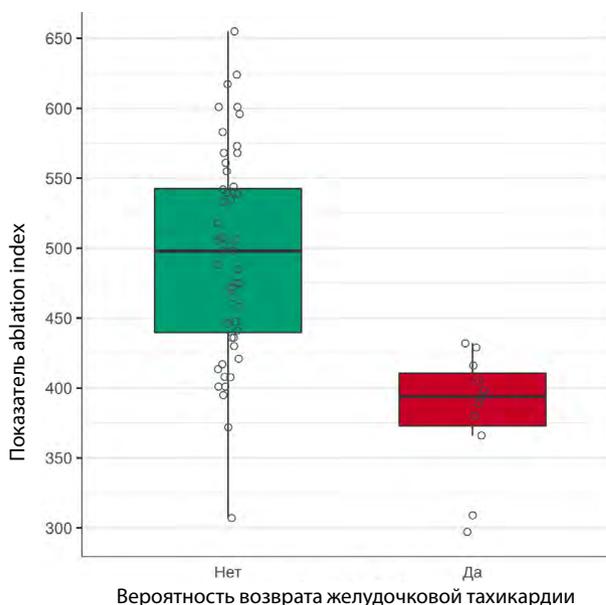
Мы продемонстрировали, что РЧА высокой мощности безопасна и эффективна при лечении ЖТ у пациентов со структурной патологией сердца. Такой подход применяют в лечении фибрилляции предсердий с положительными результатами [4]. Доказаны его безопасность и эффективность при существенном уменьшении времени операции [5]. Однако для лечения ЖТ подобных исследований не прово-

дили, а необходимость в них есть, так как желудочковые нарушения ритма часто являются причиной внезапной сердечной смерти.

Механизм ЖТ у больных со структурной патологией сердца заключается в реализации механизма re-entry, чему способствует замедление электрического проведения в гетерогенном рубце. Катетерная абляция ЖТ направлена на устранение поздних диастолических потенциалов или воздействие на истмус рубцовой ткани с замедленной проводимостью, который поддерживает развитие механизма re-entry. За последнее десятилетие произошли значительные успехи в картировании и лечении ЖТ. В дополнение к стимуляционным маневрам

**Рис. 2.** Соотношение ablation index к возврату желудочковой тахикардии

*Примечание.* Увеличение ablation index ассоциировано с уменьшением шансов возврата желудочковой тахикардии



(entrainment), позволяющим выявить re-entry во время ЖТ, появились системы трехмерного картирования, которые помогают выполнять абляцию нестабильных ЖТ. Системы картирования могут очерчивать границы рубцовой ткани и позволяют выделить истмус субстрата ЖТ и места выхода во время синусового ритма [6]. Новые методы картирования с более высоким разрешением могут выявлять участки, содержащие поздние потенциалы, указывающие на жизнеспособный миокард в зоне замедленной проводимости [7]. Тем не менее в долгосрочной перспективе показатель успешной РЧА, измеренный с точки зрения свободы от любой рецидивирующей ЖТ, неоптимальный. Согласно обзору J.J. Liang и соавт., частота возврата ЖТ через 12 мес. наблюдения составляла 49 % [2]. Наше исследование продемонстрировало годовую эффективность 82,6 %, что позволяет сделать предположение о более высокой эффективности и в отдаленном послеоперационном периоде, по сравнению со стандартной РЧА, и продолжить дальнейшее изучение такого метода. Однако причины возврата ЖТ зависят не только от эффективной абляции, но и других факторов. Так, продолжающееся ремоделирование ЛЖ может привести к образованию нового субстрата для ЖТ. Также возможно, что клинически значимая ЖТ с учетом плохой воспроизводимости при индукции может не проявляться во время электрофизиологического исследования. Хотя большинство re-entry после инфаркта миокарда являются субэндокардиальными, эффективность радиочастотного воздействия может быть ограниченной субэндокардиальным фиброзом, вопреки представлению, что трансмуральное повреждение приводит к рецидиву той же клинической ЖТ после абляции. Некоторые субстраты ЖТ могут быть мио- или эпикардиальными и ограничивать доставку радиочастотной энергии катетером только с эндокардиальной стороны левого желудочка.

Описаны различные способы, увеличивающие эффективность РЧА. Один из методов основан на использовании 0,45%-го раствора хлорида натрия для ирригации катетера во время абляции [8]. При этом более низкое содержание электролитов в создаваемом облаке при орошении катетера препятствует рассеиванию радиочастотной энергии, позволяет фокусировать ее непосредственно в месте контакта катетера с тканью и увеличивает глубину повреждения. Тем не менее вместе с увеличением эффективности растет количество локальных микровзрывов (эффектов steam pop) [9], которые могут приводить к нежелательным осложнениям. Другой

метод доставки радиочастотной энергии в ткань — применение миокардиальной микроиглы-катетера [10]. Однако больших исследований, доказывающих безопасность и эффективность этого метода, не проводили.

К эндо- и эпикардиальной добавилась биполярная абляция, при которой радиочастотная энергия проходит между полюсами двух катетеров, расположенных друг против друга с эндо- и эпикардиальной сторон [11]. Метод изначально применяли для удаления заднесептальных дополнительных путей, а затем лечения желудочковых экстрасистол, происходящих из перегородочной области водного отдела правого желудочка [12], и абляции желудочковых нарушений ритма других локализаций [13; 14]. Повреждения при биполярной абляции имеют более гомогенную структуру, чем при воздействии только с одной стороны миокарда, поскольку вектор радиочастотной энергии перенаправляется вглубь миокарда к противоположному катетеру, и формируется четкая линия некроза. Эта особенность приводит к более эффективной абляции и снижению риска осложнений. Тем не менее возможное повреждение коронарных артерий в глубине миокарда является основным ограничением этого метода. Наконец, при любом подходе РЧА воздействия могут являться проаритмическими и участки негетерогенного миокарда могут создать условия для новых ЖТ после абляции.

Актуален поиск новых видов энергии для редукции аритмогенного миокарда — радиоабляция [15], гамма-излучение или воздействие протонами [16]. При этом хирургический подход с повышенной мощностью радиочастотного воздействия выглядит самым простым и доступным. Несмотря на эффективность, которую мы продемонстрировали, есть группа пациентов с рецидивами ЖТ, требующая особого внимания и дальнейшего изучения. Это больные с низкой фракцией выброса и локализацией субстрата в антеробазальной области (саммит) ЛЖ. Так, рецидив ЖТ у пациентов с сохраненной фракцией выброса и локализацией субстрата в области саммита ЛЖ может быть связан с отсутствием редукции аритмогенного миокарда из-за интра- или эпикардиального расположения, даже при воздействии высокой мощности. Радиочастотное воздействие со стороны эпикарда в этой зоне может быть затруднительным из-за эпикардиального жира и высокого риска осложнений, сопряженного с прохождением коронарных артерий. Таким пациентам в качестве метода выбора при неуспешной РЧА может быть предложена алкогольная абляция. По данным L. Tavares и соавт., этот

подход показал высокую годовичную эффективность (78 %) [17]. У пациентов с низкой фракцией выброса ЛЖ локализация аритмического субстрата была преимущественно в области базальных отделов ЛЖ. Вероятно, у них рецидив аритмии связан с повторными ишемическими повреждениями миокарда, продолжающимся ремоделированием ЛЖ и, как следствие, новыми очагами желудочковой аритмии. У этой группы больных важно предотвращать дальнейшее прогрессирование ишемической болезни.

### Ограничения

Исследование не являлось рандомизированным для сравнения подхода высокой мощности и существующих стандартных методик.

В исследование включили небольшое количество пациентов со сроком наблюдения 12 мес., что не позволяет делать долгосрочных прогнозов и экстраполировать данные на всю популяцию больных с ЖТ и структурной патологией.

### Заключение

Впервые в Российской Федерации мы применили РЧА высокой мощности для лечения ЖТ у ишемических пациентов. У всей когорты больных до и после процедуры проанализировали количество госпитализаций и фракцию выброса ЛЖ. Необходимо сравнить группы пациентов с рецидивами ЖТ и без них, а также больных с высоким и низким ablation index. Требуется провести многоцентровые рандомизированные исследования для подтверждения первоначально полученных обнадеживающих результатов и внедрения такого подхода в рутинную клиническую практику лечения желудочковой тахикардии.

### Список литературы / References

1. Aliot E.M., Stevenson W.G., Almendral-Garrote J.M., Bogun F., Calkins C.H., Delacretaz E., Bella P.D., Hindricks G., Jais P., Josephson M.E., Kautzner J., Kay G.N., Kuck K.-H., Lerman B.B., Marchlinski F., Reddy V., Schalij M.-J., Schilling R., Soejima K., Wilber D.; European Heart Rhythm Association (EHRA); Registered Branch of the European Society of Cardiology (ESC); Heart Rhythm Society (HRS); American College of Cardiology (ACC); American Heart Association (AHA). EHRA/HRS expert consensus on catheter ablation of ventricular arrhythmias: Developed in a partnership with the European Heart Rhythm Association (EHRA), a Registered Branch of the European Society of Cardiology (ESC), and the Heart Rhythm Society (HRS); in collaboration with the American College of Cardiology (ACC) and the American Heart Association (AHA). *Heart Rhythm*. 2009;6(6):886-933. PMID: 19467519. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2009.04.030>
2. Liang J.J., Santangeli P., Callans. D.J. Long-term outcomes of ventricular tachycardia ablation in different types of structural heart disease. *Arrhythm Electrophysiol Rev*. 2015;4(3):177-183. PMID: 26835122; PMCID: PMC4732176. <https://doi.org/10.15420/aer.2015.4.3.177>
3. Королев С.В., Колмаков Э.А., Иплевич Ю.А., Хабазов Р.И., Троицкий А.В. Изменение класса хронической сердечной недостаточности у пациентов с желудочковыми тахикардиями ишемической этиологии после радиочастотной абляции. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. 2022;17(2):23-26. [https://doi.org/10.25881/20728255\\_2022\\_17\\_2\\_23](https://doi.org/10.25881/20728255_2022_17_2_23)  
Korolev S.V., Kolmakov E.A., Iplevich Yu.A., Khabazov R.I., Troitsky A.V. Changes in the class of chronic heart failure in patients with ventricular tachycardia of ischemic etiology after radiofrequency ablation. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2022;17(2):23-26. (In Russ.) [https://doi.org/10.25881/20728255\\_2022\\_17\\_2\\_23](https://doi.org/10.25881/20728255_2022_17_2_23)
4. Naniwadekar A., Dukkipati S.R. High-power short-duration ablation of atrial fibrillation: A contemporary review. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2021;44(3):528-540. PMID: 33438279. <https://doi.org/10.1111/pace.14167>
5. Winkle R.A., Mohanty S., Patrawala R.A., Mead R.H., Kong M.H., Engel G., Salcedo J., Trivedi C.G., Gianni C., Jais P., Natale A., Day J.D. Low complication rates using high power (45–50 W) for short duration for atrial fibrillation ablations. *Heart Rhythm*. 2019;16(2):165-169. PMID: 30712645. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2018.11.031>
6. Marchlinski F.E., Callans D.J., Gottlieb C.D., Zado E. Linear ablation lesions for control of unmappable ventricular tachycardia in patients with ischemic and nonischemic cardiomyopathy. *Circulation*. 2000;101(11):1288-1296. PMID: 10725289. <https://doi.org/10.1161/01.cir.101.11.1288>
7. Miller M.A., Dukkipati S.R., Koruth J.S., d'Avila A., Reddy V.Y. How to perform ventricular tachycardia ablation with a percutaneous left ventricular assist device. *Heart Rhythm*. 2012;9(7):1168-1176. PMID: 22322326. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2012.02.005>
8. Mallidi J., Nadkarni G.N., Berger R.D., Calkins H., Nazarian S. Meta-analysis of catheter ablation as an adjunct to medical therapy for treatment of ventricular tachycardia in patients with structural heart disease. *Heart Rhythm*. 2011;8(4):503-510. PMID: 21147263; PMCID: PMC3065522. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2010.12.015>
9. Nguyen D.T., Gerstenfeld E.P., Tzou W.S., Jurgens P.T., Zheng L., Schuller J., Zipse M., Sauer W.H. Radiofrequency ablation using an open irrigated electrode cooled with half-normal saline. *JACC Clin Electrophysiol*. 2017;3(10):1103-1110. PMID: 29759492. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2017.03.006>
10. Seiler J., Roberts-Thomson K.C., Raymond J.-M., Vest J., Delacretaz E., Stevenson W.G. Steam pops during irrigated radiofrequency ablation: feasibility of impedance monitoring for prevention. *Heart Rhythm*. 2008;5(10):1411-1416. PMID: 18929327. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2008.07.011>
11. Sapp J.L., Beeckler C., Pike R., Parkash R., Gray C.J., Zeppenfeld K., Kuriachan V., Stevenson W.G. Initial human feasibility of infusion needle catheter ablation for refractory ventricular tachycardia. *Circulation*. 2013;128(21):2289-2295. PMID: 24036605. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.003423>
12. Koruth J.S., Dukkipati S., Miller M.A., Neuzil P., d'Avila A., Reddy V.Y. Bipolar irrigated radiofrequency ablation: a therapeutic option for refractory intramural atrial and ventricular tachycardia circuits. *Heart Rhythm*. 2012;9(12):1932-1941. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2012.08.001>

13. Teh A.W., Reddy V.Y., Koruth J.S., Miller M.A., Choudry S., D'Avila A., Dukkupati S.R. Bipolar radiofrequency catheter ablation for refractory ventricular outflow tract arrhythmias. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2014;25(10):1093-1099. PMID: 24890707. <https://doi.org/10.1111/jce.12460>
14. Yamada T., Maddox W.R., McElderry H.T., Doppalapudi H., Plumb V.J., Kay G.N. Radiofrequency catheter ablation of idiopathic ventricular arrhythmias originating from intramural foci in the left ventricular outflow tract: efficacy of sequential versus simultaneous unipolar catheter ablation. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2015;8(2):344-352. PMID: 25637597. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.114.002259>
15. Королев С.В., Троицкий А.В., Хабазов Р.И., Восканян С.Э., Зотов А.С., Вачев С.А. Перспективы неинвазивной абляции желудочковых тахикардий у больных со структурной патологией сердца. *Вестник аритмологии.* 2020;27(2):40-44. <https://doi.org/10.35336/VA-2020-2-40-44>  
Korolev S.V., Troitskiy A.V., Khabazov R.I., Voskanyan S.E., Zotov A.S., Vachev S.A. Prospects for noninvasive ablation of ventricular tachycardia in patients with structural heart disease. *Journal of Arrhythmology.* 2020;27(2):40-44. (In Russ.) <https://doi.org/10.35336/VA-2020-2-40-44>
16. Ревишвили А.Ш. Неинвазивная диагностика и абляция аритмий — миф или реальность? *Вестник аритмологии.* 2020;27(3):5-8. <https://doi.org/10.35336/VA-2020-3-5-8>  
Revishvili A.S. Noninvasive arrhythmia mapping and ablation — myth or reality? *Journal of Arrhythmology.* 2020;27(3):5-8. (In Russ.) <https://doi.org/10.35336/VA-2020-3-5-8>
17. Tavares L., Lador A., Fuentes S., Da-Wariboko A., Blaszyk K., Malaczynska-Rajpold K., Papiashvili G., Korolev S., Peichl P., Kautzner J., Webber M., Hooks D., Rodríguez-Mañero M., Di Toro D., Labadet C., Sasaki T., Okishige K., Patel A., Schurmann P.A., Dave A.S., Rami T.G., Valderrábano M. Intramural venous ethanol infusion for refractory ventricular arrhythmias: outcomes of a multicenter experience. *JACC Clin Electrophysiol.* 2020;6(11):1420-1431. PMID: 33121671. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2020.07.023>

## High-power radiofrequency ablation for ventricular tachycardia in patients with structural heart disease: one-year follow-up data from the multicenter prospective registry

Sergey V. Korolev<sup>1</sup>, Elena A. Artyukhina<sup>2</sup>, Vitaliy V. Shabanov<sup>3</sup>, Oleg V. Sapelnikov<sup>4</sup>, Alexey V. Tsyganov<sup>5</sup>, Amiran Sh. Revishvili<sup>2</sup>, Alexander B. Romanov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> Meshalkin National Medical Research Center, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>4</sup> E.I. Chazov National Medical Research Center of Cardiology, Moscow, Russian Federation

<sup>5</sup> Sechenov University, Moscow, Russian Federation

**Corresponding author:** Sergey V. Korolev, [sergejkorolev@ya.ru](mailto:sergejkorolev@ya.ru)

### Abstract

**Background:** The outcomes of ventricular tachycardia (VT) ablation in patients with structural heart disease (SHD) are not ideal. High-power radiofrequency ablation (RFA) may have a long-term beneficial effect in this patient cohort.

**Objective:** To evaluate the safety, early and long-term efficacy of high-power RFA for VT and concomitant SHD in a multicenter prospective registry.

**Methods:** Our study included a total of 63 patients (66,7% of them were men; median age was 61.0 [51.0-66.5] years) with ischemic heart disease and drug-resistant VT who were scheduled for RFA (50 W). Non-fluoroscopic 3D mapping systems were used for bipolar and activation mapping with standard settings. The safety end point included perioperative complications, such as death, hemopericardium, stroke, myocardial infarction, electrical storm, and vascular complications. The efficacy end points included VT non-inducibility at the end of ablation and freedom from VT at 12 months of the follow-up. The secondary end points were changes in implantable cardioverter-defibrillator (ICD) therapy, sonographic findings, and number of hospital admissions.

**Results:** All patients underwent VT ablation under general sedation. One clinical VT was induced in 96.8% of the patients before ablation. After ablation no clinical VTs were induced ( $P < .0001$  vs baseline). No perioperative complications were observed. Freedom from VT without antiarrhythmic drugs was 82.6% at 12 months of the follow-up. The number of ICD therapies significantly decreased at 12 months of the follow-up compared with baseline (3.2% vs 31.7%, respectively;  $P = .0001$ ). The left ventricular ejection fraction increased from  $48.7\% \pm 14.7\%$  at baseline to  $50.3\% \pm 11.9\%$  at 12 months of the follow-up ( $P = .038$ ). There was a statistically significant decrease in hospital admission rate before and after ablation (from 2 [range: 0-12] to 0 [range: 0-3],  $P < .0001$ ).

**Conclusion:** High-power RFA for VT in patients with ischemia demonstrated its safety and high perioperative and long-term efficacy, which were linked to clinical improvement. Further randomized studies will help introduce this VT ablation approach into routine clinical practice.

**Keywords:** Defibrillators, Implantable; Follow-Up Studies; Radiofrequency Ablation; Tachycardia, Ventricular; Ventricular Function, Left

Received 5 September 2022. Revised 16 February 2023. Accepted 31 May 2023.

**Funding:** The study did not have sponsorship.

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

**Contribution of the authors**

Conception and study design: S.V. Korolev, A.Sh. Revishvili, A.B. Romanov

Data collection and analysis: S.V. Korolev, E.A. Artyukhina, V.V. Shabanov, O.V. Sapelnikov, A.V. Tsyganov, A.Sh. Revishvili, A.B. Romanov

Statistical analysis: S.V. Korolev

Drafting the article: S.V. Korolev

Critical revision of the article: A.B. Romanov, A.Sh. Revishvili

Final approval of the version to be published: S.V. Korolev, E.A. Artyukhina, V.V. Shabanov, O.V. Sapelnikov, A.V. Tsyganov, A.Sh. Revishvili, A.B. Romanov

**ORCID**

S.V. Korolev, <https://orcid.org/0000-0001-5513-2332>

E.A. Artyukhina, <https://orcid.org/0000-0001-7065-0250>

V.V. Shabanov, <https://orcid.org/0000-0001-9066-3227>

O.V. Sapelnikov, <https://orcid.org/0000-0002-5186-2474>

A.V. Tsyganov, <https://orcid.org/0000-0002-6667-0539>

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

A.B. Romanov, <https://orcid.org/0000-0002-6958-6690>

**Copyright:** © 2023 Korolev et al.

**How to cite:** Korolev S.V., Artyukhina E.A., Shabanov V.V., Sapelnikov O.V., Tsyganov A.V., Revishvili A.Sh., Romanov A.B. High-power radiofrequency ablation for ventricular tachycardia in patients with structural heart disease: one-year follow-up data from the multicenter prospective registry. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2023;27(2):66-73. (In Russ.) <https://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2023-2-66-73>

