

РАДИОЧАСТОТНАЯ КАТЕТЕРНАЯ АБЛАЦИЯ ЖЕЛУДОЧКОВЫХ ТАХИКАРДИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ

М.Р. Хачиров✉, О.В. Сапельников, Т.М. Ускач
ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр
кардиологии им. академика Е.И. Чазова» Минздрава России,
ул. Академика Чазова, 15а, г. Москва, Российская Федерация, 121552

Основные положения

Усовершенствование хирургических методов лечения желудочковых нарушений ритма сердца, внедрение в клиническую практику радиочастотной катетерной абляции и стереотаксической радиоабляций является наиболее эффективной стратегией лечения пациентов с ишемической болезнью сердца и хронической сердечной недостаточностью. Необходимо проведение проспективных рандомизированных исследований для определения влияния радиочастотной катетерной абляции и стереотаксической радиоабляций в лечении желудочковых тахикардий на течение хронической сердечной недостаточности и прогноз пациентов.

Резюме

Данная обзорная статья посвящена месту радиочастотной катетерной абляции в профилактике и лечении желудочковых тахикардий у пациентов с ишемической кардиомиопатией и хронической сердечной недостаточностью, а также оценке влияния интервенционного лечения желудочковой тахикардии на течение хронической сердечной недостаточности и прогноз пациентов с систолической дисфункцией левого желудочка.

Имплантируемые кардиовертеры-дефибрилляторы в большинстве своем успешно предотвращают внезапную сердечную смерть, связанную с желудочковой тахикардией, однако повторяющиеся шоки имплантируемого кардиовертер-дефибриллятора остаются большой проблемой в лечении данной категории пациентов. Резерв антиаритмической терапии у пациентов с хронической сердечной недостаточностью существенно ограничен, радиочастотная катетерная абляция и стереотаксическая радиоабляция являются эффективной стратегией лечения пациентов в условиях хронической сердечной недостаточности.

Ключевые слова: радиочастотная катетерная абляция • стереотаксическая радиоабляция • желудочковая тахикардия • хроническая сердечная недостаточность • внезапная сердечная смерть

Поступила в редакцию: 26.04.2023; поступила после доработки: 15.05.2023; принята к печати: 26.05.2023

RADIOFREQUENCY CATHETER ABLATION OF VENTRICULAR TACHYCARDIA IN PATIENTS WITH CHRONIC HEART FAILURE

M.R. Khachirov✉, O.V. Sapelnikov, T.M. Uskach
Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Cardiology
n.a. academician E.I. Chazov" Ministry of Healthcare of the Russian Federation,
15a, Academician Chazov St., Moscow, Russian Federation, 121552

Central Message

Improving surgical methods for treating ventricular arrhythmias, introducing radiofrequency catheter ablation and non-invasive stereotactic radioablation into clinical practice is considered as the most effective strategy for treating patients with coronary artery disease and heart failure. However, prospective randomized trials are required to assess the effects of radiofrequency catheter ablation and stereotactic radioablation for treating ventricular tachycardia on the course of chronic heart failure and the prognosis of clinical outcomes in this group of patients.

Для корреспонденции: Хачиров Марат Рашидович, ФГБУ «НМИЦК» Минздрава России, e-mail: marat.niirknpk@gmail.com; адрес: ул. Академика Чазова, 15а, г. Москва, Российская Федерация, 121552

Corresponding Author: Khachirov Marat R., National Medical Research Center of Cardiology n.a. academician E.I. Chazov, e-mail: marat.niirknpk@gmail.com; address: 15a, Academician Chazov St., Moscow, Russian Federation, 121552

Abstract

This review article explores (1) the feasibility of radiofrequency catheter ablation in the prevention and treatment of ventricular tachycardia in patients with ischemic cardiomyopathy and chronic heart failure, (2) the benefits of interventional treatment of ventricular tachycardia on the course of chronic heart failure and the prognosis of patients with left ventricular systolic dysfunction.

Implantable cardioverter-defibrillators for the most part successfully prevent sudden cardiac death associated with ventricular tachycardia. However, recurrent and inappropriate implantable cardioverter-defibrillator shocks remain a significant problem in the treatment of this group of patients. The capacity of antiarrhythmic therapy in patients with chronic heart failure is significantly limited, radiofrequency catheter ablation and non-invasive stereotactic radioablation is an effective strategy for treating patients with chronic heart failure.

Keywords: radiofrequency catheter ablation • stereotactic radioablation • ventricular tachycardia • chronic heart failure • sudden cardiac death

Received: 26.04.2023; review round 1: 15.05.2023; accepted: 26.05.2023

Список сокращений

ААТ – антиаритмическая терапия
ВСС – внезапная сердечная смерть
ЖНР – желудочковые нарушения ритма
ЖТ – желудочковая тахикардия
ЖТА – желудочковая тахиаритмия
ИБС – ишемическая болезнь сердца
ИКД – имплантируемый кардиовертер-дефибрилятор

ЛЖ – левый желудочек
НРС – нарушения ритма сердца
РЧА – радиочастотная катетерная абляция
ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания
ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка
ФЖ – фибрилляция желудочков
ФК – функциональный класс
ХСН – хроническая сердечная недостаточность

Введение

В настоящее время проблема хронической сердечной недостаточности (ХСН) привлекает внимание кардиологов во всем мире. Происходит постоянное динамическое развитие новых методов и возможностей в лечении данного состояния, направленных на увеличение продолжительности жизни пациентов. Желудочковые нарушения ритма (ЖНР) являются осложнением, напрямую влияющим на смертность пациентов с ХСН. Обширность фиброза и степень левожелудочковой дисфункции являются важными факторами, определяющими риск развития данной аритмии у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС).

Стратегия применения катетерных и лучевых методов лечения ЖНР сердца у пациентов с ИБС и систолической дисфункцией миокарда ЛЖ в настоящее время считается наиболее эффективной [1].

ЖНР представлены широким спектром аномальных сердечных ритмов: от единичных желудочковых экстрасистол до устойчивых форм мономорфной и полиморфной желудочковой тахикардии (ЖТ), а также фибрилляции желудочков (ФЖ). Источником аритмии являются участки фиброза, а именно зоны жизнеспособного миокарда внутри рубцов с замедленным проведением электрического импульса. Необходимо отметить, что желудочковые тахиаритмии (ЖТА) являются распространенными на

рушениями ритма сердца (НРС) у пациентов с ХСН, как со сниженной фракцией выброса, так и с сохраненной фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) [2], которые могут приводить к внезапной сердечной смерти (ВСС).

Внедрение в клиническую практику имплантируемых кардиовертер-дефибрилляторов (ИКД) как метода профилактики ВСС у пациентов с ИБС, ХСН с устойчивыми эпизодами ЖТ, уменьшило количество пациентов с ВСС [3]. Тем не менее, ИКД не предотвращают развитие/рецидив аритмии, а периодические срабатывания прибора негативно влияют на качество жизни [4-6], в то время как РЧА позволяет эффективно предотвращать развитие новых эпизодов клинически значимых ЖТА [7].

Применение открытой хирургии для лечения рубцовых ЖТ (аневризмэктомия; циркулярная эндокардиальная вентрикулотомия; субэндокардиальная резекция), которая некогда активно использовалась, характеризовалось крайне высокой интра- и послеоперационной летальностью в связи с рецидивами ЖТ. Внедрение в клиническую практику метода электрофизиологического картирования позволило с большой вероятностью выявлять зоны интереса и прицельно воздействовать на аритмогенные участки миокарда, что и отражают современные клинические рекомендации [8, 9].

Эпидемиология желудочковых тахикардий у пациентов с хронической сердечной недостаточностью

ХСН является растущим бременем для здоровья и экономики многих развитых стран мира, что в значительной степени обусловлено увеличением продолжительности жизни населения [10-12]. Так, среди 1,2 млн госпитализаций в течение 2017 г. в США 924 000 пациентов составили пациенты с ХСН [13]. В настоящее время заболеваемость ХСН в Европе составляет около 3/1000 человеко-лет (все возрастные группы) или около 5/1000 человеко-лет среди взрослых [14, 15]. За последние годы в Российской Федерации распространенность ХСН выросла вдвое (с 4,9% в 1998 г. до 10,2% в 2014 г.). Согласно проведенным исследованиям распространенность ХСН в европейской части Российской Федерации составила 7,0%, а тяжёлой ХСН III-IV функционального класса – 2,1% [12].

Одной из ведущих причин нарушения сократительной функции миокарда ЛЖ является ИБС [16]. В исследование Global Burden of Disease (2020) было показано, что ИБС страдают ~126 млн человек во всем мире (1 655 на 100 тыс.), что составляет 1,72% населения планеты. В Европе распространенность ИБС и инвалидизация от нее составили 3 547 на 100 тыс. и 3 771 на 100 тыс. населения соответственно, в США — 2 929 на 100 тыс. и 2 470 на 100 тыс. соответственно. Российские показатели существенно выше и составляют 4 198 на 100 тыс. и 6 758 на 100 тыс. соответственно [17]. Данная ситуация отразилась на увеличении частоты жизнеугрожающих ЖТА и ВСС, развивающихся у пациентов с ИБС и ХСН. На долю ВСС приходится примерно 50% всех случаев летальных исходов от сердечно-сосудистых заболеваний [18-23]. У пациентов с ХСН частота встречаемости ВСС составляет 35-64% [24]. В США ежегодно от ВСС, как исхода ЖТ и ФЖ, умирает 300 000 человек. Это составляет примерно половину смертей, связанных с сердечными причинами [25, 26].

Профилактика внезапной сердечной смерти у пациентов с ишемической болезнью сердца и хронической сердечной недостаточностью

Рациональная медикаментозная терапия ХСН является основополагающим звеном в предотвращении развития ЖТ и методом первичной профилактики ВСС [27, 28]. Однако при неэффективности оптимальной медикаментозной терапии в течении 3-6 мес. [26] с целью устранения угрожающих жизни аритмий и предотвращения остановки сердца рекомендовано применение ИКД [29].

На примере двух исследований: Sudden Cardiac Death in Heart Failure Trial (SCD-HeFT) [30] и Multicenter Automatic Defibrillator Implantation

Trial-II (MADIT-II) [31, 32] была показана эффективность первичной профилактики ВСС с помощью ИКД у пациентов с ХСН.

Метаанализ результатов исследований, посвящённых вторичной профилактике ВСС, показал, что применение ИКД сопровождалось уменьшением смертности от жизнеугрожающих тахикардий на 50%, в то время как уровень снижения общей смертности составил 28% [33]. Исследование AVID продемонстрировало пользу от применения ИКД главным образом у пациентов с ФВ ЛЖ от 20% до 34% [34].

На первый взгляд может показаться, что применение ИКД решает ряд проблем, однако нельзя забывать о довольно значимом недостатке имплантируемых устройств – снижение качества жизни пациентов в связи с возникающими электрическими разрядами, которые крайне неблагоприятно воздействуют на психоэмоциональный статус пациентов [35]. В большинстве случаев остается необходимость в продолжении и/или назначении антиаритмической терапии (ААТ) для уменьшения количества срабатываний прибора в связи с рецидивами ЖТ, снижения частоты ритма ЖТ, профилактики сопутствующих наджелудочковых тахикардий. Усовершенствование интервенционных и внедрение лучевых методов лечения ЖТ позволило существенно изменить тактику профилактики и лечения ЖНР сердца [36]. В настоящее время они рассматриваются в качестве приоритетных методов лечения по отношению к другим способам первичной и вторичной профилактики ВСС у пациентов с ИБС и ХСН.

Место радиочастотной катетерной аблации в лечении желудочковых тахикардий у пациентов с ишемической болезнью сердца и хронической сердечной недостаточностью

Радиочастотная катетерная аблация (РЧА) в настоящее время считается наиболее эффективным методом лечения/уменьшения рецидивов ЖТ [1]. Применение трехмерного высокоплотного субстратного картирования дает возможность максимально точно выявить участок повреждения миокарда и выполнить аблацию субстрата аритмии даже на синусовом ритме без индукции ЖТ, что важно в случае нестабильной гемодинамики обусловленной ЖТА. Эффективность РЧА при ЖТ, обусловленной рубцовыми изменениями миокарда, выше, чем у пациентов с неишемической кардиомиопатией [27].

Так, в исследовании SMASH-VT, в котором изучалась роль картирования субстрата аритмии и РЧА в профилактике срабатывания ИКД у пациентов с ИБС и ЖТ, проведенном в США и Чехии, продемонстрировано значительное снижение частоты разрядов после проведения РЧА аритмогенного субстрата у больных, перенесших

ИМ [37].

Аналогичным образом в исследовании VTACH изучалось применение РЧА при стабильной ЖТ перед установкой ИКД у пациентов с ишемической кардиомиопатией. Исследование проводилось в 16 европейских центрах, где было суммарно включено 110 пациентов. Опираясь на полученные данные, авторы исследования рекомендуют проведение РЧА перед установкой ИКД [38].

Не менее важной работой стало исследование VANISH, которое было представлено на конгрессе общества по изучению сердечного ритма в Сан-Франциско. Было проведено сравнение РЧА ЖТ с тактикой усиления ААТ [39]. Были отобраны пациенты с ишемической кардиомиопатией, устойчивыми пароксизмами ЖТ на фоне приема ААТ и установленными ранее ИКД. Пациенты из группы РЧА продолжали получать исходную терапию (амиодарон). В группе усиления ААТ назначался амиодарон в случае, если ранее он не был назначен. Если дозировка ранее назначенного амиодарона была менее 300 мг в сутки, она увеличивалась до этой дозы. Пациентам, уже получавшим амиодарон в дозе 300 мг в сутки или более, к терапии добавлялся мексилетин. Результаты рандомизированного клинического исследования позволяют предположить, что при рецидивирующей ЖТ у пациентов с ишемической кардиомиопатией и ИКД РЧА более эффективна, чем усиление ААТ. По мнению авторов, практический вывод заключается в том, что, если у пациента сохраняются ЖНР, несмотря на ААТ, следует рассмотреть возможность РЧА, а в некоторых случаях она может быть даже предпочтительной, особенно в тех случаях, когда аритмия рецидивирует у пациента, несмотря на ААТ.

В связи с растущим значением РЧА на основе субстрата проведено исследование SMS (Substrate Modification Study) [40]. Было рандомизировано 111 пациентов с ишемической кардиомиопатией (ФВ ЛЖ 40% или менее) и нестабильной ЖТ. В среднем через 2,3 года наблюдения 54 пациента в группе аблации (плюс ИКД) показали такую же 2-летнюю бессобытийную выживаемость, как и 57 пациентов в группе ИКД. Количество эпизодов спонтанной ЖТ было снижено в группе аблации, включая эпизоды, требующие антиаритмической стимуляции или электрошока.

В менее крупных исследованиях по оценке эффективности РЧА при ЖТ у пациентов с ишемической кардиомиопатией [41, 42] были продемонстрированы преимущества РЧА перед ААТ, которые подтвердили значение радиочастотной деструкции как эффективного метода лечения ЖТ ишемического генеза.

Несмотря на проводимую эндокардиальную аблацию, не всегда удается достичь желаемого результата по причине более глубокого интрамурального или эпикардиального расположения субстрата аритмии. Попытки решения данной

проблемы привели к созданию эпикардиального доступа деструкции субстрата аритмии, возможности которого в настоящее время успешно внедряются.

В одноцентровом исследовании оценивалась эффективность и безопасность эпикардиального доступа при проведении РЧА ЖТ у 54 пациентов со структурным поражением миокарда [43] и средней ФВ ЛЖ 40%, среди которых тяжелая дисфункция наблюдалась у 11% пациентов. В результате данной работы было показано, что РЧА эпикардиальным доступом ассоциируется с хорошими непосредственными результатами при приемлемом профиле безопасности.

В первом многоцентровом исследовании с участием клиники Мейо была использована новая техника аблации для пациентов с ЖТ. В ходе испытания была протестирована игольная аблация с использованием внутрикатетерной, нагретой, усиленной физиологическим раствором радиочастотной энергии, также известной как SERF, для существенного увеличения теплопередачи по сравнению с обычными методами аблации. Данная техника производит более глубокие, контролируемые рубцы на участках внутри сердечной мышцы. Следующим шагом в этом исследовании будет более крупное клиническое испытание с участием примерно 150 пациентов, чтобы подтвердить результаты и продемонстрировать безопасность новой технологии SERF [44].

Несмотря на то, что в исследованиях применения РЧА при ИБС большое количество пациентов имели сердечную недостаточность, имеются лишь незначительные данные о влиянии хирургического лечения НРС на течение ХСН. Остается неизученным вопрос, насколько меняется динамика процессов ремоделирования миокарда после коррекции ЖТ. Также вопрос о времени проведения оперативного лечения по отношению к имплантации ИКД у пациентов с ХСН и ЖТ остается обсуждаемым [27]. Продолжается ряд исследований, посвященных РЧА ЖТ рубцового генеза (INTERVENE, BERLIN VT, PREVENT VT, RESCUE-VT, RESET-VT, Stellate Ganglion Resection). Опубликованы результаты исследования PARTITA (2022 г) [45]. Полученные данные говорят о том, что ранняя аблация по поводу ЖТ у пациентов с однократным срабатыванием ИКД может существенно улучшать прогноз пациентов.

С момента существования и активного применения в клинической практике катетерных методов лечения (РЧА, криоаблация и лазерная аблация) различных нарушений ритма сердца было проведено множество исследований. Однако отдаленные результаты эффективности достаточно противоречивы. Актуальным является также вопрос повышения эффективности лечения жизнеугрожающих тахикардий у пациентов с ИБС и ХСН [46, 47].

Поиск новых возможностей лечения нару-

шений ритма сердца привел к внедрению в интервенционную кардиологию метода лучевой терапии. Радиоабляция позволяет подводить излучение к зоне интереса с большого количества направлений, что обеспечивает максимальную точность объема облучения по отношению к объему патологического очага, снижая воздействие на окружающие «здоровые» ткани и минимизируя осложнения [48-50].

В одном из первых исследований с применением радиоабляции (ENCOR) [51] эффективность метода относительно ЖТ составила 94% при этом прирост ФВ ЛЖ сердца составил 13%. В настоящее время продолжают исследования CyberHeart's Cardiac Arrhythmia Ablation Treatment: Patients With Refractory Ventricular Tachycardia/Fibrillation [52] и RAVENTA (RADiosurgery for VENtricular TACHycardia) [53], посвященные стереотаксической радиохирургии желудочковых тахикардий.

Заключение

ЖТ у пациентов с ХСН являются огромной проблемой, которая недостаточно изучена. Усовершенствование хирургических методов лечения ЖНР сердца, внедрение в клиническую практику РЧА и стереотаксической радиоабляций является наиболее эффективной стратегией

Информация об авторах

Хачиров Марат Рашидович, аспирант отдела заболеваний миокарда и сердечной недостаточности ФГБУ «НМИЦК» Минздрава России, г. Москва, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0003-0180-2569>

Сапельников Олег Валерьевич, д.м.н., руководитель лаборатории хирургических и рентгенохирургических методов лечения нарушений ритма сердца отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России, г. Москва, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0002-5186-2474>

Ускач Татьяна Марковна, д.м.н., ведущий научный сотрудник отдела заболеваний миокарда и сердечной недостаточности ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России, г. Москва, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0003-4318-0315>

Вклад авторов в статью

Концепция и дизайн исследования: ХМР, СОВ, УТМ; Интерпретация данных: ХМР, СОВ, УТМ; написание статьи: ХМР, СОВ, УТМ; утверждение окончательной версии для публикации: ХМР, СОВ, УТМ; полная ответственность за содержание: ХМР, СОВ, УТМ.

лечения пациентов с ИБС и ХСН. Крайне важным является возможность достижения снижения числа срабатываний ИКД. Однако, необходимо отметить, что исследования, проведенные по РЧА и радиоабляции ЖТ при рубцовом поражении миокарда ЛЖ, не в достаточной мере учитывают динамику сократительной функции миокарда ЛЖ, чтобы можно было говорить об улучшении ХСН. Таким образом, учитывая возрастающую роль интервенционного лечения ЖТ, можно ожидать увеличение количества вмешательств во всем мире. Необходимо проведение проспективных рандомизированных исследований для определения влияния РЧА и стереотаксической радиоабляций в лечении ЖТ на течение ХСН и прогноз пациентов.

Финансирование

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. академика Е.И. Чазова» Минздрава России

Конфликт интересов

Хачиров М.Р. заявляет об отсутствии конфликта интересов. Сапельников О.В. заявляет об отсутствии конфликта интересов. Ускач Т.М. заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Author Information Form

Khachirov Marat R., MD, Ph.D. student at the Department of Myocardial Disease and Heart Failure, Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Cardiology n.a. academician E.I. Chazov" Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0003-0180-2569>

Sapelnikov Oleg V., MD, Ph.D., Head of the Laboratory for surgical and X-ray surgical treatment of cardiac arrhythmias, Department of Cardiovascular Surgery, Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Cardiology n.a. academician E.I. Chazov" Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-5186-2474>

Uskach Tatyana M., MD, Ph.D., leading researcher at the Department of Myocardial Diseases and Heart Failure, Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Cardiology n.a. academician E.I. Chazov" Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0003-4318-0315>

Author Contribution Form

Contribution to the concept and design of the study: KhMR, SOV, UTM; data interpretation: KhMR, SOV, UTM; manuscript writing: KhMR, SOV, UTM; approval of the final version: KhMR, SOV, UTM; fully responsible for the content: KhMR, SOV, UTM.

Список литературы / References

1. Cronin EM, Bogun FM, Maury P, et al. 2019 HRS/EHRA/APHRS/LAHRS expert consensus statement on catheter ablation of ventricular arrhythmias [published correction appears in Europace. 2019 Aug 1;21(8):1144] [published correction appears in J Arrhythm. 2020 Jan 12;36(1):214] [published correction appears in Europace. 2020 Mar 1;22(3):505]. *Europace*. 2019;21(8):1143-1144. doi:10.1093/europace/euz132
2. Anderson KP. Sudden cardiac death unresponsive to implantable defibrillator therapy: an urgent target for clinicians, industry and government. *J Interv Card Electrophysiol*. 2005 Nov;2(14):71-8. doi: 10.1007/s10840-005-4547-9.
3. Mirowski M, Reid PR, Mower MM, et al. Termination of malignant ventricular arrhythmias with an implanted automatic defibrillator in human beings. *N Engl J Med* 1980;303:322-4. doi: 10.1056/NEJM198008073030607.
4. Sears SF, Conti JB. Quality of life and psychological functioning of ICD patients. *Heart* 2002; 87:488-93. doi./10.1136/heart.87.5.488
5. Irvine J, Dorian P, Baker B, et al. Quality of life in the Canadian Implantable Defibrillator Study (CIDS). *Am Heart J* 2002;144:282-9. doi./10.1067/mhj.2002.124049
6. Amiraslanov A.Y., Artyukhina E.A., Revishvili A.S. Features of subcutaneous cardioverter-defibrillators implantation. *Kazan medical journal* 2023; 104(3): 367-380. (In Russ.) doi: 10.17816/KMJ109719
7. Taymasova I, Revishvili A. Evaluation of the effectiveness of interventional treatment of ventricular arrhythmias of rare localizations using non-invasive mapping. *Patologiya Krovoobrashcheniya I Kardiokirurgiya* 2022; 26(1):73-82. (In Russ.) <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2022-1-73-82>
8. Bokeria LA, Golukhova EZ, Popov SV, et al. 2020 Clinical practice guidelines for supraventricular tachycardia in adults. *Russian Journal of Cardiology* 2021;26(5):4484. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4484>
9. Dedukh EV, Yashkov MV, Artyukhina EA, Revishvili AS. Diagnostic potential of non-invasive mapping in the treatment of ventricular tachycardia in a patient with postinfarction scar: a case report. *Cardiovascular Therapy and Prevention* 2022;21(2):2947. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-2947>
10. Virani SS, Alonso A, Aparicio HJ, et al. Heart disease and stroke statistics—2021 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2021;143:e254-e743. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000950
11. Heidenreich PA, Albert NM, Allen LA, et al. Forecasting the impact of heart failure in the United States: a policy statement from the American Heart Association. *Circ Heart Fail*. 2013;6:606-619. DOI: 10.1161/HHF.0b013e318291329a
12. Fomin IV. Chronic heart failure in Russian Federation: What do we know and what to do. *Russ J Cardiol*. 2016;136(8):7-13. (In Russ.) doi:10.15829/1560-4071-2016-8-7-13.
13. Agarwal MA, Fonarow GC, Ziaeian B. National trends in heart failure hospitalizations and readmissions from 2010 to 2017. *JAMA Cardiol*. 2021;6:952-956. doi./10.1001/jamacardio.2020.7472
14. Meyer S, Brouwers FP, Voors AA, et al. Sex differences in new-onset heart failure. *Clin Res Cardiol*. 2015;104(4):342-350. doi:10.1007/s00392-014-0788-x
15. Brouwers FP, de Boer RA, van der Harst P, et al. Incidence and epidemiology of new onset heart failure with preserved vs. reduced ejection fraction in a community-based cohort: 11-year follow-up of PREVENT. *Eur Heart J*. 2013;34(19):1424-1431. doi:10.1093/eurheartj/ehd066
16. GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 2018;392:1789 1858. doi: 10.1016/S0140-6736(18)32279-7.
17. Khan MA, Hashim MJ, Mustafa H, et al. Global Epidemiology of Ischemic Heart Disease: Results from the Global Burden of Disease Study. *Cureus*. 2020;12(7):e9349. doi:10.7759/cureus.9349.
18. Myerburg RJ, Junttila MJ. Sudden cardiac death caused by coronary heart disease. *Circulation* 2012;125:1043-1052. doi.org/10.1161/circulationaha.111.023846
19. Stecker EC, Reinier K, Marijon E, et al. Public health burden of sudden cardiac death in the United States. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2014;7(2):212-217. doi:10.1161/CIRCEP.113.001034
20. Chen LY, Sotoodehnia N, Bůžková P, et al. Atrial fibrillation and the risk of sudden cardiac death: the atherosclerosis risk in communities study and cardiovascular health study. *JAMA Intern Med*. 2013;173(1):29-35. doi:10.1001/2013.jamainternmed.744
21. Marijon E, Uy-Evanado A, Dumas F, et al. Warning Symptoms Are Associated With Survival From Sudden Cardiac Arrest. *Ann Intern Med*. 2016;164(1):23-29. doi:10.7326/M14-2342
22. Glinge C, Jabbari R, Risgaard B, et al. Symptoms Before Sudden Arrhythmic Death Syndrome: A Nationwide Study Among the Young in Denmark. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2015;26(7):761-767. doi:10.1111/jce.12674
23. Ågesen FN, Lynge TH, Blanche P, et al. Temporal trends and sex differences in sudden cardiac death in the Copenhagen City Heart Study. *Heart*. 2021;107(16):1303-1309. doi:10.1136/heartjnl-2020-318881
24. Packer M, Bristow MR, Cohn JN, et al. The effect of

- carvedilol on morbidity and mortality in patients with chronic heart failure. U.S. Carvedilol Heart Failure Study Group. *N Engl J Med.* 1996;334(21):1349-1355. doi:10.1056/NEJM199605233342101
25. Tang PT, Shenasa M, Boyle NG. Ventricular Arrhythmias and Sudden Cardiac Death. *Card Electrophysiol Clin.* 2017 Dec;9(4):693-708. doi: 10.1016/j.ccep.2017.08.004.
26. McNally B, Robb R, Mehta M, et al. Out-of-hospital cardiac arrest surveillance --- Cardiac Arrest Registry to Enhance Survival (CARES), United States, October 1, 2005--December 31, 2010. *MMWR Surveill Summ.* 2011;60(8):1-19.
27. ESC Scientific Document Group. Linee guida ESC 2022 per la gestione dei pazienti con aritmie ventricolari e la prevenzione della morte cardiaca improvvisa [2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death]. *G Ital Cardiol (Rome).* 2023;24(3 Suppl 1):e1-e132. doi:10.1714/3986.39669
28. Desai AS, Mc Murray JJ, Packer M, et al. Effect of the angiotensin-receptor-neprilysin inhibitor LCZ696 compared with enalapril on mode of death in heart failure patients. *Eur Heart J* 2015; 36: 1990–7. doi:10.1093/eurheartj/ehv186.
29. Writing Committee, Maddox TM, Januzzi JL Jr, et al. 2021 Update to the 2017 ACC Expert Consensus Decision Pathway for Optimization of Heart Failure Treatment: Answers to 10 Pivotal Issues About Heart Failure With Reduced Ejection Fraction: A Report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee. *J Am Coll Cardiol.* 2021;77(6):772-810. doi:10.1016/j.jacc.2020.11.022
30. Bardy GH, Lee KL, Mark DB, et al. Amiodarone or an implantable cardioverter-defibrillator for congestive heart failure [published correction appears in *N Engl J Med.* 2005 May 19;352(20):2146]. *N Engl J Med.* 2005;352(3):225-237. doi:10.1056/NEJMoa043399
31. Moss AJ, Zareba W, Hall WJ, et al. Prophylactic implantation of a defibrillator in patients with myocardial infarction and reduced ejection fraction. *N Engl J Med.* 2002;346(12):877-883. doi:10.1056/NEJMoa013474
32. Goldenberg I, Moss AJ, McNitt S, et al. Time dependence of defibrillator benefit after coronary revascularization in the Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial (MADIT)-II. *J Am Coll Cardiol.* 2006;47(9):1811-1817. doi:10.1016/j.jacc.2005.12.048
33. Connolly SJ, Hallstrom AP, Cappato R, et al. Meta-analysis of the implantable cardioverter defibrillator secondary prevention trials. AVID, CASH and CIDS studies. Antiarrhythmics vs Implantable Defibrillator study. Cardiac Arrest Study Hamburg . Canadian Implantable Defibrillator Study. *Eur Heart J.* 2000;21(24):2071-2078. doi:10.1053/eurh.2000.2476
34. Antiarrhythmics versus Implantable Defibrillators (AVID) Investigators. A comparison of antiarrhythmic-drug therapy with implantable defibrillators in patients resuscitated from near-fatal ventricular arrhythmias. *N Engl J Med.* 1997;337(22):1576-1583. doi:10.1056/NEJM199711273372202
35. Knackstedt C, Arndt M, Mischke K, et al. Depression, psychological distress, and quality of life in patients with cardioverter defibrillator with or without cardiac resynchronization therapy. *Heart Vessels.* 2014;29(3):364-374. doi:10.1007/s00380-013-0372-8
36. Tatarskij RB, Mihajlov EN, Lebedeva VK, et al. Jekstrennaja kateternaja ablacija jelektricheskogo shtorma u bol'nyh s implantirovannyimi kardioverterami-defibrillatorami. *Rossijskij kardiologicheskij zhurnal.* 2015; 11(127): 57-62. (In Russ).
37. Reddy VY, Reynolds MR, Neuzil P, et al. Prophylactic catheter ablation for the prevention of defibrillator therapy. *N Engl J Med* 2007;357: 2657–65 DOI: 10.1056/NEJMoa065457
38. Kuck K-H, Schaumann A, Eckardt L, et al. Catheter ablation of stable ventricular tachycardia before defibrillator implantation in patients with coronary heart disease (VTACH): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 2010;375: 31–40. doi:/10.1016/s0140-6736(09)61755-4
39. Sapp JL, Wells GA, Parkash R, et al. Ventricular Tachycardia Ablation versus Escalation of Antiarrhythmic Drugs. *N Engl J Med.* 2016;375(2):111-121. doi:10.1056/NEJMoa1513614
40. Kuck K-H, Tilz RR, Deneke T, et al. Impact of substrate modification by catheter ablation on implantable cardioverter-defibrillator interventions in patients with unstable ventricular arrhythmias and coronary artery disease: results from the multicenter randomized controlled SMS (Substrate Modification Study). *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2017;10:e004422. doi:/10.1161/circep.116.004422
41. Stevenson WG, Wilber DJ, Natale A, et al. 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. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.108.788604
42. Marchlinski FE, Haffajee CI, Beshai JF, et al. Long-Term Success of Irrigated Radiofrequency Catheter Ablation of Sustained Ventricular Tachycardia: Post-Approval THERMOCOOL VT Trial. *J Am Coll Cardiol.* 2016;67(6):674-683. doi:10.1016/j.jacc.2015.11.041
43. Pandian J, Kaur D, Yalagudri S, et al. Safety and efficacy of epicardial approach to catheter ablation of ventricular tachycardia - An institutional experience. *Indian Heart J.* 2017;69(2):170-175. doi:10.1016/j.ihj.2016.10.010
44. Packer DL, Wilber DJ, Kapa S, et al. Ablation of Refractory Ventricular Tachycardia Using Intramyocardial Needle Delivered Heated Saline-Enhanced Radiofrequency Energy: A First-in-Man Feasibility Trial. *Circ Arrhythm Electrophysiol.*

- 2022;15(8):e010347. doi:10.1161/CIRCEP.121.010347
45. Della Bella P, Baratto F, Vergara P, et al. Does Timing of Ventricular Tachycardia Ablation Affect Prognosis in Patients With an Implantable Cardioverter Defibrillator? Results From the Multicenter Randomized PARTITA Trial. *Circulation*. 2022;145(25):1829-1838. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.122.059598
46. Revishvili AS, Ardashev AV, Boytsov SA, et al. Clinical guidelines for electrophysiological studies, catheter ablation and the use of implanted antiarrhythmic devices. All-Russian Scientific Society of Specialists in Clinical Electrophysiology, Arrhythmology and Cardiac Stimulation (VNOA). 3rd ed., Add. and revised M.:MAKS Press, Moscow, 2013: 596. (In Russ.).
47. Chapurnykh AV, Nizhnichenko VB, Lakomkin SV, et al. Radiofrequency ablation of hemodynamically unstable postinfarction ventricular tachycardia. *Kremlin medicine. Clinical Bulletin*. 2015; 3: 126-134 (In Russ.).
48. Golanov AV. Stereotactic irradiation of CNS pathology using the CyberKnife. Monograph. Moscow 2017:32. (in Russ.).
49. Revishvili AS, Vaskovsky VA, Artyukhina EA, et al. Stereotactic radioablation in clinical practice for the treatment of a patient with ventricular tachycardia: case report. *Journal of Arrhythmology*. 2022;29(4):66-72. <https://doi.org/10.35336/VA-2022-4-10>
50. Vaskovskii VA, Taimasova IA, Artyukhina EA, et al. Long-Term Results of the First Clinical Application of Stereotactic Radioablation Using a Linear Electron Accelerator for the Treatment of Ventricular Tachycardia. *Bull Exp Biol Med*. 2023;174(5):594-600. doi: 10.1007/s10517-023-05753-x
51. Cuculich PS, Schill MR, Kashani R, et al. Noninvasive Cardiac Radiation for Ablation of Ventricular Tachycardia. *N Engl J Med*. 2017;377: 2325-2336. DOI: 10.1056/NEJ-Moa1613773.
52. Levine L. CyberHeart's cardiac arrhythmia ablation treatment: patients with refractory ventricular tachycardia/fibrillation. *ClinicalTrials.gov Identifier: NCT02661048*.
53. Blanck O, Buergy D, Vens M, et al. Radiosurgery for ventricular tachycardia: preclinical and clinical evidence and study design for a German multicenter multiplatform feasibility trial (RAVENTA). *Clin Res Cardiol*. 2020 Nov;109(11): 1319-1332. DOI: 10.1007/s00392-020-01650-9.

Для цитирования: Хачиров М.Р., Сапельников О.В., Ускач Т.М. Радиочастотная катетерная абляция желудочковых тахикардий у пациентов с хронической сердечной недостаточностью. Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия. 2023;2(2):38-45.

To cite: Khachirov M.R., Sapelnikov O.V., Uskach T.M. Radiofrequency catheter ablation of ventricular tachycardia in patients with chronic heart failure. *Minimally Invasive Cardiovascular Surgery*. 2023;2(2):38-45.