

## ЭКСТРЕННАЯ КАТЕТЕРНАЯ АБЛАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ШТОРМА У БОЛЬНЫХ С ИМПЛАНТИРОВАННЫМИ КАРДИОВЕРТЕРАМИ-ДЕФИБРИЛЛЯТОРАМИ

Татарский Р. Б., Михайлов Е. Н., Лебедева В. К., Лебедев Д. С.

**Цель.** Цель данного исследования состояла в оценке ранней и отсроченной эффективности экстренной катетерной абляции (КА) у пациентов с коронарогенными желудочковыми тахикардиями (ЖТА) и “электрическими штормами” (ЭШ).

**Материал и методы.** Процедуре ЭФИ и КА с использованием навигационной системы картирования подверглись 12 пациентов с ЭШ. Среднее время от имплантации ИКД до возникновения ЭШ составило  $3,4 \pm 3,2$  лет, количество адекватных шоков ИКД при ЭШ составило  $12,2 \pm 14,1$  в день. У большинства пациентов (67%), которым выполнялась КА, диагностирована ХСН высокого функционального класса, ФВ ЛЖ составляла  $32 \pm 12\%$ .

**Результаты.** При первичном подходе РЧА острый эффект клинических ЖТ составил 58% (7 пациентов). За первый год наблюдения у четырех пациентов возникли рецидивы ЖТ (33%). За весь период наблюдения рецидивы ЭШ не регистрировались, общая смертность составила 25%.

**Заключение.** Применение КА позволяет на 100% подавить ЭШ не только в остром периоде, но и в долгосрочной перспективе. Тем не менее, необходимо повторное проведение КА в связи с пароксизмами ЖТ и интервенциями ИКД в 33% случаев.

Российский кардиологический журнал 2015, 11 (127): 57–62

<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2015-11-57-62>

**Ключевые слова:** электрический шторм, желудочковая тахикардия, фибрилляция желудочков, внезапная сердечная смерть, катетерная абляция, кардиовертер-дефибриллятор, ишемическая болезнь сердца.

ФГБУ Северо-западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия.

Татарский Р. Б. — к.м.н., с.н.с. научно-исследовательского отдела интервенционной аритмологии, Михайлов Е. Н. — д.м.н., зав. научно-исследовательской лабораторией нейромодуляции, Лебедева В. К. — к.м.н., с.н.с. научно-исследовательского отдела интервенционной аритмологии, Лебедев Д. С.\* — д.м.н., руководитель научно-исследовательского отдела интервенционной аритмологии.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

[lebedevdmity@mail.ru](mailto:lebedevdmity@mail.ru)

ААТ — антиаритмическая терапия, ВСС — внезапная сердечная смерть, ЖТ — желудочковая тахикардия, ЖТА — желудочковые тахикардии, ИКД — кардиовертер-дефибриллятор, КА — катетерная абляция, ЛЖ — левого желудочка, ААП — антиаритмические препараты, РЧА — радиочастотная абляция, СН — сердечная недостаточность, СР — синусовый ритм, ФВ — фракция выброса, ФЖ — фибрилляция желудочков, ЭШ — электрический шторм.

Рукопись получена 26.10.2015

Рецензия получена 27.10.2015

Принята к публикации 03.11.2015

## URGENT CATHETER ABLATION OF THE ELECTRICAL STORM IN PATIENTS WITH IMPLANTED CARDIOVERTER-DEFIBRILLATOR

Tatarsky R. B., Mikhailov E. N., Lebedeva V. K., Lebedev D. S.

**Aim.** The main goal of this study was to assess the early and delayed efficacies of urgent catheter ablation (CA) in patients with coronarogenic ventricular tachyarrhythmia (VTA) and electrical storms (ES).

**Material and methods.** Procedures EFi and CA with the use of navigation charting system were done for 12 patients with ES. Mean time from implantation of ICD to ES was  $3,4 \pm 3,2$  y., quantity of adequate shocks of ICD per day in ES was  $12,2 \pm 14,1$ . In most patients (67%) underwent CA, CHF of higher grade was diagnosed, LV EF was  $32 \pm 12\%$ .

**Results.** Within primary approach of RFA the acute effect of clinical VTs was 58% (7 patients). During the first year of observation four patients developed VT returns (33%). During the whole observation time ES returns were not registered. Total mortality reached 25%

**Conclusion.** Application of CA is able to suppress ES by 100% not only in acute period but in long-term too. Nevertheless, the additional CA application is necessary due to paroxysms of VT and interventions of ICD in 33% cases.

Russ J Cardiol 2015, 11 (127): 57–62

<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2015-11-57-62>

**Key words:** electrical storm, ventricular tachycardia, ventricular fibrillation, sudden cardiac death, catheter ablation, cardioverter-defibrillator, ischemic heart disease.

Federal Almazov North-West Medical Research Centre of the Ministry of Health, Saint-Petersburg, Russia.

В популяции пациентов с желудочковыми тахикардиями (ЖТА) особое клиническое место занимают больные с “электрическими штормами” (ЭШ). Под термином ЭШ подразумевается регистрация трех и более эпизодов желудочковой тахикардии (ЖТ) или фибрилляции желудочков (ФЖ), возникающих в течение 24 часов у пациентов с имплантируемым кардиовертером-дефибриллятором (ИКД) с восстановлением синусового ритма (СР) при адекватной работе дефибриллирующего имплантируемого устройства. По данным ряда исследований, у 4–20% пациентов после установки ИКД разви-

вается ЭШ, при этом, у 7% больных ЭШ возникал в течение первого года после имплантации [1–5].

Несмотря на высокую антиаритмическую эффективность использования ИКД в целом, у отдельных больных предупредить внезапную смерть не удается. Причинами в таких случаях могут быть рефрактерная ФЖ, обусловленная выраженной ишемией миокарда и его дисфункцией, увеличение порога дефибрилляции, перелом или смещение электрода, истощение заряда батареи, а также асистолия и электромеханическая диссоциация.

Стратегические и стандартизированные подходы у больных с развившимся ЭШ не разработаны, при том, что именно данная категория больных потенциально несет в себе наиболее высокий риск внезапной сердечной смерти (ВСС).

В последнее время достаточно четко определены факторы риска ВСС у пациентов с ИБС: сниженная фракция выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ), инфаркт миокарда и ЖТА в анамнезе [6]. Если имплантация ИКД в качестве первичной или вторичной профилактики ВСС не вызывает сомнений, как основной метод купирования ЖТА, то этиопатогенетические методы лечения ЭШ варьируют в различных клиниках.

Часто непрерывно-рецидивирующие ЖТА возникают вследствие декомпенсации течения СН. Лечение частой ЖТ или эпизодов ФЖ во время декомпенсации СН довольно сложно. Применение антиаритмических препаратов (ААП) рассматривается как терапия первой линии, но их выбор резко ограничен. Как правило, лечение сводится к назначению двух классов ААП — II и III. Амiodарон, как мультиблокатор ионных каналов, достаточно эффективен в подавлении непрерывно-рецидивирующих ЖТА, но его прием сопряжен с выраженными органо-токсическими эффектами [7].

Симпатическая блокада превосходила ААП у пациентов с ЭШ, но общая смертность оставалась высокой. Кроме того, бета-блокаторы могут ухудшить течение СН, если их прием осуществляется во время декомпенсации СН. Амiodарон в сочетании с бета-блокаторами наиболее оптимальный выбор, но полного эффекта достаточно трудно достичь, особенно у пациентов с непрерывными тахикардиями [8].

Перспективным направлением в подавлении ЭШ может являться использование радиочастотной катетерной абляции (РЧА). Преимущества КА при устранении ЭШ было продемонстрировано лишь на небольших сериях пациентов и в отдельных кли-

нических случаях. Как правило, в такие исследования включались больные как с некоронарогенными, так и с ишемическими ЖТА [9, 10].

Цель данного исследования состояла в оценке ранней и отсроченной постоперационной эффективности проведенной экстренной КА в выделенной группе пациентов, в том числе с выраженной СН, коронарогенными ЖТА и ЭШ.

### Материал и методы

Из 72 пациентов с клинически зарегистрированными постинфарктными ЖТА, подвергнувшихся процедуре ЭФИ и РЧА, было включено 12 пациентов с ЭШ. Средний возраст больных составил 61±12 лет, из них 9 мужчин. Клиническая характеристика пациентов представлена в таблице 1.

У большинства пациентов (67%), которым выполнялась КА, диагностирована ХСН высокого функционального класса, ФВ ЛЖ составляла 28±8%. Пациенты госпитализировались, проводилось обследование для исключения острого коронарного синдрома и обратимых причин ЭШ, а в 10 случаях была проведена коронароангиография/коронарошунтография.

Все пациенты принимали постоянно ААП. С целью купирования ЭШ применялись ААП III класса (амiodарон) у 11 (92%), Ib класса (лидокаин) у 6 (50%), внутривенное введение бета-блокаторов осуществлялось у 10 пациентов (83%), но без полного устранения аритмии.

До возникновения ЭШ были установлены ИКД для вторичной и в трех случаях — для первичной профилактики ВСС. Среднее время от имплантации ИКД до возникновения ЭШ составило 3,4±3,2 лет, количество адекватных ИКД шоков при ЭШ составило 12,2±14,1 в день.

ЭФИ и КА выполнялись по экстренным показаниям, однако от начала ЭШ до проведения проходило от одного до трех дней, что требовалось на попытку подбора ААП, дообследование. У 7 пациентов в анамнезе отмечались адекватные и успешные эпизоды купирования ЖТ с помощью электротерапии ИКД. Всем пациентам была “усиlena” антиаритмическая терапия (ААТ), а по показаниям проводилась инотропная медикаментозная поддержка.

В трех случаях у пациентов с ИКД регистрировались гемодинамически нестабильные, то есть “быстрые” ЖТ, в том числе переходящие в ФЖ (рис. 1).

У 5 пациентов регистрировались устойчивые мономорфные ЖТ, у четырех — гемодинамически стабильные плеоморфные тахикардии от двух до трех морфологий. В 7 случаях в ходе ЭФИ картирование проводилось на фоне гемодинамически переносимой клинической ЖТ. Длины цикла документированных ЖТ были значительно дольше во время сессии КА по сравнению с первоначально

Таблица 1

Клиническая характеристика пациентов с ЭШ

Возраст, лет	61±12
Мужской пол, n	9
Фракция выброса, %	32±12
Класс СН III, IV (NYHA), n	8
Сахарный диабет, n	2
Фибрилляция/трепетание предсердий, n	2
Амiodарон, n	7
Бета-блокаторы, n	10
Соталол, n	1
Реперфузия миокарда, n	4
ИКД, первичная профилактика, n	3
ИКД, вторичная профилактика, n	9

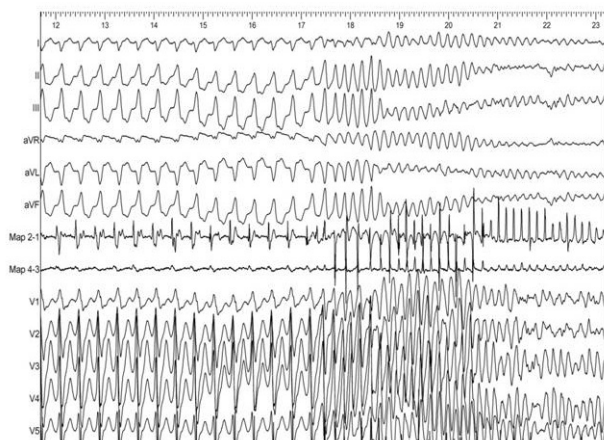


Рис. 1. Представлен фрагмент ВС ЭФИ (отведения I,II,III,aVR,aVL,aVF, V1-V6)

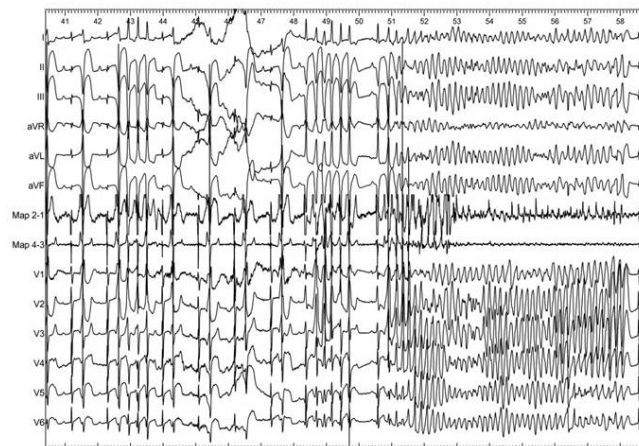


Рис. 2. Фрагмент ВС ЭФИ больного Ш.

**Примечание:** на левой части рисунка ранняя ЖЭ (R на T) инициирует неустойчивые пробежки “быстрой” ЖТ. На правой части ранняя ЖЭ запускает ФЖ.

зарегистрированными значениями цикла ЖТ при поступлении ( $425 \pm 37$  против  $379 \pm 42$  мс,  $p < 0,05$ ), что обусловлено использованием “агрессивной” ААТ в стационаре.

В случае регистрации картируемой клинической ЖТ, проводилось электроанатомическое картирование, энтраймент-стимуляция. Выполнялась КА на фоне тахикардии с последующей деструкцией всех потенциальных кругов re-entry, фрагментированных и поздних потенциалов.

При “быстрых” ЖТ стимуляционная индукция не применялась, в случае спонтанного возникновения аритмия купировалась сверхчастотной стимуляцией или ЭИТ с дальнейшим картированием на СР или правожелудочковой стимуляции с последующей абляцией всех возможных каналов проведения.

### Результаты

Конечный этап состоял из стимуляционного протокола для индукции тахиаритмий. Отсутствие индукции любой ЖТ расценивалось как ранний эффект абляции. При индукции любого вида ЖТ проводилась повторная КА всех зон интереса.

Электрофизиологические характеристики картирования и РЧА представлены в таблице 2.

Места эффективного воздействия ЖТ регистрировались в передней, передне-перегородочной стенке ЛЖ, а также задней стенке ЛЖ, в том числе с вовлечением волокон Пуркинью. У всех пациентов сессии РЧА завершались без прерывания из-за ухудшения СН, нарушения дыхания или других осложнений.

Одному больному произведена замена ИКД в связи с истощением заряда по причине развития ЭШ.

При первичном подходе РЧА острый эффект клинических ЖТ составил 58% (7 пациентов). Частичный эффект операции (с индукцией клини-

Таблица 2

### Отдельные электрофизиологические характеристики ЖТА

Индукционная стимуляцией картируемая ЖТ	n=4
Спонтанная, картируемая ЖТ	n=3
Среднее количество ЖТ на пациента	n=3
Гемодинамически непереносимые ЖТ	n=3
Средняя длина цикла ЖТ (мс)	$425 \pm 37$
Индукционная или спонтанная ФЖ	n=3
Re-entry, связанная с аневризмой верхушки ЛЖ	n=4
Передняя, передне-перегородочная стенка ЛЖ	n=5
Задняя стенка ЛЖ, в том числе с вовлечением волокон Пуркинью	n=3

ческой ЖТ, но с применением более агрессивного стимуляционного протокола), наблюдался у пяти пациентов. У двух пациентов с частичным эффектом зона интереса ЖТ локализовалась в области аневризмы верхушки ЛЖ и у одного — по передней стенке ЛЖ. Многочисленные РЧА этих областей не привели к полному устранению, но значительно затруднили индукцию тахикардий. В этих случаях предполагалось эпикардальное происхождение ЖТ. Эпикардальный подход не выполнялся в данном исследовании.

Индукция недокументированных ЖТ после проведения КА наблюдалась у 6 (50%) пациентов. У четырех больных (33%) отмечалось отсутствие индукции любых ЖТ.

Катетерное устранение не только клинических ЖТА, но и триггеров, вызывающих ЖТ/ФЖ, способствовало эффективному подавлению ЭШ.

Представлен клинический пример успешной КА ЖТА из разветвлений волокон Пуркинью, которые являлись пусковым механизмом инициации ЖТ/ФЖ.

Мужчина Ш. 62 лет госпитализирован в отделение интенсивной терапии по поводу возникшего





Рис. 3. Фрагмент ВС ЭФИ больного Ш.



Рис. 4. Фрагмент ВС ЭФИ. Устранение ЖТА и восстановление стойкого синусового ритма на фоне катетерного лечения.

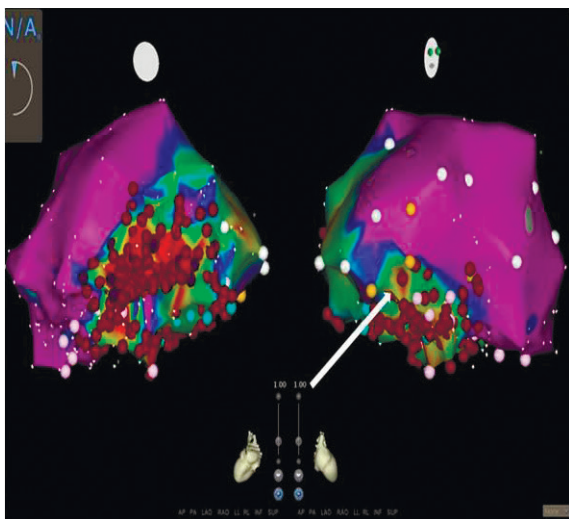


Рис. 5. Фрагмент биполярной реконструкции ЛЖ.

Примечание: слева вид задней поверхности, справа — правая косая проекция. Стрелкой указано место регистрации потенциалов волокон Пуркинье.

ЭШ. В анамнезе ИМ задней стенки ЛЖ, АКШ с полной реваскуляризацией. Проведена установка ИКД для вторичной профилактики ВСС. Развитие ЭШ произошло через 5 лет после операции АКШ. Во время ЭШ на протяжении 14 часов, по данным опроса, ИКД зарегистрировано 15 интервенций устройства: из них 7 антитахикардических терапий и 8 дефибрилляций.

При регистрации стандартной ЭКГ выявлена частая экстрасистолия с эпизодами ускоренного идиовентрикулярного ритма той же морфологии, в том числе, трансформация в ЖТ и ФЖ (рис. 2). При проведении ЭхоКГ установлена акинезия задней стенки и дисфункция ЛЖ (ФВ 28%). По данным коронароангиографии не выявлено гемодинамически значимых стенозов. Биохимические, клинические, электролитные параметры крови, а также тиреоидный статус находились в пределах референтных значений. Введение бета-блокаторов и амиодарона внутривенно в рекомендуемых дозах не позволили эффективно контролировать ЭШ.

Для контроля ЭШ проведено экстренное ЭФИ и КА. Выполнено электроанатомическое картирование с использованием нефлюороскопической системы картирования CARTO. Инфарктную зону и ее границы на задней стенке ЛЖ определили с помощью проведения биполярного картирования. Выделены каналы проведения в рубцовой области в ЛЖ. Они определялись как “коридоры” непрерывной ЭГ, отличающиеся от окружающей инфарктной ткани более высокой амплитудой, ограниченные двумя зонами рубца.

Второй этап состоял в выполнении активационного поиска на фоне частой ЖЭ, идиовентрикулярного ритма и ЖТ. Картирование ЛЖ демонстрировало дискретный Пуркинье потенциал из парарубцовой зоны, предшествующий ЖЭ и идиовентрикулярному ритму на 36 мс. Фрагмент ВС ЭФИ представлен на рисунке 3, где показано, что в месте успешной абляции регистрируются потенциалы волокон Пуркинье (маркированы стрелками), которые предшествуют патологическим желудочковым сокращениям.

В данном клиническом случае дистальные разветвления волокон Пуркинье из поврежденной парарубцовой области играют активную роль патологического водителя ритма и провоцируют развитие ФЖ. Катетерная деструкция этой зоны полностью устранила ЖТА с восстановлением стойкого СР (рис. 4).

Абляция пусковых механизмов потенциала Пуркинье вызвала отчетливый позитивный эффект: ЖТА не индуцировались, в том числе агрессивной желудочковой стимуляцией. Несмотря на выраженный положительный эффект катетерного устранения ЖТА, инфарктный рубец в заднеперегородочной стенке подвергся расширенной КА, нацеленной

на каналы проведения, фракционированные потенциалы, поздние потенциалы внутри рубца и по его периметру (рис. 5).

На протяжении двух лет наблюдения за пациентом ЖТА и интервенции ИКД не регистрировались.

Таким образом, “выжившие” волокна Пуркинью пограничной зоны перенесенного ИМ, демонстрируют триггерную активность, усиленный автоматизм и супернормальную возбудимость. Представляется, что в сочетании с удлинением продолжительности потенциала действия желудочков, обусловленной увеличенной дисперсией рефрактерности, упомянутые волокна приводят к формированию решающего фактора возникновения ЖТ и ФЖ. Наличие различных триггеров, приводящих к развитию ЭШ, во время проведения ВС и ЭФИ должны тщательно картироваться для увеличения успешности КА ЖТА и использоваться в качестве антикризисной терапии у таких пациентов.

В послеоперационном периоде в клинике ЖТА не рецидивировали ни у одного из пациентов, летальных исходов не регистрировалось.

За первый год наблюдения у четырех пациентов возникли рецидивы ЖТ (33%), в одном случае редкие пароксизмы успешно купировались антитахикардической стимуляцией ИКД без развития ЭШ. За весь период наблюдения рецидивы ЭШ не регистрировались, общая смертность от прогрессирующей СН составила 25% (три пациента) в первые 18 месяцев после оперативного вмешательства. Также у трех пациентов выполнялись повторные катетерные деструкции, у двоих из которых продолжали сохраняться редкие пароксизмы ЖТ с исходно предполагаемой эпикардиальной локализацией, в другом случае после проведения катетерного лечения ЖТА не регистрировались.

Средний интервал после выписки до возникновения аритмии составил  $3 \pm 5$  месяцев. Экстренная и долгосрочная эффективность устранения электрического шторма составила 100%, а результативность подавления аритмичных событий в долгосрочном периоде составила 75% с учетом повторных сессий РЧА.

У большей части пациентов (67%) на момент возникновения ЭШ отмечалась выраженная СН с высоким функциональным классом (III, IV ФК), а после проведения КА уменьшение функционального класса СН определено у 6 из 8 пациентов.

### Обсуждение

Электрический шторм сложное клиническое явление, которое можно рассматривать с двух точек зрения: аритмичное событие может являться клинической манифестацией ухудшения СН или ухудшать желудочковую функцию, таким образом увеличивая смертность в долгосрочной перспективе. Неясно, является ли ЭШ предиктором, способствует или играет роль свидетеля в наблюдаемой смертности.

Лечение в острой фазе ЭШ часто требует одновременного внутривенного введения нескольких антиаритмических препаратов, которые зачастую малоэффективны. Таким образом, по нашему предположению, у большинства пациентов должен быть выбор в пользу КА, поскольку только модификация электрофизиологических показателей позволяет радикально устранить ЖТА и должна выполняться как можно ранее во избежание ухудшения гемодинамики и нарастания явлений СН.

Представляется, что подавление потенциально летальных аритмий на ранней стадии, по нашим данным, от одного до трех дней, предотвратит ухудшение гемодинамических показателей, СН и, как следствие, улучшить выживаемость. В проведенном исследовании катетерная абляция демонстрирует эффективность у наиболее уязвимой группы пациентов с высоким классом СН. После проведения успешной экстренной абляции уменьшение класса СН отмечалось у 6 из 8 пациентов.

Не вызывает сомнений, что пациенты с мономорфными, гемодинамически устойчивыми тахикардиями — наиболее благоприятный альянс для интервенционного лечения. В 7 случаях в ходе ЭФИ картирование проводилось на фоне гемодинамически переносимой клинической ЖТ, возникшей либо спонтанно, либо индуцированной стимуляцией. В нашем исследовании картированию устойчивых ЖТ способствовало увеличение длины цикла документированных тахикардий ( $425 \pm 37$  против  $379 \pm 42$  мс,  $p < 0,05$ ) в связи с использованием “агрессивной” ААТ в стационаре.

Мономорфные тахиаритмии, в том числе, исходящие из системы Пуркинью, могут являться триггерами для развития ФЖ. Катетерное устранение таких триггеров позволяет в будущем избежать развития ФЖ.

Волокна Пуркинью остаются структурно почти сохраненными и физиологически жизнеспособными даже после обширного инфаркта миокарда. В трех случаях такие аритмогенные волокна Пуркинью служили источником ЖЭ, ЖТ, в том числе, трансформирующихся в ФЖ. Картирование потенциально аритмогенных зон с последующей успешной КА позволяет эффективно подавлять активность из волокон Пуркинью. По всей видимости, выжившие волокна Пуркинью демонстрируют снижение потенциала покоя, увеличение продолжительности потенциала действия и максимальной скорости деполяризации, что приводит к развитию спонтанной диастолической деполяризации или возникновению re-entry в пределах эндокардиальной системы Пуркинью.

Использование предложенного нами расширенного подхода в устранении ЖТА позволило включать в исследование не только пациентов с мономорфными ЖТ, но и плеоморфными, полиморфными ЖТ/

ФЖ. На наш взгляд, эта популяция отражает наиболее реальный сценарий протекания ЭШ у больных с разной степенью желудочковой дисфункции и различной архитектоникой рубцовых полей.

### Заключение

Применение КА позволяет на 100% подавить ЭШ не только в остром периоде, но и в долгосрочной перспективе. Тем не менее, необходимо повторное проведение процедур в связи с пароксизмами ЖТ и интер-

венциями ИКД в 33% случаев. Таким образом, абляционная стратегия является жизнеспасающей операцией и может быть рекомендована как систематический подход в устранении жизнеугрожающих аритмий. В исследовании подтверждена безопасность такого подхода, в том числе у пациентов с высоким классом СН. Представляется, что катетерное лечение ЭШ может являться единственным методом борьбы с ЖТА, невосприимчивыми к медикаментозной терапии, в том числе у пациентов с высоким классом СН.

### Литература

1. Sesselberg H, Moss A, McNitt S, et al. Ventricular arrhythmia storms in postinfarction patients with implantable defibrillators for primary prevention indications: a MADIT-II substudy. *Heart Rhythm* 2007; 4: 1395-402.
2. Friedman D, Altman R, Orencole M, et al. Predictors of sustained ventricular arrhythmias in cardiac resynchronization therapy. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2012; 5: 762-72.
3. Sweeney M, Sherfese L, DeGroot P, et al. Differences in effects of electrical therapy type for ventricular arrhythmias on mortality in implantable cardioverter-defibrillator patients. *Heart Rhythm* 2010; 7: 353-60.
4. Proclemer A, Dagues N, Marinskis G, et al. Scientific Initiative Committee, European Heart Rhythm Association. Current practice in Europe: how do we manage patients with ventricular tachycardia? European Heart Rhythm Association survey. *Europace* 2013; 15: 167-9.
5. Gasparini M, Lunati M, Landolina M et al. Electrical storm in patients with biventricular implantable cardioverter defibrillator: incidence, predictors and prognostic implications. *Am Heart J* 2008; 156: 847-54.
6. Brigadeau F, Kouakam D, et al. Clinical predictors and prognostic significance of electrical storm in patients with implantable cardioverter defibrillators. *Eur Heart J* 2006; 27: 700-07.
7. Fuchs T, Groysman R, Melichov I, et al. Use of a combination of class III and class Ic antiarrhythmic agents in patients with electrical storm. *Pharmacotherapy* 2008; 28: 14-19.
8. Huang DT, Traub D. Recurrent ventricular arrhythmia storms in the age of implantable cardioverter defibrillator therapy: a comprehensive review. *Prog Cardiovasc Dis* 2008; 51: 229-36.
9. Carbucicchio C, Trevisi N, Maccabelli G, 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; 117: 462-9.
10. Deneke T, Shin D, Lawo T, et al. Catheter ablation of electrical storm in a collaborative hospital network. *Am J Cardiol*; 2011; 108: 233-9.