

Нарушения ритма сердца

© А.В. Козлов, С.С. Дурманов, 2017

УДК 616.12-008.313.2-089.819.1

А.В. Козлов, С.С. Дурманов

РОЛЬ РАЗЛИЧНЫХ СТРАТЕГИЙ КАТЕТЕРНОГО ЛЕЧЕНИЯ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ В УЛУЧШЕНИИ КЛИНИЧЕСКИХ ИСХОДОВ

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, ул. Стасова, 6, г. Пенза, 440071, Российская Федерация

Козлов Александр Викторович, кардиолог,
orcid.org/0000-0002-0529-0081;

Дурманов Сергей Семенович, канд. мед. наук, заведующий отделением,
orcid.org/0000-0002-4973-510X

Фибрилляция предсердий (ФП) является наиболее часто встречающейся аритмией в клинической практике. В статье рассмотрены различные стратегии радиочастотной абляции (РЧА) при ФП: сегментарная остиальная абляция устьев легочных вен, антральная изоляция, линейные воздействия в левом предсердии, абляция комплексных фракционированных предсердных электрограмм (CFAEs), абляция ганглионарных сплетений, пошаговый метод абляции, абляция «роторов» и фокальных импульсов. В настоящее время антральная изоляция легочных вен (ЛВ) считается более выигрышной стратегией абляции ФП, так как позволяет воздействовать на большее число механизмов, вызывающих и поддерживающих аритмию. Эффективность всех остальных методов остается под вопросом. Имеются противоречивые данные литературы, и в настоящее время роль дополнительных абляций в улучшении клинических исходов остается спорной и требует дальнейших исследований. Восстановление проведения в изолированных легочных венах является практически универсальной находкой у пациентов, подвергшихся повторной РЧА ФП, хотя связь электрической реконнекции с возвратом аритмии остается не совсем ясной. Рассмотрены несколько методов, направленных на увеличение вероятности создания перманентной изоляции устьев ЛВ: увеличение времени ожидания после острой изоляции устьев ЛВ и повторная абляция возникающих «прорывов» проведения возбуждения, высокоамплитудная стимуляция с картирующего катетера вдоль созданной линии повреждения и реабляция мест с сохраненной возбудимостью, введение аденозина для выявления скрытого проведения, использование абляционных катетеров с технологией контроля силы контакта с тканью для создания более стойкого повреждения миокарда. Изоляция устьев ЛВ является единственным методом с доказанной эффективностью при интервенционном лечении ФП. На данный момент не существует методики, обеспечивающей 100% перманентную изоляцию легочных вен после единственной процедуры.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий; радиочастотная абляция; изоляция устьев легочных вен; эффективность.

Для цитирования: Козлов А.В., Дурманов С.С. Роль различных стратегий катетерного лечения фибрилляции предсердий в улучшении клинических исходов. *Креативная кардиология*. 2017; 11 (4): 348–60. DOI: 10.24022/1997-3187-2017-11-4-348-360

Для корреспонденции: Козлов Александр Викторович, e-mail: kozlov3619@yandex.ru

A.V. Kozlov, S.S. Durmanov

DIFFERENT STRATEGIES OF CATHETER ABLATION OF ATRIAL FIBRILLATION FOR IMPROVING CLINICAL OUTCOMES

Federal Center of Cardiovascular Surgery of the Ministry of Health of the Russian Federation, ulitsa Stasova, 6, Penza, 440071, Russian Federation

Kozlov Aleksandr Viktorovich, Cardiologist,
orcid.org/0000-0002-0529-0081;

Durmanov Sergey Semenovich, Cand. Med. Sc., Head of Department,
orcid.org/0000-0002-4973-510X

Atrial fibrillation (AF) is the most common arrhythmia in clinical practice. Various strategies of radiofrequency ablation (RFA) are considered: segmental ostial ablation of the pulmonary veins, antral isolation, linear effects in the left atrium, ablation of complex fractionated atrial electrograms (CFAEs), ablation of the ganglionic plexuses, stepwise ablation, ablation of the “rotors” and focal impulses. Currently, antral isolation of pulmonary veins (PV) is considered to be the most advantageous strategy of AF ablation, as it allows to influence a greater number of mechanisms that cause and support arrhythmia. There are conflicting data, and currently the role of additional ablations in improving clinical outcomes remains controversial and requires further research. Recovery in isolated pulmonary veins is almost universal finding in patients undergoing repeated RFA of AF, although the connection between electrical reconnection and return of arrhythmia remains unclear. Several methods are considered to increase the probability of creating a permanent isolation of the mouths of PV: increasing the waiting time after acute isolation of PV and re-ablation of emerging “breakthroughs” of excitation, high-amplitude stimulation from the mapping catheter along the created line of injury and reablation of sites with preserved excitability, adenosine administration detection of concealed conduction, the use of ablative catheters with technology to control the force of contact with tissue to create a more resistant to myocardial lesion. Isolation of the mouths of PV is the only method with proven effectiveness in the interventional treatment of AF. At the moment there is no method that provides 100% permanent isolation of pulmonary veins after a single procedure.

Keywords: atrial fibrillation; radiofrequency ablation; isolation of the pulmonary veins; efficiency.

For citation: Kozlov A.V., Durmanov S.S. Different strategies of catheter ablation of atrial fibrillation for improving clinical outcomes. *Kreativnaya Kardiologiya (Creative Cardiology)*. 2017; 11 (4): 348–60 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2017-11-4-348-360

For correspondence: Kozlov Aleksander Viktorovich, e-mail: kozlov3619@yandex.ru

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

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

Received July 19, 2017
Accepted August 11, 2017

Фибрилляция предсердий (ФП) является наиболее часто встречаемой аритмией в клинической практике. От нее страдают 1–2% населения, и это количество демонстрирует стремление к росту в течение последних 50 лет [1]. Старение населения является одним из главных факторов риска, частота встречаемости ФП в популяции возрастает от 0,5% в возрасте 40–50 лет до 5–15% в возрасте 80 лет [2]. По данным Фрамингемского исследования, риск развития ФП в течение жизни составляет 25% у лиц, достигших возраста 40 лет [3]. Зафиксированные случаи ФП на 1000 человеко-лет в возрасте моложе 64 лет составляют 3,1 у мужчин и 1,9 у женщин, от 64 до 75 лет отмечается рост до 19,2 и по достижении 80 лет составляет 34,1 [4]. Предрасполагающими факторами являются структурная патология сердца, гипертоническая болезнь, нарушение функции щитовидной железы, избыточная масса тела, сахарный диабет, хроническая обструктивная бо-

лезнь легких. Ишемическая болезнь сердца встречается примерно у 20% пациентов с ФП, однако ее связь с развитием аритмии остается до конца неясной [5].

Наличие ФП связано с 5-кратным ростом риска инсульта, развитием сердечной недостаточности, снижением уровня качества жизни [6, 7].

Чем дольше существует ФП, тем более выраженной является электрическая и структурная альтерация предсердий. Закономерным течением ФП в отсутствие лечения является переход от пароксизмальной формы к постоянной. CARAF (Canadian Registry of Atrial Fibrillation) демонстрирует переход пароксизмальной формы ФП в постоянную у 24,7 % пациентов в течение 5 лет после возникновения аритмии [8].

Выделяют несколько форм ФП:

1. Впервые возникшая. Этот диагноз ставится пациентам, у которых впервые зарегистрирована ФП, вне зависимости от

длительности аритмии и выраженности связанных с ней симптомов.

2. Пароксизмальная. Основным отличительным признаком является самостоятельное прекращение пароксизмов аритмии в срок до 7 сут.

3. Персистирующая. Пароксизм длится более 7 сут или требует для своего прекращения выполнения медикаментозной или электрической кардиоверсии.

4. Длительно персистирующая. Длительность ФП составляет более 1 года, и планируется восстановление и поддержание ритма сердца.

5. Постоянная. Врач и пациент считают, что возможно сохранение аритмии, и не предпринимаются попытки восстановления ритма.

Лечение ФП осуществляется как с помощью лекарственных препаратов, так и немедикаментозными методами. Недостатками антиаритмической терапии (ААТ) является необходимость длительного приема препаратов, недостаточная эффективность, побочные эффекты. Медикаментозное лечение ФП имеет две стратегии: контроль ритма и контроль частоты сердечных сокращений. Ряд рандомизированных исследований (PIAF, STAF, AFFIRM) не показал преимуществ стратегии контроля ритма в плане выживаемости пациентов. В исследовании AFFIRM смерть от всех причин в группе контроля ритма была недостоверно выше, чем в группе контроля частоты, что может быть объяснено побочными эффектами ААТ [9]. Большинству пациентов для поддержания синусового ритма требуется назначение более одного антиаритмического препарата.

В 2005–2006 гг. опубликованы результаты нескольких исследований, сравнивающих результаты катетерной аблации и медикаментозного лечения ФП [10–12]. Выборки представлены небольшим количеством пациентов (от 70 до 198), преимущественно с пароксизмальной формой ФП. Полученные результаты показали преимущество ка-

тетерной аблации над ААТ с использованием различных препаратов, оценивая свободу от аритмии в течение 1 года. Метаанализ, включающий данные 63 исследований (из них 9 рандомизированных проспективных) эффективности радиочастотной аблации (РЧА) и 34 исследований (из них 24 рандомизированных проспективных) эффективности ААТ, проведенный Н. Calkins et al., выявил общий процент успеха при РЧА, равный 77% против 52 в группе ААТ. После первой процедуры РЧА свобода от аритмии без применения ААТ составила 57%, при нескольких процедурах и отсутствии ААТ возросла до 71%, и при сочетании нескольких процедур РЧА с ААТ составила 77%. Серьезные осложнения катетерной аблации произошли у 4,9% пациентов. В группе ААТ осложнения встречались в 30% случаев, но были менее опасными [13].

Остается открытым вопрос, уменьшает ли катетерная аблация ФП риск инсульта. В 2010 г. началось мультицентровое исследование CABANA (Catheter Ablation vs. Antiarrhythmic Drug Therapy for AF). С его помощью проверяют гипотезу, что катетерная аблация с целью элиминации ФП может превосходить текущую стратегию лечения с помощью медикаментов и уменьшить общую летальность, количество инсультов, а также серьезных кровотечений и эпизодов сердечного ареста. Вторичными точками является частота госпитализаций, свобода от аритмии, качество жизни и стоимость лечения. В исследование входит 180 медицинских центров, целевое количество составляет 2200 больных. Публикация официальных результатов ожидается в 2017 г. [14].

Радиочастотная аблация ФП является эффективной процедурой в отношении восстановления и поддержания синусового ритма у пациентов с симптоматической пароксизмальной, персистирующей и возможно, длительно персистирующей формой ФП, в основном как вторая линия терапии при неэффективности или непереносимости лекарственной терапии. У таких пациен-

тов РЧА более эффективна, чем ААТ [15, 16]. В исследование SARA вошло 146 пациентов с персистирующей ФП (возраст 55 ± 9 лет, 77% мужчин). Они были рандомизированы на две группы: РЧА (98 больных) и антиаритмическая терапия с использованием препаратов IC или III класса (48 больных). Первичной конечной точкой в ходе 12-месячного наблюдения являлся любой эпизод фибрилляции или трепетания предсердий длительностью более 24 ч, исключая 3-месячный слепой период после РЧА. В группе РЧА 70,4% пациентов были свободны от первичной конечной точки против 43,7% в группе ААТ ($p=0,002$). Соотношение пациентов, свободных от любой аритмии (длительностью более 30 с), составило 60,2% в группе РЧА против 29,2% в группе ААТ ($p<0,001$).

Использование РЧА как первой линии терапии при пароксизмальной ФП, как показывают рандомизированные исследования, имеет незначительные преимущества по сравнению с лекарственной терапией. В мультицентровое исследование RAAFT-2 вошли 127 ранее не леченных пациентов с пароксизмальной формой ФП, рандомизированных на группы РЧА (66 больных) и ААТ (61 больной). Период наблюдения составил 24 мес, первичной конечной точкой являлся любой документированный эпизод аритмии длительностью более 30 с, вторичной – возврат симптоматичной предсердной тахикардии и качество жизни. В группе ААТ 72,1% пациентов имели первичную точку против 54,5% в группе РЧА. 59% в группе ААТ испытали возврат аритмии против 47% в группе РЧА. Качество жизни было исходно снижено в обеих группах, улучшилось после 1 года наблюдения и существенно не различалось между группами [17].

По данным метаанализа, проведенного A.N. Ganesan et al., у симптомных пациентов с неэффективной ААТ РЧА позволяет добиться более стойкого удержания синусового ритма [18]. В метаанализ вошли данные 19 исследований, включающие

6167 пациентов, подвергшихся процедуре РЧА по поводу пароксизмальной и персистирующей форм ФП. Изучались исходы РЧА ФП при длительном наблюдении (более 3 лет), эффективность первичных и повторных РЧА, потребность в повторных процедурах. Свобода от аритмии в отдаленном периоде отмечалась у 53,1% пациентов после первой процедуры РЧА и у 79,8% после повторных процедур. Среднее количество процедур составило 1,51 на больного.

M. Haissaguerre et al. в своих исследованиях установили, что первичная деполяризация, исходящая из мышечных муфт, располагающихся в легочных венах (ЛВ), является триггером ФП [19]. Изначально все попытки интервенционного лечения ФП имели своей целью устранить аритмогенную активность внутри легочных вен. Поскольку при таком подходе частым осложнением являлись стенозы ЛВ, было предложено изолировать устья ЛВ от миокарда предсердий. Преобладающие методы включали сегментарную остиальную абляцию, выполняемую в местах детекции потенциалов ЛВ [20] и основанную на анатомических критериях циркулярную изоляцию устьев ЛВ [21].

Сегментарная остиальная абляция устьев ЛВ заключается в нанесении аппликаций радиочастотной энергии вокруг устьев легочных вен, выполняется под контролем многополюсных циркулярных катетеров, расположенных в ЛВ. При антральной изоляции воздействия выполняются на расстоянии 1–2 см от устьев ЛВ непрерывными линиями, захватывающими ипсилатеральные вены. В обоих случаях достигается электрическая изоляция ЛВ, но в случае антральной изоляции «выключаются» большие участки миокарда предсердий, соответственно уменьшается количество ткани, способной поддерживать ФП, элиминируются эктопические очаги, расположенные в преддверии ЛВ. Кроме того, ганглионарные сплетения, играющие роль в генезе ФП, также нередко расположены

в преддверии ЛВ [22]. Метаанализ, проведенный R. Proietti et al., сравнивал эффективность остиальной и антральной изоляций устьев ЛВ. В него вошли данные 1183 пациентов из 12 исследований. В группе антральной изоляции частота возврата любой предсердной аритмии была значительно ниже, чем в группе остиальной изоляции (отношение шансов (ОШ) 0,42, 95% доверительный интервал (ДИ), 0,32–0,56, $p < 0,00001$). В группе антральной изоляции отмечалась тенденция к более частому развитию левопредсердного трепетания предсердий, но она не достигла статистической значимости (ОШ 1,53; 95% ДИ, 0,88–2,69; $p = 0,13$) [23]. Исходя из этого, в настоящее время антральная изоляция ЛВ считается более выигрышной стратегией аблации ФП, так как позволяет воздействовать на большее число механизмов, вызывающих и поддерживающих аритмию.

В то же время у пациентов с персистирующей и длительно персистирующей ФП на фоне ремоделирования миокарда предсердий эффективность РЧА ниже, чем при пароксизмальной форме. Меры, направленные на улучшение исходов процедуры, включают в себя линейные воздействия в левом предсердии, аблацию комплексных фракционированных предсердных электрограмм (CFAEs), аблацию ганглионарных сплетений и пошаговый метод аблации [24].

Линейные воздействия чаще всего выполняются на крыше левого предсердия, в области митрального перешейка, а также в области, соединяющей линию крыши с кольцом митрального клапана. Данные литературы в отношении эффективности этого метода противоречивы, но большинство авторов отмечает отсутствие значимой клинической выгоды. A. Verma et al. в исследовании, включающем 599 человек с персистирующей ФП, рандомизировали пациентов в соотношении 1:4:4 на группы с изоляцией ЛВ ($n = 67$), изоляцией ЛВ плюс аблация CFAEs ($n = 263$) и изоляцией ЛВ плюс линейные воздействия по крыше

и митральному истмусу ($n = 269$). Период наблюдения составил 18 мес, первичной точкой являлась свобода от любой документированной возвратной ФП длительностью более 30 с после единичной процедуры. В первой группе эффективность составила 59%, во второй – 49% и в группе с дополнительными линейными воздействиями 46% ($p = 0,15$) [25]. Метаанализ, проведенный Z. Zhang et al., включающий данные 1446 пациентов, не выявил роста эффективности РЧА пароксизмальной и персистирующей форм ФП при создании дополнительных линейных воздействий во время изоляции устьев ЛВ при значимом росте времени флюороскопии и длительности процедуры [26]. Кроме того, линейные воздействия в левом предсердии ассоциируются с увеличением числа инцизионного левопредсердного трепетания, что связано с восстановлением проведения через линии аблации [27].

CFAEs описываются как высокофракционированные электрограммы с очень короткой длиной цикла (менее 120 мс), регистрирующиеся эндокардиально во время ФП. Предполагают, что CFAEs могут быть индикаторами зон замедленного проведения возбуждения, зон блока проведения или слияния фронтов волн риентри. Первые сообщения, связанные с аблацией CFAEs без выполнения изоляции устьев ЛВ, были многообещающими и отмечали свободу от аритмии примерно у 90% пациентов с пароксизмальной и персистирующей ФП. K. Nademanee et al. привели данные 121 пациента (57 с пароксизмальной ФП и 64 с длительно персистирующей ФП). Аблация CFAEs выполнялась в левом и правом предсердиях и привела к купированию ФП во время процедуры у 115 из 121 (95%) пациента. В течение 1 года наблюдения 110 больных имели свободу от аритмии (92 пациента после одной процедуры РЧА и 18 – после двух) [28]. В настоящее время эффективность данного метода ставится под сомнение. По данным метаанализа, проведенного R. Providencia et al.,

и включающего 1415 пациентов, абляция CFAEs в сочетании с изоляцией ЛВ не улучшают исход у пациентов с персистирующей и длительно персистирующей ФП по сравнению только с изоляцией ЛВ. У пациентов с пароксизмальной ФП данные противоречивы и требуют дальнейшего изучения [29].

Иннервация предсердий осуществляется собственной нервной системой сердца, в состав которой входят ганглионарные сплетения (ГС), расположенные эпикардиально в жировых подушках и связке Маршалла. Области левого предсердия, богатые автономной иннервацией, могут служить триггерами ФП. Повреждение ГС, обычно располагающихся эпикардиально на 1–2 см кнаружи от устьев ЛВ, изменяет баланс между симпатическими и парасимпатическими влияниями на миокард предсердий и снижает риск возникновения ФП. Впервые абляцию ГС предложил С. Rappone, при этом определение локализации ГС осуществлялось с помощью высокочастотной стимуляции и вызванных ею вагальных ответов [30]. Е. Покушалов и др. предложили методику изолированной абляции вегетативных ганглиев в ЛП (GP-ablation), основанной на анатомическом подходе. Данный метод предполагает проведение воздействий в пределах обычных мест скопления вегетативных ганглиев – четырех зон округлой или овальной формы размером 1,5–2,5 см, каждая из которых соприкасается с устьем легочной вены. В первое исследование вошло 58 пациентов с пароксизмальной (15 больных), персистирующей (22 больных) и длительно персистирующей (21 больной) формами ФП. По данным авторов, отсутствие аритмии наблюдалось у 86,2% пациентов, период наблюдения составил 1–8 мес [31].

В дальнейшем исследовательская группа представила результаты пятилетнего опыта применения GP-ablation. Всего были прооперированы 674 пациента (только пароксизмальная форма ФП), время наблюдения составило $38,9 \pm 9,5$ мес. Ста-

бильный синусовый ритм сохранялся к концу наблюдения у 72,4% пациентов. Рецидивы аритмии в отдаленном послеоперационном периоде наблюдались у 186 (27%) пациентов [32].

При длительно персистирующей форме ФП эффективность анатомической абляции ГС после первой процедуры составила 38,2%. В исследование вошли 178 больных, период наблюдения составил $24,2 \pm 2,1$ мес [33].

В исследовании AFACT изучалась эффективность абляции ганглионарных сплетений торакоскопическим доступом. Всего прооперированы 240 пациентов, из них 59% имели длительно персистирующую форму ФП. При пароксизмальной форме выполняли изоляцию ЛВ, при персистирующей – наносили дополнительные линейные воздействия (Dallas lesion set). Все пациенты были рандомизированы на две группы в соотношении 1:1. В первой группе выполняли дополнительные эпикардиальные воздействия в области локализации 4 больших ГС и связки Маршалла. Вторая группа – контрольная. В первой группе добивались 100% устранения вагальных ответов при абляции ГС, во второй – у 87% больных такие ответы сохранялись после окончания операции. После 1 года наблюдения отсутствие возврата ФП отмечалось у 70,9 и 68,4% ($p=0,696$) пациентов из первой и второй групп соответственно. В первой группе отмечалось значительно больше осложнений (кровотечения, синдром слабости синусового узла, потребовавший имплантации электрокардиостимулятора), что, по-видимому, связано с особенностями торакоскопического доступа [34].

Пошаговый метод абляции включает в себя сочетание нескольких методик – изоляцию ЛВ, абляцию комплексных фракционированных предсердных электрограмм и линейные воздействия до достижения невозможности индукции ФП. М. Faustino et al. (2015 г.) провели двухцентровое двойное слепое рандомизированное проспективное исследование. У пациентов

с пароксизмальной формой ФП, рефрактерной к ААТ, сравнивали эффективность стандартной изоляции устьев ЛВ и пошагового метода абляции. Больные были рандомизированы на две группы по 75 человек, которые подверглись первичной процедуре РЧА. В первой группе выполняли только изоляцию ЛВ, во второй – после изоляции ЛВ индуцировали ФП и проводили абляцию СФАЕс. В случае трансформации ФП в предсердную тахикардию наносили дополнительные линейные воздействия по крыше левого предсердия и на митральном истмусе. При рецидиве ФП пациенту повторно выполняли первичную процедуру РЧА. После 12 мес наблюдения пациенты с восстановлением синусового ритма во время пошаговой абляции показали значительно меньшую частоту возврата ФП (26,7%) после первой процедуры РЧА, чем только при изоляции ЛВ (46,7%; $p < 0,001$). Сходные результаты наблюдались у 52 пациентов, подвергшихся второй процедуре РЧА. Отношение шансов возврата ФП в течение 12 мес после первой процедуры пошаговой абляции составило 0,53 (ДИ 95% 0,3–0,91). Общая эффективность составила 90,7% в группе пошаговой абляции против 69,3% в группе изоляции ЛВ [35].

В том же 2015 г. были опубликованы результаты одноцентрового проспективного исследования CHASE-AF Clinical Trial, проведенного J. Vogler et al. В нем также сравнивалась эффективность пошагового метода абляции и изоляции устьев ЛВ. С ноября 2010 г. по февраль 2013 г. 205 пациентов подверглись первичной процедуре РЧА по поводу персистирующей формы ФП. Всем выполнялась изоляция устьев ЛВ. При восстановлении синусового ритма после завершения изоляции устьев ЛВ пациента исключали из рандомизации ($n=52$). При сохранении ФП больные рандомизировались на две группы – в первом случае проводили электрическую кардиоверсию ($n=78$), во втором ($n=75$) – применяли пошаговый метод до восстановления

синусового ритма, что удалось достичь у 45 (60%) пациентов. При превышении длительности процедуры более 6 ч и сохранении ФП им также выполняли кардиоверсию. Больных из первой группы, имеющих рецидив ФП и сохраняющуюся изоляцию устьев ЛВ, переводили в группу пошагового метода. По результатам 12-месячного наблюдения свободу от аритмии имели 63,9% пациентов только с изоляцией устьев ЛВ и 57,7% – с пошаговым методом ($p=0,468$) на фоне ААТ. Без ААТ эффективность составила 51,4 и 50% соответственно ($p=0,865$). Купирование ФП во время РЧА не влияло на отдаленный результат [36].

Еще одним методом, направленным на улучшение исходов РЧА, является FIRM (focal impulse and rotor modulation) ориентированная абляция. Этот метод основан на теории ФП, связанной с влиянием организованных ригентри контуров циркуляции возбуждения («ротаторы») или фокальных импульсов на поддержание ФП [37]. В исследовании CONFIRM, проведенном S.M. Nagaya, участвовали 92 пациента, которым выполнено 107 процедур РЧА. 72% имели длительно персистирующую форму ФП. Больные были рандомизированы в две группы в соотношении 2:1 – группу обычной абляции ФП (изоляция легочных вен + линия по крыше левого предсердия в случае длительно персистирующей ФП) ($n=71$) и группу FIRM-абляции в дополнение к «обычной» процедуре ($n=36$). Для локализации «ротаторов» и фокальных импульсов использовались 64-полюсные катетеры, расположенные в левом и по необходимости в правом предсердии. Электрограммы во время ФП оценивали с помощью системы RhythmView (Topera Medical, Lexington, Massachusetts), «ротаторы» определялись как последовательная активация миокарда вокруг центра вращения по часовой или против часовой стрелки, фокальные импульсы как центробежная активация из одного источника. FIRM-абляция перед «обычной» РЧА привела к купированию ФП за время 1 мин и менее в левом предсердии

и 5,5 мин – в правом. При длительном наблюдении (в среднем 273 дня) свободу от ФП получили 44,9% пациентов из первой группы и 82,4% – из группы FIRM-абляции [38].

Результаты других исследователей менее многообещающие. С. Gianni et al. привели данные 29 пациентов (20 с персистирующей и 9 с длительно персистирующей формой ФП), подвергшихся процедуре FIRM-абляции без изоляции ЛВ. «Роторы» были обнаружены у всех пациентов, в среднем $4 \pm 1,2$ на больного, 62% из них располагались в левом предсердии. В одном случае был обнаружен источник фокальных импульсов. Острый эффект при абляции этих ресурсов составил 41% (0 купирования ФП, 2 случая замедления ФП и 10 случаев организации ФП в предсердную тахикардию). Свобода от аритмии без ААТ при наблюдении в течение 5,7 мес составила 17% [39].

Е. Buch et al. представили данные ретроспективного исследования, включающего длительное наблюдение за 43 пациентами, подвергшимися процедуре FIRM-абляции. Пароксизмальную форму ФП имели 56% пациентов, и 67% ранее подвергались РЧА. У всех пациентов в ходе операции были идентифицированы «роторы» (в среднем $2,6 \pm 1,2$ на больного, 77% из них находились в левом предсердии). Острый эффект во время абляции в виде купирования или замедления ФП отмечался в 47% случаев. Изоляция ЛВ была выполнена у всех пациентов, за исключением тех, у кого эффект сохранялся после предшествующих процедур РЧА. Период наблюдения составил 18 ± 7 мес. Свобода от любой документированной предсердной аритмии без ААТ отмечена у 21% пациентов [40].

Восстановление проведения в изолированных легочных венах является практически универсальной находкой у пациентов, подвергшихся повторной РЧА ФП, хотя связь электрической реконнекции с возвратом аритмии остается не сов-

сем ясной [41]. Существует несколько методов, направленных на увеличение вероятности создания перманентной изоляции устьев ЛВ.

Наиболее простым является увеличение времени ожидания после острой изоляции УЛВ и повторная абляция возникающих «прорывов» проведения возбуждения. К. Nakamura et al. провели ретроспективный анализ данных 181 пациента, подвергшихся повторной процедуре РЧА. По анализу Каплана–Майера риск реконнекции возрастал у пациентов, время ожидания у которых было менее 35 мин (log-rank test, $p=0,018$) [42].

Другим методом является стимуляция с картирующего катетера вдоль созданной линии повреждения и реабляция мест с сохраненной возбудимостью. D. Steven et al. провели проспективное двухцентровое рандомизированное исследование, включающее 102 пациентов с пароксизмальной ФП, которым выполнялась первичная процедура РЧА. В первой группе ($n=50$) конечной точкой РЧА являлось создание двунаправленного блока проведения в ЛВ. Во второй группе ($n=52$) дополнительно проводилась биполярная стимуляция вдоль линии повреждения с выходными параметрами 10 мА и длительностью импульса 2 мс. В местах, где имелся ответ на стимуляцию, наносили дополнительные РЧА аппликации. При наблюдении в течение 12 мес свободу от любой предсердной аритмии длительностью более 30 с без ААТ имели 26 (52%) пациентов из первой группы и 43 (82,7%) – из второй ($p=0,001$) после одной процедуры [43].

Для выявления скрытого проведения или ранней электрической реконнекции после изоляции ЛВ некоторые исследователи используют введение аденозина. Вызванная им гиперполяризация мембран миоцитов способствует восстановлению проведения импульса в местах с неполным трансмуральным повреждением миокарда. Дополнительные абляции этих зон могут способствовать более высокой вероятнос-

ти создания перманентной изоляции ЛВ, однако данные литературы о влиянии аденозинового теста на долгосрочную эффективность РЧА противоречивы. Метаанализ, проведенный А.Ж. McLellan et al., включивший данные 1136 пациентов, показал, что рутинное использование аденозинового теста привело к сравнительному приросту свободы от ФП (ОШ 1,25; 95% ДИ 1,12–1,40; $p < 0,001$). Напротив, в группе пациентов с выявленным скрытым проведением отмечалась тенденция к уменьшению свободы от аритмии, несмотря на дополнительные целевые абляции (ОШ 0,91; 95% ДИ 0,81–1,03; $p = 0,15$) [44].

Использование абляционных катетеров с технологией контроля силы контакта с тканью также может способствовать созданию более стойкого повреждения миокарда. С другой стороны, дополнительные датчики и коммуникации делают электрод менее управляемым, что также влияет на отдаленные результаты. В мультицентровом рандомизированном исследовании изучалось влияние информации о силе контакта на эффект РЧА изоляции ЛВ. Пациенты ($n = 117$) подвергались процедуре первичной РЧА, причем в первой группе ($n = 59$) оператор получал информацию о силе контакта, а во второй ($n = 58$) – нет. Использовались одни и те же катетеры и системы картирования. Различий в свободе от аритмии между группами после 12 мес наблюдения не было (49% против 52, $p = 0,9$) [45], хотя отмечалось уменьшение частоты восстановления проведения во время процедуры в первой группе (22% против 32, $p = 0,03$).

Подводя итог, можно сделать следующие выводы:

1. ФП является наиболее часто встречающейся аритмией в клинической практике, однако эффективность ее лечения различными методами далека от желаемого.

2. У определенной когорты пациентов катетерная абляция ФП превосходит по эффективности ААТ.

3. Изоляция устьев ЛВ является единственным методом с доказанной эффективностью при интервенционном лечении ФП.

4. На данный момент не существует методики, обеспечивающей 100% перманентную изоляцию ЛВ после единственной процедуры.

5. В настоящее время роль дополнительных абляций в улучшении клинических исходов остается спорной и требует дальнейших исследований.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Go A.S., Hylek E.M., Phillips K.A., Chang Y., Henault L.E., Selby J.V. et al. Prevalence of diagnosed atrial fibrillation in adults: national implications for rhythm management and stroke prevention: the AnTicoagulation and Risk Factors in Atrial Fibrillation (ATRIA) study. *JAMA*. 2001; 285 (18): 2370–5.
2. Naccarelli G.V., Varker H., Lin J., Schulman K.L. Increasing prevalence of atrial fibrillation and flutter in the United States. *Am. J. Cardiol*. 2009; 104 (11): 1534–9.
3. Lloyd-Jones D.M., Wang T.J., Leip E.P., Larson M.G., Levy D., Vasan R.S. et al. Lifetime risk for development of atrial fibrillation: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2004; 110 (9): 1042–6.
4. Psaty B.M., Manolio T.A., Kuller L.H., Kronmal R.A., Cushman M., Fried L.P. et al. Incidence of and risk factors for atrial fibrillation in older adults. *Circulation*. 1997; 96 (7): 2455–61.
5. Nucifora G., Schuijf J.D., van Werkhoven J.M. et al. Relationship between obstructive coronary artery disease and abnormal stress testing in patients with paroxysmal or persistent atrial fibrillation. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*. 2011; 27: 777–81.
6. Thrall G., Lane D., Carroll D., Lip G.Y. Quality of life in patients with atrial fibrillation: a systematic review. *Am. J. Med*. 2006; 119 (5): 448.
7. Бокерия Л.А., Ревиншвили А.Ш., Голицын С.П., Егоров Д.Ф., Попов С.В., Сулимов В.А. (ред.). Клинические рекомендации Всероссийского научного общества специалистов по клинической электрофизиологии, аритмологии и кардиостимуляции по проведению клинических электрофизиологических исследований, катетерной абляции и имплантации антиаритмических устройств. 3-е изд., доп. и перераб. М.: МАКС Пресс; 2013: 371.

8. Kerr C.R., Humphries K.H., Talajic M., Klein G.J., Connolly S.J., Green M. et al. Progression to chronic atrial fibrillation after the initial diagnosis of paroxysmal atrial fibrillation: results from the Canadian Registry of Atrial Fibrillation. *Am. Heart J.* 2005; 149 (3): 489–96.
9. Steinberg J.S., Sadaniantz A., Kron J., Krahn A., Denny D.M., Daubert J. et al. Analysis of cause-specific mortality in the atrial fibrillation follow-up investigation of rhythm management (AFFIRM) study. *Circulation.* 2004; 109 (16): 1973–80.
10. Wazni O.M., Marrouche N.F., Martin D.O., Verma A., Bhargava M., Saliba W. et al. Radiofrequency ablation vs antiarrhythmic drugs as first-line treatment of symptomatic atrial fibrillation: a randomized trial. *JAMA.* 2005; 293 (21): 2634–40.
11. Stabile G., Bertaglia E., Senatore G., De Simone A., Zoppo F., Donnici G. et al. Catheter ablation treatment in patients with drug-refractory atrial fibrillation: a prospective, multi-centre, randomized, controlled study (catheter ablation for the cure of atrial fibrillation study). *Eur. Heart J.* 2006; 27 (2): 216–21.
12. Pappone C., Augello G., Sala S., Gugliotta F., Vicedomini G., Gulletta S. et al. A randomized trial of circumferential pulmonary vein ablation versus antiarrhythmic drug therapy in paroxysmal atrial fibrillation: the APAF study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2006; 48 (11): 2340–7.
13. Calkins H., Reynolds M.R., Spector P., Sondhi M., Xu Y., Martin A. et al. Treatment of atrial fibrillation with antiarrhythmic drugs or radiofrequency ablation: two systematic literature reviews and meta-analyses. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2009; 2 (4): 349–61.
14. Moreno J., Zamorano J.L. The CABANA trial. *Eur. Heart J.* 2014; 35: 1907–13.
15. Jones D.G., Halder S.K., Hussain W. et al. A randomized trial to assess catheter ablation versus rate control in the management of persistent atrial fibrillation in heart failure. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 61: 1894–903.
16. Mont L., Bisbal F., Hernandez-Madrid A., Perez-Castellano N., Vinolas X., Arenal A. et al. Catheter ablation vs. antiarrhythmic drug treatment of persistent atrial fibrillation: a multicentre, randomized, controlled trial (SARA study). *Eur. Heart J.* 2014; 35: 501–7.
17. Morillo C.A., Verma A., Connolly S.J., Kuck K.H., Nair G.M., Champagne J. et al. Radiofrequency ablation vs antiarrhythmic drugs as first-line treatment of paroxysmal atrial fibrillation (RAAFT-2): a randomized trial. *JAMA.* 2014; 311: 692–700.
18. Ganesan A.N., Shipp N.J., Brooks A.G., Kuklik P., Lau D.H., Lim H.S. et al. Long-term outcomes of catheter ablation of atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *J. Am. Heart Assoc.* 2013; 2: e004549.
19. Haissaguerre M., Jais P., Shah D.C., Takahashi A., Hocini M., Quiniou G. et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N. Engl. J. Med.* 1998; 339 (10): 659–66.
20. Haissaguerre M., Shah D.C., Jais P., Hocini M., Yamane T., Deisenhofer I. et al. Electrophysiological breakthroughs from the left atrium to the pulmonary veins. *Circulation.* 2000; 102 (20): 2463–5.
21. Pappone C., Rosanio S., Oreto G., Tocchi M., Gugliotta F., Vicedomini G. et al. Circumferential radiofrequency ablation of pulmonary vein ostia: a new anatomic approach for curing atrial fibrillation. *Circulation.* 2000; 102 (21): 2619–28.
22. Lemola K., Chartier D., Yeh Y.H., Dubuc M., Cartier R., Armour A. et al. Pulmonary vein region ablation in experimental vagal atrial fibrillation. Role of pulmonary veins versus autonomic ganglia. *Circulation.* 2008; 117 (4): 470–7.
23. Proietti R., Santangeli P., Di Biase L., Jozza J., Bernier M.L., Wang Y. et al. Comparative effectiveness of wide antral versus ostial pulmonary vein isolation: a systematic review and meta-analysis. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2014; 7 (1): 39–45.
24. Malik A.K., Ching Ch.-K. Catheter ablation for atrial fibrillation: a review of the literature. *PoSH.* 2015; 24: 16–23.
25. Verma A., Jiang C.Y., Betts T.R., Chen J., Deisenhofer I., Mantovan R. et al. STAR AF II Investigators. Approaches to catheter ablation for persistent atrial fibrillation. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372: 1812–22.
26. Zhang Z., Letsas K.P., Zhang N., Efremidis M., Xu G., Li G., Liu T. Linear ablation following pulmonary vein isolation in patients with atrial fibrillation: a meta-analysis. *Pace.* 2016; 39: 623–30.
27. Rostock T., O’Neill M.D., Sanders P. et al. Characterization of conduction recovery across left atrial linear lesions in patients with paroxysmal and persistent atrial fibrillation. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2006; 17: 1106–11.
28. Nademanee K., McKenzie J., Kosar E., Schwab M., Sunsaneewitayakul B., Vasavakul T. et al. A new approach for catheter ablation of atrial fibrillation: mapping of the electrophysiologic substrate. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004; 43 (11): 2044–53.
29. Providencia R., Lambiase P.D., Srinivasan N., Ganesh Babu G., Bronis K., Ahsan S. et al. Is There Still a Role for Complex Fractionated Atrial Electrogram Ablation in Addition to Pulmonary Vein Isolation in Patients With Paroxysmal and Persistent Atrial Fibrillation? *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2015; 8: 1017–29.
30. Pappone C., Santinelli V., Manguso F., Vicedomini G., Gugliotta F., Augello G. et al. Pulmonary vein denervation enhances long-term benefit after circumferential ablation for paroxysmal atrial fibrillation. *Circulation.* 2004; 109 (3): 327–34.
31. Покушалов Е.А., Туров А.П., Шугаев П.Л. и др. Новый подход в лечении фибрилляции предсердий: катетерная абляция ганглионарных сплетений в левом предсердии. *Вестник аритмологии.* 2006; 45: 17–27.

32. Шабанов В.В., Романов А.Б., Туров А.Н., Елесин Д.А., Стенин И.Г., Якубов А.А. и др. Пятилетний опыт использования радиочастотной абляции ганглионарных сплетений левого предсердия у пациентов с пароксизмальной формой фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии*. 2010; 61: 5–10.

33. Стенин И.Г., Романов А.Б., Шабанов В.В., Елесин Д.А., Якубов А.А., Лосик Д.В. и др. Радиочастотная абляция ганглионарных сплетений левого предсердия у пациентов с хронической формой фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии*. 2011; 65: 19–24.

34. Driessen A.H.G., Berger W.R., Krul S.P.J., van den Berg N.W.E., Neefs J., Piersma F.R. et al. Ganglion Plexus Ablation in Advanced Atrial Fibrillation The AFACT Study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2016; 68 (11): 1155–65.

35. Faustino M., Pizzi C., Agricola T., Xhyheri B., Maria C.G., Flacco M.E. et al. Stepwise ablation approach versus pulmonary vein isolation in patients with paroxysmal atrial fibrillation: Randomized controlled trial. *Heart Rhythm*. 2015; 12 (9): 1907–15.

36. Vogler J., Willems S., Sultan A., Schreiber D., Lüker J., Servatius H. et al. Pulmonary vein isolation versus defragmentation the CHASE-AF clinical trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2015; 66 (24): 2743–52.

37. Vaquero M., Calvo D., Jalife J. Cardiac fibrillation: from ion channels to rotors in the human heart. *Heart Rhythm*. 2008; 5: 872–9.

38. Narayan S.M., Krummen D.E., Shivkumar K., Clopton P., Rappel W.-J., Miller J.M. Treatment of atrial fibrillation by the ablation of localized sources CONFIRM (Conventional Ablation for Atrial Fibrillation With or Without Focal Impulse and Rotor Modulation) trial. *JACC*. 2012; 60 (7): 628–36.

39. Gianni C., Mohanty S., DiBiase L. et al. Acute and early outcomes of focal impulse and rotor modulation (FIRM)-guided rotors-only ablation in patients with nonparoxysmal atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. 2016; 13: 830–5.

40. Buch E., Share M., Tung R., Benharash P., Sharma P., Shivkumar K. et al. Long-term clinical outcomes of focal impulse and rotor modulation for treatment of atrial fibrillation: A multicenter experience. *Heart Rhythm*. 2016; 13: 636–41.

41. Andrew E. Darby recurrent atrial fibrillation after catheter ablation: considerations for repeat ablation and strategies to optimize success. *JAFIB*. 2016; 9 (1): 46–53.

42. Nakamura K., Naito S., Kaseno K. et al. Optimal observation time after completion of circumferential pulmonary vein isolation for atrial fibrillation to prevent chronic pulmonary vein reconnections. *Int. J. Cardiol.* 2013; 168: 5300–10.

43. Steven D., Sultan A., Reddy V., Luker J., Altenburg M., Hoffmann B. et al. Benefit of pulmonary vein isolation guided by loss of pace capture on the ablation line: results from a prospective

2-center randomized trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 62: 44–50.

44. McLellan A.J.A., Kumar S., Smith C., Morton J.B., Kalman J.M., Kistler P.M. The role of adenosine following pulmonary vein isolation in patients undergoing catheter ablation for atrial fibrillation: a systematic review. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2013; 24 (7): 742–51.

45. Ullah W., McLean A., Tayebjee M.H. et al. Randomized trial comparing pulmonary vein isolation using the SmartTouch catheter with or without real-time contact force data. *Heart Rhythm*. 2016; 13 (9): 1761–7.

References

1. Go A.S., Hylek E.M., Phillips K.A., Chang Y., Henault L.E., Selby J.V. et al. Prevalence of diagnosed atrial fibrillation in adults: national implications for rhythm management and stroke prevention: the AnTicoagulation and Risk Factors in Atrial Fibrillation (ATRIA) study. *JAMA*. 2001; 285 (18): 2370–5.

2. Naccarelli G.V., Varker H., Lin J., Schulman K.L. Increasing prevalence of atrial fibrillation and flutter in the United States. *Am. J. Cardiol.* 2009; 104 (11): 1534–9.

3. Lloyd-Jones D.M., Wang T.J., Leip E.P., Larson M.G., Levy D., Vasan R.S. et al. Lifetime risk for development of atrial fibrillation: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2004; 110 (9): 1042–6.

4. Psaty B.M., Manolio T.A., Kuller L.H., Kronmal R.A., Cushman M., Fried L.P. et al. Incidence of and risk factors for atrial fibrillation in older adults. *Circulation*. 1997; 96 (7): 2455–61.

5. Nucifora G., Schuijf J.D., van Werkhoven J.M. et al. Relationship between obstructive coronary artery disease and abnormal stress testing in patients with paroxysmal or persistent atrial fibrillation. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*. 2011; 27: 777–81.

6. Thrall G., Lane D., Carroll D., Lip G.Y. Quality of life in patients with atrial fibrillation: a systematic review. *Am. J. Med.* 2006; 119 (5): 448.

7. Bockeria L.A., Revishvili A.Sh., Golitsyn S.P., Egorov D.F., Popov S.V., Sulimov V.A. All-Russian Scientific Society of Clinical Electrophysiology, Arrhythmology and Pacemakers Clinical recommendations for conducting electrophysiological studies, catheter ablation and the use of implantable antiarrhythmic devices. 3th ed. Moscow: MAKS Press; 2013: 371 (in Russ.).

8. Kerr C.R., Humphries K.H., Talajic M., Klein G.J., Connolly S.J., Green M. et al. Progression to chronic atrial fibrillation after the initial diagnosis of paroxysmal atrial fibrillation: results from the Canadian Registry of Atrial Fibrillation. *Am. Heart J.* 2005; 149 (3): 489–96.

9. Steinberg J.S., Sadaniantz A., Kron J., Krahn A., Denny D.M., Daubert J. et al. Analysis of cause-specific mortality in the atrial fibrillation follow-up

- investigation of rhythm management (AFFIRM) study. *Circulation*. 2004; 109 (16): 1973–80.
10. Wazni O.M., Marrouche N.F., Martin D.O., Verma A., Bhargava M., Saliba W. et al. Radiofrequency ablation vs antiarrhythmic drugs as first-line treatment of symptomatic atrial fibrillation: a randomized trial. *JAMA*. 2005; 293 (21): 2634–40.
 11. Stabile G., Bertaglia E., Senatore G., De Simone A., Zoppo F., Donnici G. et al. Catheter ablation treatment in patients with drug-refractory atrial fibrillation: a prospective, multi-centre, randomized, controlled study (catheter ablation for the cure of atrial fibrillation study). *Eur. Heart J*. 2006; 27 (2): 216–21.
 12. Pappone C., Augello G., Sala S., Gugliotta F., Vicedomini G., Gulletta S. et al. A randomized trial of circumferential pulmonary vein ablation versus antiarrhythmic drug therapy in paroxysmal atrial fibrillation: the APAF study. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2006; 48 (11): 2340–7.
 13. Calkins H., Reynolds M.R., Spector P., Sondhi M., Xu Y., Martin A. et al. Treatment of atrial fibrillation with antiarrhythmic drugs or radiofrequency ablation: two systematic literature reviews and meta-analyses. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol*. 2009; 2 (4): 349–61.
 14. Moreno J., Zamorano J.L. The CABANA trial. *Eur. Heart J*. 2014; 35: 1907–13.
 15. Jones D.G., Haldar S.K., Hussain W. et al. A randomized trial to assess catheter ablation versus rate control in the management of persistent atrial fibrillation in heart failure. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2013; 61: 1894–903.
 16. Mont L., Bisbal F., Hernandez-Madrid A., Perez-Castellano N., Vinolas X., Arenal A. et al. Catheter ablation vs. antiarrhythmic drug treatment of persistent atrial fibrillation: a multicentre, randomized, controlled trial (SARA study). *Eur. Heart J*. 2014; 35: 501–7.
 17. Morillo C.A., Verma A., Connolly S.J., Kuck K.H., Nair G.M., Champagne J. et al. Radiofrequency ablation vs antiarrhythmic drugs as first-line treatment of paroxysmal atrial fibrillation (RAAFT-2): a randomized trial. *JAMA*. 2014; 311: 692–700.
 18. Ganesan A.N., Shipp N.J., Brooks A.G., Kuklik P., Lau D.H., Lim H.S. et al. Long-term outcomes of catheter ablation of atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *J. Am. Heart Assoc*. 2013; 2: e004549.
 19. Haissaguerre M., Jais P., Shah D.C., Takahashi A., Hocini M., Quiniou G. et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N. Engl. J. Med*. 1998; 339 (10): 659–66.
 20. Haissaguerre M., Shah D.C., Jais P., Hocini M., Yamane T., Deisenhofer I. et al. Electrophysiological breakthroughs from the left atrium to the pulmonary veins. *Circulation*. 2000; 102 (20): 2463–5.
 21. Pappone C., Rosanio S., Oreto G., Tocchi M., Gugliotta F., Vicedomini G. et al. Circumferential radiofrequency ablation of pulmonary vein ostia: a new anatomic approach for curing atrial fibrillation. *Circulation*. 2000; 102 (21): 2619–28.
 22. Lemola K., Chartier D., Yeh Y.H., Dubuc M., Cartier R., Armour A. et al. Pulmonary vein region ablation in experimental vagal atrial fibrillation. Role of pulmonary veins versus autonomic ganglia. *Circulation*. 2008; 117 (4): 470–7.
 23. Proietti R., Santangeli P., Di Biase L., Joza J., Bernier M.L., Wang Y. et al. Comparative effectiveness of wide antral versus ostial pulmonary vein isolation: a systematic review and meta-analysis. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol*. 2014; 7 (1): 39–45.
 24. Malik A.K., Ching Ch.-K. Catheter ablation for atrial fibrillation: a review of the literature. *PoSH*. 2015; 24: 16–23.
 25. Verma A., Jiang C.Y., Betts T.R., Chen J., Deisenhofer I., Mantovan R. et al. STAR AF II Investigators. Approaches to catheter ablation for persistent atrial fibrillation. *N. Engl. J. Med*. 2015; 372: 1812–22.
 26. Zhang Z., Letsas K.P., Zhang N., Efremidis M., Xu G., Li G., Liu T. Linear ablation following pulmonary vein isolation in patients with atrial fibrillation: a meta-analysis. *Pace*. 2016; 39: 623–30.
 27. Rostock T., O'Neill M.D., Sanders P. et al. Characterization of conduction recovery across left atrial linear lesions in patients with paroxysmal and persistent atrial fibrillation. *J. Cardiovasc. Electrophysiol*. 2006; 17: 1106–11.
 28. Nademanee K., McKenzie J., Kosar E., Schwab M., Sunsaneewitayakul B., Vasavakul T. et al. A new approach for catheter ablation of atrial fibrillation: mapping of the electrophysiologic substrate. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2004; 43 (11): 2044–53.
 29. Providencia R., Lambiase P.D., Srinivasan N., Ganesh Babu G., Bronis K., Ahsan S. et al. Is There Still a Role for Complex Fractionated Atrial Electrogram Ablation in Addition to Pulmonary Vein Isolation in Patients With Paroxysmal and Persistent Atrial Fibrillation? *Circ. Arrhythm. Electrophysiol*. 2015; 8: 1017–29.
 30. Pappone C., Santinelli V., Manguso F., Vicedomini G., Gugliotta F., Augello G. et al. Pulmonary vein denervation enhances long-term benefit after circumferential ablation for paroxysmal atrial fibrillation. *Circulation*. 2004; 109 (3): 327–34.
 31. Pokushalov E.A., Turov A.P., Shugaev P.L. et al. A new approach in the treatment of atrial fibrillation: a catheter ablation of the ganglionic plexuses in the left atrium. *Vestnik Aritmologii (Journal of Arrhythmology)*. 2006; 45: 17–27 (in Russ.).
 32. Shabanov V.V., Romanov A.B., Turov A.N., Elesin D.A., Stenin I.G., Yakubov A.A. et al. Five-year experience of using radiofrequency ablation of the left atrium ganglionic plexus in patients with paroxysmal atrial fibrillation *Vestnik Aritmologii (Journal of Arrhythmology)*. 2010; 61: 5–10 (in Russ.).
 33. Stenin I.G., Romanov A.B., Shabanov V.V., Elesin D.A., Yakubov A.A., Losik D.V. Radio-

- frequency ablation of the left atrial ganglionic plexus in patients with chronic atrial fibrillation. *Vestnik Aritmologii (Journal of Arrhythmology)*. 2011; 65: 19–24 (in Russ.).
34. Driessen A.H.G., Berger W.R., Krul S.P.J., van den Berg. N.W.E., Neefs J., Piersma F.R. et al. Ganglion Plexus Ablation in Advanced Atrial Fibrillation The AFACT Study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2016; 68 (11): 1155–65.
35. Faustino M., Pizzi C., Agricola T., Xhyheri B., Maria C.G., Flacco M.E. et al. Stepwise ablation approach versus pulmonary vein isolation in patients with paroxysmal atrial fibrillation: Randomized controlled trial. *Heart Rhythm*. 2015; 12 (9): 1907–15.
36. Vogler J., Willems S., Sultan A., Schreiber D., Lüker J., Servatius H. et al. Pulmonary vein isolation versus defragmentation the CHASE-AF clinical trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2015; 66 (24): 2743–52.
37. Vaquero M., Calvo D., Jalife J. Cardiac fibrillation: from ion channels to rotors in the human heart. *Heart Rhythm*. 2008; 5: 872–9.
38. Narayan S.M., Krummen D.E., Shivkumar K., Clopton P., Rappel W.-J., Miller J.M. Treatment of atrial fibrillation by the ablation of localized sources CONFIRM (Conventional Ablation for Atrial Fibrillation With or Without Focal Impulse and Rotor Modulation) trial. *JACC*. 2012; 60 (7): 628–36.
39. Gianni C., Mohanty S., DiBiase L. et al. Acute and early outcomes of focal impulse and rotor modulation (FIRM)-guided rotors-only ablation in patients with nonparoxysmal atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. 2016; 13: 830–5.
40. Buch E., Share M., Tung R., Benharash P., Sharma P., Shivkumar K. et al. Long-term clinical outcomes of focal impulse and rotor modulation for treatment of atrial fibrillation: A multicenter experience. *Heart Rhythm*. 2016; 13: 636–41.
41. Andrew E. Darby recurrent atrial fibrillation after catheter ablation: considerations for repeat ablation and strategies to optimize success. *JAFIB*. 2016; 9 (1): 46–53.
42. Nakamura K., Naito S., Kaseno K. et al. Optimal observation time after completion of circumferential pulmonary vein isolation for atrial fibrillation to prevent chronic pulmonary vein reconnections. *Int. J. Cardiol.* 2013; 168: 5300–10.
43. Steven D., Sultan A., Reddy V., Luker J., Altenburg M., Hoffmann B. et al. Benefit of pulmonary vein isolation guided by loss of pace capture on the ablation line: results from a prospective 2-center randomized trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 62: 44–50.
44. McLellan A.J.A., Kumar S., Smith C., Morton J.B., Kalman J.M., Kistler P.M. The role of adenosine following pulmonary vein isolation in patients undergoing catheter ablation for atrial fibrillation: a systematic review. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2013; 24 (7): 742–51.
45. Ullah W., McLean A., Tayebjee M.H. et al. Randomized trial comparing pulmonary vein isolation using the SmartTouch catheter with or without real-time contact force data. *Heart Rhythm*. 2016; 13 (9): 1761–7.

Поступила 14.07.2017
Принята к печати 11.08.2017