

Рубрика: клиническая электрофизиология

© Л.А. БОКЕРИЯ, Р.З. ШАЛОВ, 2019

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2019

УДК 616.125-008.313.2-089.819.1

DOI: 10.15275/annaritmol.2019.2.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОПОЛЮСНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОДОВ ПРИ КАТЕТЕРНОМ ЛЕЧЕНИИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

*Тип статьи: обзорная статья**Л.А. Бокерия, Р.З. Шалов*

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» (директор – академик РАН и РАМН Л.А. Бокерия) Минздрава России, Рублевское ш., 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Бокерия Лео Антонович, доктор мед. наук, профессор, академик РАН и РАМН, директор Центра; Шалов Руслан Замирович, мл. науч. сотр., E-mail: shal.ruslan@mail.ru

В норме проводимость электрического импульса в сердце от синусового узла к предсердиям, а далее через атриовентрикулярный узел к желудочкам обеспечивает сокращение сердечной мышцы в синхронизированном и организованном порядке. Аномальные электрические импульсы в сердце приводят к асинхронному сокращению мышц и неорганизованной работе, снижая при этом эффективность насосной функции сердца. К наиболее признанным методам лечения аритмий относится радиочастотная абляция аритмогенных очагов.

Одним из актуальных вопросов безопасности катетерной абляции при нарушениях ритма сердца является риск развития тех или иных осложнений. Развитие осложнений может зависеть от нескольких факторов, таких как технология формирования изображения, опыт хирурга. Минимизация времени проведения абляции и обеспечение точности воздействия на ткань может снизить риск этих осложнений. Поэтому важны точная идентификация и отображение аритмических очагов. После идентификации этих очагов может быть выполнена более точная абляция для освобождения пациента от аритмии.

Более признанным вариантом является технология электроанатомического отображения, которая позволяет построить трехмерную геометрию камер сердца, а также карту распространения аритмии в режиме реального времени. При этом в сочетании с системами электроанатомического отображения может быть использовано большое разнообразие типов катетеров.

Навигационная система при помощи многополюсных катетеров показывает, где расположен абляционный катетер, и дает возможность достичь целевого участка абляционным катетером, а также облегчает саму процедуру абляции.

Многополюсные электроды дают возможность регистрировать сигналы высокого разрешения с больших анатомических поверхностей одним движением. Они также могут адаптироваться к анатомической форме и размеру тех или иных участков сердца, тем самым обеспечивая точную локализацию анатомических структур и аритмогенного очага.

Для электроанатомического картирования в настоящее время используют круглые или спиральные многополюсные катетеры, многополюсные катетеры в виде «корзины» и «звезды» и др.

Многополюсные катетеры нового поколения безопасны. При их использовании отмечается высокая эффективность процедуры абляции (до 100%).

Рекомендуется использовать катетеры нового поколения с учетом их способности идентифицировать аритмогенный очаг за более короткий временной промежуток, возможности обнаружения и устранения прорывов электрического импульса после абляции, а также уменьшения времени проведения рентгеноскопии, что очень важно не только для хирурга, но и для пациента.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий; изоляция легочных вен; многополюсные электроды; радиочастотная абляция; трехмерная навигация.

THE USE OF A MULTIPOLAR DIAGNOSTIC ELECTRODES IN CATHETER TREATMENT OF ATRIAL FIBRILLATION

L.A. Bockeria, R.Z. Shalov

Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery of Ministry of Health of the Russian Federation, Rublevskoe shosse, 135, Moscow, 121552, Russian Federation

Leo A. Bockeria, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of RAS, Director of the Center;
Ruslan Z. Shalov, Junior Researcher, E-mail: shal.ruslan@mail.ru

The normal conductance of an electrical impulse in the heart from the sinus node to the atria, and then through the atrioventricular node to the ventricles ensures that the contraction of the heart muscle occurs in a synchronized and organized manner. Abnormal electrical impulses in the heart result in asynchronous muscle contraction and unorganized work, reducing the efficiency of the pumping function of the heart. One of the most recognized methods of treatment for arrhythmias today is radiofrequency ablation of arrhythmogenic foci.

One of the most frequently troubling questions of catheter ablation safety in case of cardiac arrhythmias is the risk of developing certain complications. The development of complications may depend on several factors, such as imaging technology, the experience of the surgeon. Minimizing the amount of ablation time and ensuring accurate tissue exposure can reduce these complications. Therefore, accurate identification and mapping of arrhythmic foci is important. After identifying these lesions, a more accurate ablation can be performed to free the patient from arrhythmia.

A more recognized option is the electroanatomical mapping technology, which allows you to build a three-dimensional geometry of the heart chambers, as well as a real-time arrhythmia distribution map. In addition, a wide variety of catheter types can be used in combination with electroanatomical imaging systems.

The navigation system, using multi-pole catheters, shows where the ablation catheter is located, and makes it possible to accurately reach the target site with an ablation catheter and facilitates the ablation procedure itself. Multi-pole electrodes make it possible to register high-resolution signals from large anatomical surfaces in one motion. They can also adapt to the anatomical shape and size of certain areas of the heart, thereby ensuring accurate localization of the anatomical structures and the arrhythmogenic focus.

For electroanatomical mapping today use round or spiral multi-pole catheters, multi-pole catheters in the form of a "basket", multi-pole catheters in the form of a "star", etc.

Multi-pole new generation catheters are safe and effective. When using them, a high efficiency of the ablation procedure is noted (up to 100%).

It is recommended to use new generation catheters because of their ability to identify an arrhythmogenic focus with a decrease in arrhythmia search time, detection and elimination of breaks after ablation, as well as a reduction in fluoroscopy time, which is very important not only for the surgeon, but also for the patient.

Keywords: atrial fibrillation; isolation of pulmonary veins; multi-pole electrodes; radiofrequency ablation; three-dimensional navigation.

Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) – самое распространенное нарушение ритма сердца. В общей популяции частота ее встречаемости достигает 1–2% [1]. В европейских странах, по различным данным, фибрилляцией предсердий страдают около 6 млн человек, причем чем старше население, тем выше ее распространенность (в возрасте 40–50 лет она составляет менее 0,5%, а в возрасте 80 лет – 5–15%) [2].

В норме проводимость электрического импульса в сердце синхронизирована и распространяется от синусного узла в правое предсердие (ПП), далее в левое предсердие (ЛП) и вниз в желудочки. Это обеспечивает сокращение сердечной мышцы в организованном и синхронизированном порядке.

Аномальные электрические импульсы в сердце приводят к неорганизованной работе

и асинхронному сокращению мышц, снижая при этом эффективность насосной функции сердца [3]. Общие места (фокусы) аномальных электрических импульсов включают ткани ЛП, легочные вены (ЛВ) и переход с легочных вен на ЛП (ЛВ-ЛП или антральная зона) [4].

Лечение ФП путем применения абляции направлено не только на разрушение ткани, генерирующей аномальные электрические импульсы, но также на изоляцию этой ткани таким образом, чтобы любой дополнительный аномальный электрический импульс не смог распространиться за пределы изолированного участка. Если очаги аномальных электрических импульсов локализируются в ЛВ и их устраняют тем или иным способом, то эту процедуру называют миниинвазивной изоляцией (или абляцией) ЛВ (ИЛВ) [4]. Обширная или глубокая абляция может привести к развитию предсердно-пищеводного свища или сердечной перфо-

рации [5]. Также к возможным осложнениям относятся тампонада (накопление жидкости в перикарде), развитие инсульта и инфекции [3].

Одним из наиболее частых осложнений катетерной абляции являются стенозы ЛВ, распространенность которых может достигать 40% [6]. Развитие стеноза может зависеть от нескольких факторов: метода выполнения абляции ЛВ, а также опыта хирурга [7].

Минимизация времени проведения абляции и обеспечение точности воздействия на ткань могут снизить риск этих осложнений. Поэтому важны точная идентификация и отображение электрических путей проводимости между ЛП и ЛВ. После идентификации этих путей может быть выполнена более точная абляция для достижения полной изоляции ЛВ.

Более признанным вариантом является технология электроанатомического отображения. Электроанатомическая картографическая система использует изменение импеданса между внешним электрическим полем и электродами и позволяет построить 3D-геометрию, а также карту распространения электрического импульса в режиме реального времени [8]. Примерами являются системы навигации и визуализации EnSite NAVX (St. Jude Medical Inc., США), электроанатомическая система навигации CARTO RMT (Biosense Webster Inc., США), Rhythmia (Boston Scientific, США) и др.

Большое разнообразие типов катетеров может быть использовано в сочетании с системами электроанатомического отображения. В настоящее время доступны на международном рынке и используются следующие основные катетеры:

1. Сетчатые катетеры (Bard® HD Mesh Ablation Catheter (CR Bard Inc., США) (рис. 1). Этот катетер предназначен для одновременной доставки импульсной радиочастотной энергии через 36 электродов. Он может быть выдвинут ступенчато в отверстие ЛВ, что позволяет лучше идентифицировать зону перехода между ЛП и ЛВ. Однако сетчатый катетер нельзя использовать для выявления геометрии ЛП [9].

2. Круглые катетеры (Lasso 2515 Variable Circular Mapping Catheter (Biosense Webster Inc., США) (рис. 2). Эти катетеры могут записывать потенциалы по окружности ЛВ в пределах ЛВ. Катетер продвигают в каждую ЛВ, открывают, а затем втягивают в ЛП [9]. Круглые катетеры имеют достаточно маленький диаметр и не могут обеспечить адекватный контакт с тканью и,

таким образом, не обеспечивают круговую запись потенциалов ЛВ.

3. Многополюсные катетеры в виде «корзины» (МКК) (Constellation® Full Contact Mapping Catheter (Boston Scientific, США), INTELLAMAP ORION™ Mapping Catheter (Boston Scientific, США) (рис. 3). Это новый тип катетеров для использования с электроанатомической системой отображения. Они обеспечивают 3D-реконструкцию активации ЛВ от устья внутрь до достаточной глубины [6]. МКК позволяет определить местоположение устьев ЛВ и очаг активности в ЛВ в течение одного импульса [10, 11].

Многополюсный катетер в виде «корзины» может адаптироваться к размеру и анатомической форме большинства вен, тем самым обеспечивая точную локализацию устьев ЛВ [6]. МКК может определить переходную зону на стыке ЛВ-ЛП и особенно эффективен для 3D-отображения коллектора левых ЛВ, когда он присутствует. Из-за большого размера общих стволов круглые или спиральные катетеры либо не могут записать потенциалы ЛВ по всей окружности одновременно, либо не обеспечивают адекватного контакта с тканью [9]. В отличие от круглых и спиральных катетеров, МКК обеспечивает устойчивое положение на уровне устьев ЛВ [5].

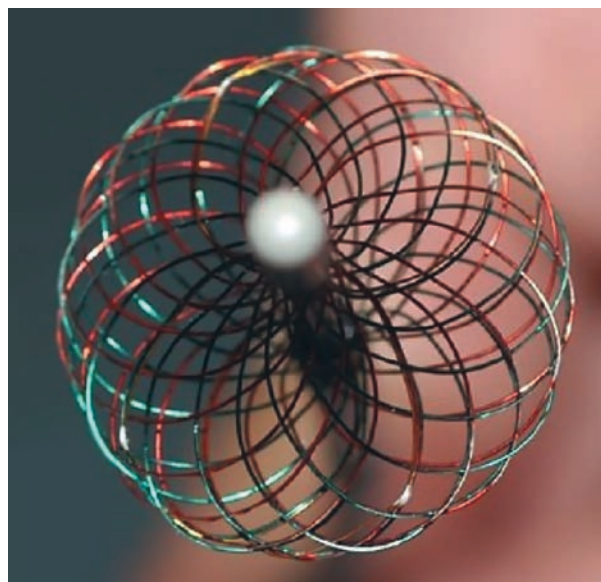


Рис. 1. Сетчатый катетер Bard HD Mesh Ablation Catheter (CR Bard Inc., США). Катетер имеет 36 электродов, расположенных в четырех различных квадрантах вдоль структуры проволочной сетки в форме шара. Радиочастотная энергия может быть передана на все электроды, а значит, она может функционировать как баллонный катетер или передаваться в один квадрант электродов



Рис. 2. Круглый катетер Lasso 2515 Variable Circular Mapping Catheter (Biosense Webster Inc., США) имеет от 10 до 20 электродов, расположенных по кругу. Переменный диаметр от 15 до 25 мм регулируется специальной ручкой. Это позволяет использовать катетер при изоляции легочных вен диаметром от 15 до 25 мм

Тем не менее МКК не подходит для коротких вен, поскольку он не будет находиться в устойчивом положении из-за его большего диаметра. В таком случае используют катетеры меньшего диаметра, такие как Lasso 2515 Variable Circular Mapping Catheter (Biosense Webster Inc., США).

4. Многополюсные катетеры в виде «звезды» (PentaRay® NAV Catheter (Biosense Webster Inc., США), OctaRay® Catheter (Biosense Webster Inc., США) (рис. 4), которые пока еще не зарегистрированы в РФ. Эти устройства дают возможность регистрировать сигналы высокого разрешения с больших анатомических поверхностей одним движением. При этом благодаря мягким атравматичным «лучам» все движения достаточно безопасны. Они также дают возможность регистрировать фракционированные потенциалы при ФП.

HD Mesh Ablation Catheter

Т. Lewalter et al. (2014 г.) использовали данный катетер у 45 пациентов (80% – с пароксизмальной ФП, 20% – с персистирующей ФП) в многоцентровом исследовании с целью оценки его эффективности при выполнении ИЛВ. Средний возраст пациентов составил $56,6 \pm 12,9$ года. Из 45 выполненных процедур 9 (20%) были повторными абляциями при рецидивирующей ФП. Все процедуры, выполненные в этой серии, включали картирование ЛП и абляцию с помощью 36-полюсного комбинированного картирования высокой плотности и импульсного РЧ-абляционного катетера HD Mesh. В результате доступ был выполнен в 173 (99%) из 174 целевых

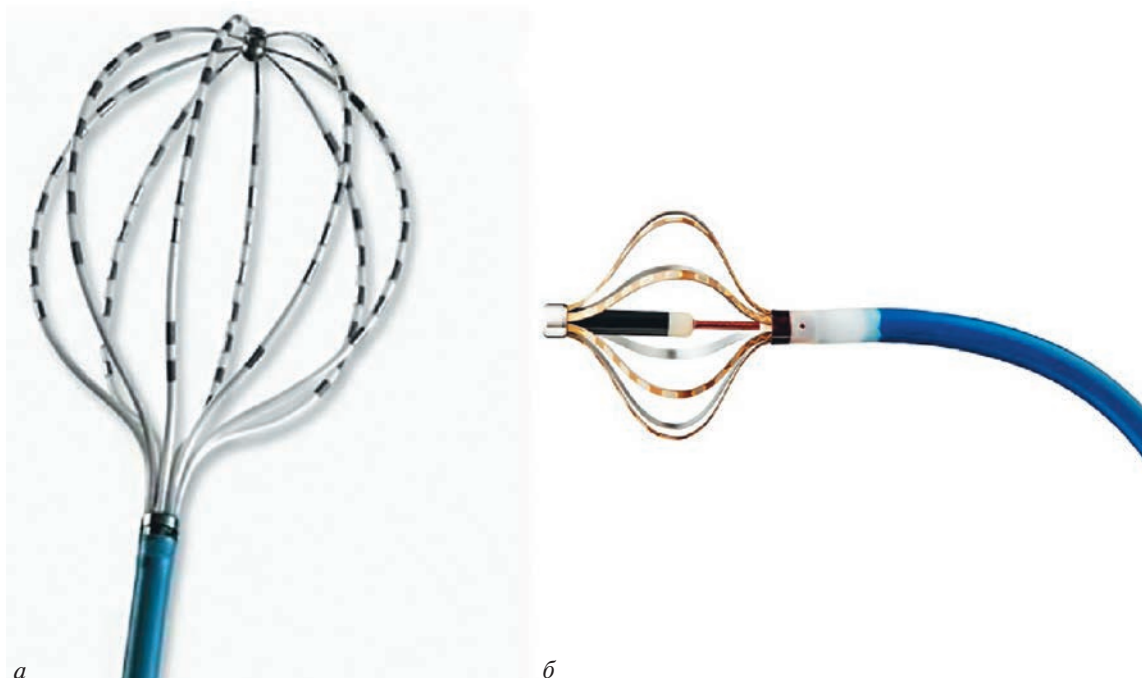


Рис. 3. Многополюсные катетеры в виде «корзины»:

a – катетер Constellation (Boston Scientific, США) диаметром 8 Fr имеет 8 «струн», на каждой из которых имеются 8 униполярных электродов (всего 64 электрода). Катетеры в развернутом состоянии – размером от 31 до 75 мм в диаметре. Длина катетера составляет от 90 до 130 см; *б* – катетер INTELLAMAP ORION (Boston Scientific, США) диаметром 8,5 Fr имеет 8 «струн», на каждой из которых имеются 8 униполярных электродов (всего 64 электрода). Катетер в развернутом состоянии составляет 22 мм в диаметре. Длина катетера – от 115 см

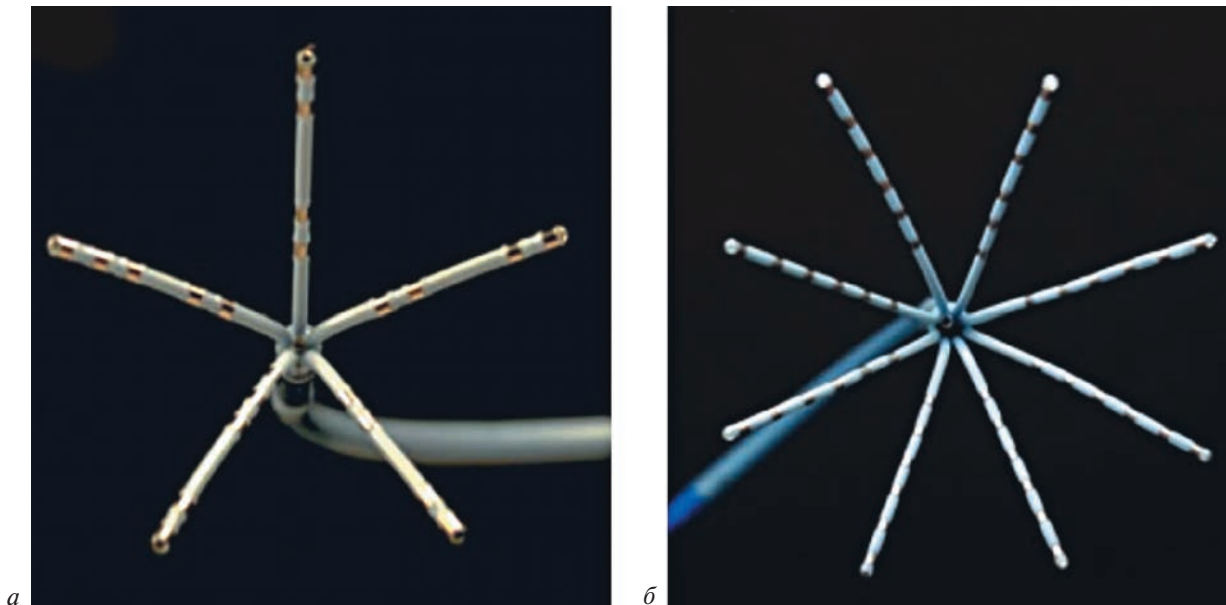


Рис. 4. Многополюсные катетеры в виде «звезды»:

a – катетер PentaRay (Biosense Webster Inc., США) имеет 5 «лучей», каждый из которых включает в себя 4 электрода площадью 2 мм² с чередующимся межэлектродным расстоянием 25 и 65 мм; *б* – катетер OctaRay (Biosense Webster Inc., США) имеет 8 «лучей», каждый из которых оснащен 6 электродами площадью 0,9 мм², а расстояние между электродами – 2,5 мм. «Лучи» катетера OctaRay распределяются равномерно

ЛВ. Средняя общая продолжительность процедуры составила 178,8 мин, время флюороскопии – 32,8 мин и время абляции – 39,0 мин. О каких-либо осложнениях не сообщалось [12].

A. Schirdewan et al. (2017 г.) включили в проспективное рандомизированное исследование пациентов с симптоматической пароксизмальной ФП, больным выполнялась сетчатая абляция и криобаллонная абляция ЛВ. При этом сравнивали эффективность и безопасность HD Mesh® (CR Bard, США) и катетера Arctic Front® (Medtronic, США). Состояние ритма сердца после ИЛВ тщательно отслеживалось в течение 1 года с использованием имплантируемого петлевого регистратора Reveal XT® (Medtronic, США). После 90-дневного периода наблюдения у 23 (62,2%) из 37 обследуемых пациентов (возраст в среднем 63,0 года; 41% – женщины) был как минимум один эпизод ФП. Наблюдалась тенденция к рецидивам ФП у пациентов, которым не была выполнена ИЛВ всех ЛВ ($p=0,095$). В итоге 337 (59,5%) из 566 обнаруженных эпизодов аритмий представляли собой ФП. При этом сетчатый катетер был менее эффективен [13].

Lasso 2515 Variable Circular Mapping Catheter

R. Weerasooriya et al. (2011 г.) описали историю болезни 100 пациентов (86 мужчин, 14 женщин) в возрасте $55,7 \pm 9,6$ года, которым выпол-

нялась ИЛВ с использованием Lasso 2515. Отсутствие аритмии после 1 процедуры катетерной абляции имело место в 40, 37 и 29% случаев через 1, 2 и 5 лет соответственно, с большинством рецидивов в течение первых 6 мес. У пациентов с длительно персистирующей ФП частота рецидивов была выше, чем у пациентов с пароксизмальной или персистирующей формой (доверительный интервал от 1,0 до 3,5; $p=0,0462$). Всего было выполнено 175 процедур радиочастотной абляции (РЧА). Аритмия отсутствовала после последней процедуры катетерной абляции в 87, 81 и 63% случаев через 1, 2 и 5 лет соответственно [14].

K. Kettering и F. Gramley (2013 г.) обследовали 30 пациентов (22 пациента с пароксизмальной и 8 пациентов с персистирующей формой ФП), которые были повторно оперированы после первоначальной ИЛВ методом криоабляции. Процедуры повторной абляции выполняли с использованием системы навигации CARTO (Biosense Webster, США) и электрода Lasso 2515. При этом восстановление проведения электрического импульса было обнаружено в среднем в 2,9 ЛВ из всех ЛВ, где была выполнена ИЛВ во время первой операции. Все ЛВ были успешно изолированы. После выписки пациентам выполнялось холтеровское мониторирование через 3, 12 и 24 мес после РЧА. Через 2 года 73,3% пациентов были свободны от рецидива аритмии

(22 из 30). Серьезных осложнений не отмечено [15].

М. Kühne с коллегами (2016 г.) обследовали 30 пациентов (возраст 61 ± 12 лет, 73% мужчин) с ФП, у которых было документировано открытое овальное отверстие (ООО). При этом использовались система CARTO (Biosense Webster, США) и электрод Lasso 2515 без дополнительных методов визуализации в виде флюороскопии и ультразвука. После получения карты ПП, верхней полой вены и коронарного синуса электрод Lasso 2515 был проведен в ЛП через ООО. Карта ЛП и последующая ИЛВ также была выполнена без флюороскопии. Время, необходимое для картирования ПП, составило 9 ± 4 мин. Общее время процедуры составило 127 ± 37 мин. ИЛВ без флюороскопии была осуществлена у 26 (87%) из 30 пациентов. У 4 пациентов рентгеноскопия была необходима для доступа к ЛП, ее общее время составило 5 ± 3 мин. Частота успеха 1 процедуры ИЛВ после периода наблюдения 12 мес составила 80% (24 из 30) [16].

Constellation Full Contact Mapping Catheter

К. Kumagai et al. (2006 г.) сообщили результаты исследования с участием 50 пациентов (35 мужчин, 15 женщин, средний возраст 57 ± 11 лет) с симптоматической пароксизмальной ФП, устойчивой к антиаритмическим препаратам (ААП). Использовалась нефлюороскопическая система навигации Astronomer (Boston Scientific, США). МКК был успешно введен во все правые и левые верхние ЛВ, все левые нижние ЛВ и только в 42 правые нижние ЛВ. Потенциалы были обнаружены в 192 ЛВ. РЧА проводилась с использованием 4-миллиметрового катетера с достижением целевых параметров (температура 50°C , максимальная мощность 30 Вт, 30–60 с в каждом устье ЛВ). ИЛВ была успешно выполнена в 192 целевых ЛВ (в среднем 3,8 ЛВ на пациента). Среднее общее время аблации и количество воздействий, необходимых для достижения полной изоляции на 1 ЛВ, составили 11 ± 6 мин и 19 ± 12 раз для левой верхней ЛВ, 8 ± 4 мин и 11 ± 7 раз для правой верхней ЛВ, 6 ± 4 мин и 9 ± 7 раз для левой нижней ЛВ и 6 ± 5 мин и 9 ± 6 раз для правой нижней ЛВ. Средняя общая продолжительность процедуры составила 212 ± 70 мин, а среднее общее время рентгеноскопии – 60 ± 25 мин. После первой РЧА ФП рецидивировала у 14 (28%) из 50 пациентов. Повторная РЧА была выполнена через

38 ± 7 сут после первой процедуры у 12 пациентов, и восстановление проводимости в ЛВ-ЛП было отмечено в 24 (50%) из 48 ЛВ. Через 12 мес после последней РЧА 40 (80%) пациентов были свободны от ФП без приема ААП. Еще 6 (12%) пациентов были свободны от ФП на фоне ААП, которые до РЧА были неэффективными [10].

Т. Yamada (2007 г.) сообщает о 200 больных (возраст 58 ± 11 лет) с симптоматической пароксизмальной ($n=147$) или персистирующей ($n=53$) ФП, устойчивой к ААП I или III класса. После постановки МКК осуществлялось построение трехмерной карты и далее ИЛВ. Для этого была использована навигационная система Astronomer (Boston Scientific, США). РЧА проводилась с использованием 8-миллиметрового катетера с достижением целевых параметров (температура 55°C , максимальная мощность 40 Вт, 60 с в каждом устье ЛВ). ФП рецидивировала (без приема ААП) после первой РЧА у 8 (31%) из 26 пациентов, которые перенесли успешную сегментарную ИЛВ (5 с пароксизмальной и 3 с персистирующей ФП), и у 5 (26%) из 19 пациентов, которые перенесли успешную циркулярную ИЛВ (1 с пароксизмальной и 4 с персистирующей ФП). В общей сложности 124 пациентам выполнили сегментарную ИЛВ. В среднем через 14 ± 5 мес после первой процедуры 78 (63%) из этих пациентов (73% с пароксизмальной и 30% с персистирующей ФП) не имели симптоматической ФП на фоне отмены ААП. В целом 76 пациентов перенесли циркулярную ИЛВ. В среднем через 14 ± 5 мес после первой процедуры 60 (79%) из этих пациентов (85% с пароксизмальной и 65% с персистирующей ФП) не имели симптоматической ФП на фоне отмены ААП. Вторая процедура РЧА была выполнена у 41 из оставшихся 62 пациентов с рецидивирующей ФП. В среднем через 10 ± 3 мес после последней процедуры РЧА 95 (77%) из 124 пациентов, которым выполнялась сегментарная ИЛВ (82% с пароксизмальной и 60% с персистирующей ФП), не имели симптоматической ФП на фоне отмены ААП. Кроме того, у 65 (85%) из 76 пациентов, которым выполнялась циркулярная ИЛВ (91% с пароксизмальной и 74% с персистирующей ФП), не было симптоматической ФП на фоне отмены ААП [17].

Д. Krummen et al. (2016 г.) изучили фокусную импульсацию и роторную модуляцию (ФИРМ) с использованием систем навигации EnSite NavX (St. Jude Medical, США), CARTO (Biosense

Webster, США) и МКК Constellation для определения зон, поддерживающих ФП, с последующей их аблацией (ФИРМ+ИЛВ). Они также провели сравнительный анализ с данными группы пациентов, которым выполнили обычную ИЛВ. Всего в анализ было включено 625 случаев: 325 ФИРМ+ИЛВ и 300 ИЛВ. Мужчин в группе ФИРМ+ИЛВ было больше (83% против 66%, $p < 0,001$), также в этой группе было больше пациентов с постоянной формой ФП (26% против 13%, $p < 0,001$). Общее время аблации было больше в группе ФИРМ+ИЛВ (62 ± 22 мин) по сравнению с ИЛВ (52 ± 18 мин, $p = 0,03$). Частота основных и незначительных осложнений в группе ФИРМ+ИЛВ (4,3%) была аналогична таковой в группе ИЛВ (4,0%, $p = 1$). Не было зарегистрировано ни одного летального исхода. Частота осложнений, потенциально связанных с использованием МКК, была невысокой и аналогичной показателю в группе, в которой не использовались МКК ($p = 0,5$) [18].

N. Child с коллегами (2018 г.) 14 пациентам с длительно персистирующей ФП (средний возраст 61 ± 8 лет) провели одновременное биатриальное контактное картирование с помощью системы EnSite NavX (St. Jude Medical, США) и электрода Constellation. Предсердные электрограммы были преобразованы в «фазу», затем выполнено пространственно-временное картирование, чтобы идентифицировать фазовые особенности распространения электрического импульса. «Фазы» были расположены в обоих предсердиях, но по большей части – в ЛП (779 ± 302 – ЛП, 552 ± 235 – ПП; $p = 0,015$). Максимальная продолжительность «фазы» составляла 1150 мс. Хотя у отдельных пациентов имелись признаки локальной кластеризации «фаз», в целом они были распределены по всей поверхности в обоих предсердиях без четкой анатомической предрасположенности [19].

INTELLAMAP ORION™ Mapping Catheter

L. Mantziari et al. (2015 г.) проанализировали 20 случаев аритмий (7 пациентов с предсердной тахикардией (ПТ), 8 – с ФП, 3 – с желудочковой тахикардией (ЖТ) и 2 – с желудочковой экстрасистолией (ЖЭ)). В результате было построено 30 карт ПП, полученных за 11 (4–15) мин и состоявших из 7220 (3467–10947) точек; 22 карты ЛП – за 11 (6–19) мин из 7818 (4379–12262) точек и 10 карт левого желудочка – за 37 (14–43) мин из 8709 (2605–15514) точек. Катетер достигал всех областей интереса. Каких-ли-

бо осложнений не наблюдалось. Коррекция автоматической аннотации была выполнена в 0,02% точек на 4 из 62 карт. Использовалась система Rhythmia, которая позволила выявить ригири при ПТ, идентифицировать разрывы на линейных повреждениях, очаги ЖЭ и каналы медленной проводимости в желудочковом рубце [20].

I. García-Bolao et al. (2018 г.) описали результаты лечения 108 пациентов, которые были включены в нерандомизированное исследование. Авторы оценивали уровень прорывов электрического импульса и повторного электрического соединения в зоне ЛП-ЛВ с помощью систем электроанатомического картирования высокой плотности (ЭКВП) по сравнению с контрольной группой, в которой выполняли обычное нефлюороскопическое пособие с циркулярным многополярным катетером (ЦМК). Авторы использовали систему нефлюороскопической навигации Rhythmia. В группе ЭКВП адекватная регистрация прорывов электрического импульса в зоне ЛП-ЛВ была отмечена в 61,0% ЛВ (86 из 141), эта цифра значительно выше, чем при анализе записанных сигналов ЦМК (39,7%, 48 из 121; $p = 0,001$). Количество РЧ-воздействий и общее время РЧА также были значительно ниже в группе ЭКВП ($12,46 \pm 6,1$ против $15,63 \pm 7,7$ и $7,61 \pm 3$ мин против $9,29 \pm 5$ мин; $p = 0,02$ и $p = 0,03$ соответственно). Через 6 мес наблюдения не было выявлено статистически значимых различий в рецидиве ФП или любой другой ПТ между группой ЭКВП (8 пациентов, 14,8%) и контрольной группой (16 пациентов, 29,6%; $p = 0,104$) [21].

K. Lackermaier с коллегами (2018 г.) ретроспективно проанализировали результаты лечения 400 пациентов с помощью навигационной системы Rhythmia. Пациентам была выполнена аблация ФП ($n = 202$), типичного ($n = 16$) или атипичного трепетания предсердий (ТП) ($n = 49$), ЖТ ($n = 48$), ЖЭ ($n = 35$), пучков Кента ($n = 14$), двойных путей атриовентрикулярного узла ($n = 4$) и фокусной ПТ ($n = 32$). Использование системы Rhythmia было технически выполнимо и безопасно, с общей частотой осложнений 2,25%. Начальные ограничения в маневренности катетера были быстро преодолены, о чем свидетельствует значительное уменьшение времени рентгеноскопии при сравнении первой с последней третью пациентов, перенесших только процедуру ИЛВ (20 мин против 14 мин, $p = 0,02$), использование контрастного

вещества (50 мл против 40 мл; $p < 0,01$) и (незначительно) меньшее время процедуры (194 мин по сравнению с 170 мин; $p = 0,12$). Удаление сложных левых предсердных, фокальных и ЖТ обеспечивалось надежным автоматическим анализом большого количества электрограмм [22].

PentaRay® NAV Catheter

J. Seitz et al. (2017 г.) проспективно проанализировали данные 105 пациентов, поступивших для абляции ФП. ФП последовательно картировали в обоих предсердиях с помощью 20-полюсного катетера PentaRay и системы навигации CARTO. Авторы отметили и удалили только области, отражающие дисперсию электрограммы во время ФП. Результаты сравнивали с традиционной ИЛВ. Чтобы установить механизм, лежащий в основе пространственно-временной дисперсии электрограмм ФП, авторы провели реалистичное численное моделирование драйверов ФП в двухмерной модели и оптическое картирование ФП, связанных с рубцовой тканью предсердий. В итоге абляция в областях рассеивания позволила прервать ФП у 100 из 105 пациентов. В результате абляции $17 \pm 10\%$ поверхности ЛП и через 18 мес наблюдения частота рецидивов аритмии составляла 15% после $1,4 \pm 0,5$ процедуры на пациента против 41% после $1,5 \pm 0,5$ процедуры на пациента при традиционной ИЛВ ($p < 0,001$), время РЧА составило 49 ± 21 мин против $85 \pm 34,5$ мин ($p = 0,001$), длительность процедуры – 168 ± 42 мин против 230 ± 67 мин ($p < 0,0001$). В экспериментах по моделированию и оптическому картированию виртуальные записи, полученные с помощью PentaRay, показали, что дисперсия электрограмм в основном регистрируется в непосредственной близости от драйвера [23].

S. Bun et al. (2018 г.) проанализировали все выполненные ими процедуры абляции ФП с использованием катетера PentaRay и системы навигации CARTO, а также традиционной ИЛВ. Среднее количество точек составило 449 ± 520 в течение 14 ± 6 мин в группе PentaRay ($n = 17$) против 42 ± 18 ($p < 0,0001$) в течение 33 ± 25 мин ($p = 0,04$) в группе ИЛВ ($n = 17$). Время абляции было короче в группе PentaRay (760 ± 540 с против 1347 ± 962 с; $p = 0,037$). Однако время процедуры и рентгеноскопии существенно не различалось между группами PentaRay и ИЛВ: 253 ± 77 мин против 267 ± 73 мин ($p = 0,80$) и $13,1 \pm 8,0$ мин против $15,1 \pm 10,0$ мин

($p = 0,98$) соответственно. Рецидив аритмии произошел у меньшего числа пациентов в группе PentaRay (0 против 23,5%; $p = 0,033$) в течение среднего периода наблюдения, составлявшего почти 1 год [24].

D. Calvo et al. (2017 г.) описали результаты лечения 13 пациентов с длительно персистирующей ФП (12–72 мес), которым проводилось картирование ЛП и ПП с помощью системы CARTO и катетера PentaRay. В работе были отражены роторы ФП. Область ротора была определена как область, отражающая по меньшей мере 3 последовательных поворота. Абляция проводилась путем ИЛВ с линейной абляцией внегочных доменов ротора. Авторы определили 19 роторных доменов у 10 пациентов ($1,8 \pm 1,1$ на пациента; 7 в ПП против 12 в ЛП; 15 внегочных). В целом роторные домены ($9,2 \pm 2,2$ оборота) показали более высокую частоту активации (6,41 (95% доверительный интервал 6,24–6,57) Гц, чем нероторные домены (6,17 (95% доверительный интервал 6,1–6,23) Гц; $p = 0,021$). Абляция доменов ротора (линия абляции – $3,5 \pm 0,9$ см) эффективно снижала частоту активации как в ипсилатеральном, так и в контралатеральном предсердиях ($p < 0,05$ для обоих), в отличие от абляции доменов без ротора. Конверсия в синусовый ритм во время РЧА наблюдалась у 2 пациентов после абляции роторных доменов. Через 1 год наблюдения у 70% пациентов сохранялся синусовый ритм (85% не принимали ААП) [25].

M. Qin с коллегами (2019 г.) описали результаты лечения 98 пациентов с пароксизмальной ФП, которые были разделены на две группы: 1-я группа перенесла ИЛВ ($n = 49$), а 2-я – ИЛВ плюс абляцию драйвера ($n = 49$). Области драйвера были определены как кластеры биполярных электрограмм, которые демонстрировали пространственный разброс дисперсии по средней длине цикла ФП при проведении минимум 3 смежных биполярных катетеров PentaRay. Использовалась система навигации CARTO. Во время процедуры наиболее значимыми областями драйвера до ИЛВ были крыша ЛП ($n = 27$; 55,1%), устье ЛВ ($n = 23$; 46,9%) и задняя стенка ЛП ($n = 11$; 22,4%). ИЛВ позволила устранить все драйверы в устьях ЛВ, но купировать ФП только у 30,4% в группе драйверов. Частота купирования ФП в группе абляции драйвера была значительно выше, чем в группе ИЛВ (93,9% против 40,6%; $p < 0,001$). Свобода от эпизодов ПТ

при однократной процедуре через 6 мес была значительно выше в группе аблации драйвера, чем в группе ИЛВ (91,6% против 72,4%; $p=0,02$) [26].

S. Nonarbaksh et al. (2019 г.) выполнили аблацию пациентам с ПТ и персистирующей ФП с использованием системы навигации CARTO и элетрода PentaRay. Фокусная активация или область интереса (ОИ) была определена как равная двум или более последовательным фокусным активациям на 1 электроде с морфологией *QS* на униполярной электрограмме. ОИ были определены у 5 пациентов с фокусной ПТ. При этом 28 пациентов с ФП имели 35 очаговых драйверов, идентифицированных по картам волнового фронта, с «ответом» на аблацию (16 циклов замедления и 19 циклов прекращения пароксизма ФП). Тридцать (86%) очаговых активаций были обнаружены на картах ОИ, и 22 (73%) из этих 30 очаговых драйверов были идентифицированы как ОИ. Эти драйверы по сравнению с участками, которые не были определены как ОИ, имели бóльшую временную стабильность ($3,6 \pm 0,6$ с против $2,7 \pm 0,6$ с; $p < 0,001$), более высокую частоту рецидивов ($12,4 \pm 2,7$ с против $7,2 \pm 0,9$ с; $p < 0,001$) и чаще были связаны с прекращением ФП ($p < 0,001$) [27].

OctaRay® Catheter

J. Sroubek et al. (2019 г.) в эксперименте выполнили картирование ПП у 8 здоровых свиней с помощью катетеров OctaRay и PentaRay до и после создания аблационных линий с преднамеренными промежутками. Были сопоставлены базовые характеристики отображения, включая амплитуду электрограмм, продолжительность, количество электрограмм и время отображения. Были созданы постаблационные карты, и характеристики электрограмм непрерывных линий и разрывов были сопоставлены с картиной патологии. По сравнению с PentaRay, OctaRay позволил собрать больше электрограмм на карту (2178 ± 637 против 1046 ± 238 ; $p < 0,001$) при меньшей продолжительности картирования ($3,2 \pm 0,79$ мин против $6,9 \pm 2,67$ мин; $p < 0,001$). В здоровых предсердиях OctaRay позволил зафиксировать более низкую амплитуду биполярного напряжения ($1,96 \pm 1,83$ мВ против $2,41 \pm 1,92$ мВ; $p < 0,001$), в то время как аблационные разрывы характеризовались более высокой амплитудой напряжения ($1,24 \pm 1,12$ мВ против $1,04 \pm 1,27$ мВ; $p < 0,001$). Аблационные разрывы были одинаково идентифицированы

обоими катетерами ($p=1,0$). Частота «ложных зазоров», определявшаяся как несостоятельные аблационные линии с увеличенной амплитудой напряжения, была более высокой у PentaRay (6 против 2) и являлась результатом ошибочного анализа электрограмм в дальнем поле [28].

Заключение

Многополюсные катетеры нового поколения безопасны и эффективны. В современной литературе сообщается об успешном разворачивании этих катетеров во всех ЛВ (иногда бывают трудности с установкой в ПНЛВ).

Ни в каких исследованиях не сообщалось о каких-либо проблемах с точностью 3D-изображений, передаваемых многополюсными катетерами нового поколения через навигационную систему. В целом, в сообщениях и исследованиях отмечают высокую частоту успеха (от 98,7 до 100%) при выполнении ИЛВ с использованием катетеров нового поколения.

Основываясь на имеющихся данных, можно рекомендовать использовать катетеры нового поколения с учетом их способности идентифицировать прорывы электрического импульса, подтверждать устранение этих прорывов и идентифицировать нелегочные очаги ФП.

Конфликт интересов

Конфликт интересов не заявляется.

Библиографический список [References]

1. Филатов А.Г., Тарашвили Э.Г. Эпидемиология и социальная значимость фибрилляции предсердий. *Анналы аритмологии*. 2012; 9 (2): 5–13.
[Filatov A.G., Tarashvili E.G. Epidemiology and social significance of atrial fibrillation. *Annaly Aritmologii (Annals of Arrhythmology)*. 2012; 9 (2): 5–13 (in Russ.).]
2. Диагностика и лечение фибрилляции предсердий. В кн: Клинические рекомендации по проведению электрофизиологических исследований, катетерной аблации и применению имплантируемых антиаритмических устройств. 3-е изд. М.: МАКС Пресс; 2013: 367–554.
[Diagnostics and treatment of atrial fibrillation. In: Clinical guidelines for the conduct of electrophysiological studies, catheter ablation and the use of implantable antiarrhythmic devices. 3th ed. Moscow: MAKS Press; 2013: 367–554 (in Russ.).]
3. Rodgers M., McKenna C., Palmer S., Chambers D., Van Hout S., Golde S. et al. Curative catheter ablation in atrial fibrillation and typical atrial flutter: systematic review and economic evaluation. *Health Technol. Assessment*. 2008; 12: 1–8. DOI: 10.3310/hta12340
4. Haissaguerre M., Shah D., Jais P., Hocini M., Yamane T., Deisenhofer I. et al. Electrophysiological breakthroughs from the left atrium to the pulmonary veins. *Circulation*. 2000; 102: 2463–5. DOI: 10.1161/01.CIR.102.20.2463
5. Pappone C., Santinelli V. Multielectrode basket catheter: a new tool for curing atrial fibrillation? *Heart Rhythm*. 2006; 3: 385–6. DOI: 10.1016/j.hrthm.2006.02.015
6. Arentz T., von Rosenthal J., Blum T., Stockinger J., Burkle G., Weber R. et al. Feasibility and safety of pulmonary vein isolation

- using a new mapping and navigation system in patients with refractory atrial fibrillation. *Circulation*. 2003; 108: 2484–90. DOI: 10.1161/01.CIR.0000097118.75179.83
7. Purerfellner H. Pulmonary vein stenosis: still the Achilles heel of ablation for atrial fibrillation? *Eur. Heart J.* 2005; 26: 1355–7. DOI: 10.1093/eurheartj/ehi313
 8. Филатов А.Г., Голухова Е.З., Рябинина М.Н., Ковалев А.С. Случай успешной радиочастотной абляции атипичного левопредсердного трепетания с использованием системы трехмерной нефлюороскопической навигации SJM EnSite Velocity. *Креативная кардиология*. 2014; 2: 60–70. [Filatov A.G., Golukhova E.Z., Ryabinina M.N., Kovalev A.S. Successful radiofrequency ablation of atypical left atrial flutter via three-dimensional nonfluoroscopic navigational system SJM EnSite Velocity: a case report. *Kreativnaya Kardiologiya (Creative Cardiology)*. 2014; 2: 60–70 (in Russ.).]
 9. Lickfett L., Schwab J., Lewalter T. Advanced mapping techniques in atrial fibrillation. *J. Interv. Cardiol. Electrophysiol.* 2008; 22: 155–9. DOI: 10.1007/s10840-008-9245-y
 10. Kumagai K., Ogawa M., Noguchi H., Nakashima H., Zhang B., Miura S., Saku K. New approach to pulmonary vein isolation for atrial fibrillation using a multielectrode basket catheter. *Circ. J.* 2006; 70: 88–93. DOI: 10.1253/circj.70.88
 11. Yamada T. Pulmonary vein isolation with a multielectrode basket catheter. *Indian Pacing Electrophysiol. J.* 2007; 7 (2): 97–109.
 12. Lewalter T., Williams C., Lickfett L. et al. Combined mapping and ablation with a high density mesh electrode catheter for atrial fibrillation: acute catheter performance from a german and austrian multicenter evaluation. https://www.researchgate.net/publication/242423373_Combined_Mapping_and_Ablation_with_a_High_Density_Mesh_Electrode_Catheter_for_Atrial (31 May 2014).
 13. Schirdewan A., Herm J., Roser M., Landmesser U., Endres M., Koch L., Haeusler K.G. Loop recorder detected high rate of atrial fibrillation recurrence after a single balloon- or basket-based ablation of paroxysmal atrial fibrillation: results of the MACPAF study. *Front. Cardiovasc. Med.* 2017; 4: 4. DOI: 10.3389/fcvm.2017.00004
 14. Weerasooriya R., Khairy P., Litalien J., Macle L., Hocini M., Sacher F. et al. Catheter ablation for atrial fibrillation. Are results maintained at 5 years of follow-up? *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011; 57 (2): 160–6. DOI: 10.1016/j.jacc.2010.05.061
 15. Kettering K., Gramley F. Catheter ablation of atrial fibrillation: Radiofrequency catheter ablation for redo procedures after cryoablation. *World J. Cardiol.* 2013; 5 (8): 280–7. DOI: 10.4330/wjc.v5.i8.280
 16. Kühne M., Knecht S., Mühl A., Reichlin T., Pavlović N., Kessel-Schaefer A. et al. Fluoroscopy-free pulmonary vein isolation in patients with atrial fibrillation and a patent foramen ovale using solely an electroanatomic mapping system. *PLoS ONE*. 2016; 11 (1): e0148059. DOI: 10.1371/journal.pone.0148059
 17. Yamada T., Murakami Y., Okada T., Yoshida N., Ninomiya Yu., Toyama J. et al. Non-pulmonary vein epicardial foci of atrial fibrillation identified in the left atrium after pulmonary vein isolation. *PACE*. 2007; 30: 1323–30. DOI: 10.1111/j.1540-8159.2007.00865.x
 18. Krummen D., Baykaner T., Schricker A., Kowalewski C.A.B., Swarup V., Miller J.M. et al. Multicentre safety of adding Focal Impulse and Rotor Modulation (FIRM) to conventional ablation for atrial fibrillation. *Europace*. 2017; 19: 769–74. DOI: 10.1093/europace/euw377
 19. Child N., Clayton R., Roney C., Laughner J., Shuros A., Neuzil P. et al. Unraveling the underlying arrhythmia mechanism in persistent atrial fibrillation. *Circ.: Arrhythmia Electrophysiol.* 2018; 11 (6): e005897. DOI: 10.1161/CIRCEP.117.005897
 20. Mantziari L., Butcher C., Kontogeorgis A., Panikker S., Roy K., Markides V. et al. Utility of a novel rapid high-resolution mapping system in the catheter ablation of arrhythmias. *JACC: Clin. Electrophysiol.* 2015; 1 (5): 411–20. DOI: 10.1016/j.jacep.2015.06.002
 21. García-Bolao I., Ballesteros G., Ramos P., Menndez D., Erkiaga A., Neglia R. et al. Identification of pulmonary vein reconnection gaps with high-density mapping in redo atrial fibrillation ablation procedures. *Europace*. 2018; 20 (3): 351–8. DOI: 10.1093/europace/eux184
 22. Lackermair K., Kellner S., Kellnar A., Riesinger L., Wakili R., Sinner M.F. et al. Initial single centre experience with the novel Rhythmia© high density mapping system in an all comers collective of 400 electrophysiological patients. *Int. J. Cardiol.* 2018; 272: 168–74. DOI: 10.1016/j.ijcard.2018.07.141
 23. Seitz J., Bars C., Théodore G., Beurtheret S., Lellouche N., Bremond M. et al. AF ablation guided by spatiotemporal electrogram dispersion without pulmonary vein isolation: a wholly patient-tailored approach. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017; 69 (3): 303–21. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.10.065
 24. Bun S., Delassi T., Latcu G., El Jamili M. A comparison between multipolar mapping and conventional mapping of atrial tachycardias in the context of atrial fibrillation ablation. *Arch. Cardiovasc. Dis.* 2018; 111 (1): 33–40. DOI: 10.1016/j.acvd.2017.04.005
 25. Calvo D., Rubín J., Pérez D., Morís C. Ablation of rotor domains effectively modulates dynamics of human. *Circ.: Arrhythmia Electrophysiol.* 2017; 10 (2): pii: e005740. DOI: 10.1161/CIRCEP.117.005740
 26. Qin M., Lin R., Wu S., Liu X. Extra pulmonary vein driver mapping and ablation in paroxysmal atrial fibrillation by electrogram dispersion analysis. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2019; 30 (2): 164–70. DOI: 10.1111/jce.13784
 27. Honarbakhsh S., Schilling R., Providencia R., Keating E., Sporton S., Lowe M. et al. Automated detection of repetitive focal activations in persistent atrial fibrillation: Validation of a novel detection algorithm and application through panoramic and sequential mapping. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2019; 30 (1): 58–66. DOI: 10.1111/jce.13752
 28. Sroubek J., Rottmann M., Barkagan M., Leshem E., Shapira-Daniels A., Brem E. et al. A novel octaray multielectrode catheter for high-resolution atrial mapping: Electrogram characterization and utility for mapping ablation gaps. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2019; 30 (5): 749–57. DOI: 10.1111/jce.13867

Поступила 30.05.2019

Принята к печати 11.06.2019