



А.Г. Филатов, Е.З. Голухова

Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии
им. А.Н. Бакулева, Москва, Российская Федерация

Интервенционные подходы в лечении фибрилляции предсердий

Одним из самых распространенных нарушений ритма сердца сегодня является фибрилляция предсердий (ФП). Во всем мире насчитывается около 33 млн человек, страдающих ФП. В Европе это число составляет более 6 млн, в России — около 2,5 млн человек. Первоначально основным методом лечения являлась медикаментозная терапия. Однако с развитием современных технологий происходит и поиск возможных механизмов развития и поддержания ФП. В связи с появлением новых теорий появляются и новые методы хирургического и/или интервенционного лечения ФП. В статье проводится комплексный анализ современного состояния интервенционного лечения пациентов с различными формами ФП.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий, интервенционное лечение, радиочастотная абляция, криоабляция

Для цитирования: Филатов А.Г., Голухова Е.З. Интервенционные подходы в лечении фибрилляции предсердий. *Вестник РАМН.* 2023;78(2):106–113. doi: <https://doi.org/10.15690/vramn8371>

Введение

106

Фибрилляция предсердий (ФП) — наиболее распространенное нарушение ритма среди взрослого населения во всем мире; частота ее увеличивается с возрастом, а у лиц в возрасте старше 80 лет достигает 15–20% [1].

Во всем мире насчитывается около 33 млн человек, страдающих ФП. В Европе это число составляет более 6 млн, в России, по расчетным данным, — около 2,5 млн человек. Таким образом, ФП встречается у 2–4% общей взрослой популяции, а со старением населения и расширением диагностики прогнозируется рост выявляемости этой аритмии в 2,3 раза. К 2050 г. ожидается резкое увеличение числа пациентов с ФП и, как следствие, увеличение затрат системы здравоохранения на их лечение [2].

Течение ФП при отсутствии адекватного медикаментозного и/или интервенционного лечения приводит к развитию целого ряда грозных осложнений, которые способствуют увеличению риска развития сердечной недостаточности и летального исхода [1, 2]. Выделяют несколько форм ФП в зависимости от характера аритмии: впервые выявленная, пароксизмальная (пароксизмы тахикардии купируются в течение 7 дней), персистирующая (пароксизмы тахикардии более 7 дней), длительно-персистирующая (эпизод тахикардии длится более 1 года при условии медикаментозной стратегии

контроля ритма) и постоянная (длительность тахикардии более 1 года, при которой совместно (врачом и пациентом) принято решение не осуществлять попытки по восстановлению ритма сердца, а также по проведению интервенционных вмешательств, направленных на контроль ритма) [3].

В результате частых пароксизмов происходит развитие структурного, а в дальнейшем механического и электрического ремоделирования предсердий, что приводит к возникновению рефрактерности к антиаритмической терапии и к более тяжелым формам ФП — длительно-персистирующей или постоянной. Такая траектория прогрессирования заболевания влечет за собой развитие сердечной недостаточности, ухудшение качества жизни и снижение переносимости физической нагрузки [1, 3].

В 20–25% случаев развитие ишемического инсульта может являться следствием бессимптомного течения ФП и неправильно подобранной антикоагулянтной терапии. При этом развитие ишемического инсульта у пациентов с ФП часто приводит к инвалидизации, развитию летального исхода [1, 2].

На сегодняшний день проблема в лечении пациентов с различными формами ФП является чрезвычайно актуальной и, по сути, требует мультидисциплинарного подхода. В настоящем литературном обзоре представлены общие подходы с акцентом на наиболее сложных аспектах

A.G. Filatov, E.Z. Golukhova

A.N. Bakulev National Medical Research Center of Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation

Interventional approaches in atrial fibrillation

One of the most common heart rhythm disorders today is atrial fibrillation (AF). Worldwide, there are about 33 million people suffering from AF. In Europe, this number is more than 6 million, in Russia — about 2.5 million people. Initially, the main method of treatment was drug therapy. However, with the development of modern technologies, possible mechanisms for the development and maintenance of AF have a crucial importance. In connection with the emergence of new theories, there are also new methods of surgical and/or interventional treatment of AF. The article provides a comprehensive analysis of the current state of interventional treatment of patients with various forms of atrial fibrillation.

Keywords: atrial fibrillation, interventional treatment, radiofrequency ablation, cryoablation

For citation: Filatov AG, Golukhova EZ. Interventional approaches in atrial fibrillation. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences.* 2023;78(2):106–113. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.15690/vramn8371>

диагностики — картировании аритмогенных зон и базирующихся на них интервенционных вмешательствах.

Заболеемость в России

По расчетным данным, в Российской Федерации около 2,5 млн больных имеют различные формы ФП. На долю пароксизмальной формы ФП приходится около 60–65% случаев, персистирующую и длительно-персистирующую формы имеют 25–30%, постоянную форму — около 10% больных [2].

Согласно нашим данным, опубликованным впервые в аналитическом сборнике «Аритмология — 2021», в прошедшем году было выполнено 39 000 радиочастотных абляций (РЧА) для коррекции всех видов нарушений ритма сердца, из них на долю пациентов с различными формами ФП пришлось 16 000 интервенционных вмешательств (41%) [4]. Все это еще раз подчеркивает актуальность усовершенствования и развития новых методов интервенционного лечения ФП, необходимость разработки новых диагностических и лечебных подходов, охватывающих как терапевтические, так интервенционные и хирургические вмешательства.

Согласно современным клиническим рекомендациям, в лечении ФП предлагаются два основных направления: контроль ритма сердца и контроль частоты сердечных сокращений при условии адекватной профилактики тромбоэмболических осложнений, что является краеугольным камнем в лечении аритмии [2, 3].

С целью профилактики тромбоэмболических осложнений пациентам подбирается адекватная антикоагулянтная терапия. Ключевым моментом в назначении антикоагулянтной терапии является определение групп риска тромбоэмболических осложнений по шкале CHA₂DS₂-VASc и назначение пероральных антикоагулянтов или варфарина (при наличии клапанных пороков сердца или протезов клапанов сердца) больным в группе риска. Стратегия контроля ритма направлена на удержание синусового ритма сердца, предупреждение и купирование пароксизмов ФП. Несмотря на применяемую адекватную антиаритмическую терапию, в большинстве случаев (до 60%) отмечаются частые рецидивы аритмии, а у некоторых пациентов с длительным течением ФП не удается соблюдать такую стратегию. У пациентов с постоянной формой ФП ключевым является выбор стратегии, направленной на поддержание нормальной частоты желудочковых сокращений.

В отличие от всех других нарушений ритма сердца, где с устранением субстрата аритмии наступает излечение, ФП — это «первичная электрическая аномалия предсердий» и/или чаще — вторичная атриопатия в результате прогрессирования ишемической болезни сердца, гипертонической болезни, перенесенного миокардита или других причин, лечение которой должно носить мультидисциплинарный характер.

Механизмы ФП

Выявление механизмов, лежащих в основе развития и поддержания ФП, позволило сделать первые шаги на пути к разработке эффективных медикаментозных, хирургических и интервенционных подходов в лечении этой аритмии [5].

Согласно данным мировой и отечественной литературы, существуют несколько потенциально доказанных механизмов развития и поддержания ФП.

В конце 1990-х гг. коллективом авторов под руководством М. Haïssagueге была продемонстрирована эффек-

тивность изоляции легочных вен (ЛВ) в лечении ФП. С этого периода зародилась мысль о влиянии ЛВ на индукцию ФП [6].

Однако только в 2001 г. коллективом ученых под руководством Y.J. Chen, а позже, в 2003 г., группой коллег во главе с Н. Nonjo была продемонстрирована роль эктопической активности ЛВ в развитии ФП. Благодаря проведенным исследованиям было выявлено, что миокард в ЛВ обладает меньшей рефрактерностью, чем миокард предсердий. Это способствует развитию эктопической активности в ЛВ, которая способна привести к электрофизиологическим изменениям миокарда предсердий и тем самым спровоцировать ФП [7, 8].

Важность эктопической активации при индукции ФП была широко признана, в противоположность этому в поддержании ФП у пациентов с постоянной аритмией роль триггерной активности ЛВ остается неопределенной и не полностью доказанной. Клинический опыт и несколько исследований продемонстрировали, что изоляция ЛВ часто не прекращает ФП. В 2004 г. F. Ouyang со своим коллективом показал отсутствие эффекта в изоляции ЛВ у пациентов с персистирующей и постоянной формами ФП. Дальнейшие исследования коллективами авторов под руководством Н. Oral в 2006 г. и S.H. Baldinger в 2016 г. продемонстрировали на большом клиническом материале наличие ФП, несмотря на сохраняющуюся изоляцию устьев ЛВ [9–11].

Последовательность данных событий выявила, что ключ к лечению пациентов с ФП содержится в понимании механизмов развития и поддержания пароксизма.

В 1964 г. G.K. Moe и соавт. впервые предложили теорию множественных микроволн, которая в 1985 г. была более подробно изучена M.A. Allesie с коллегами. Согласно данной теории, длительное существование аритмии основано на случайном распространении векторов активации в предсердии. При этом эти векторы исчезают при взаимодействии с электрически неактивными участками сердца (рубцовая ткань, клапанный аппарат сердца и т.д.) [12, 13]. Только в 2010 г. M.A. Allesie с группой ученых подтвердили наличие электрофизиологического субстрата для множественных микроволн, которые, в свою очередь, оказывали поддерживающий для аритмогенеза эффект у пациентов с персистирующей формой ФП. Данное исследование было подтверждено и в 2012 г. коллективом авторов под руководством P.S. Spector [14, 15].

Параллельно с развитием данной теории в 1995 г. коллективом ученых во главе с R.A. Gray была выдвинута гипотеза о наличии роторной активности, которая способствовала развитию и поддержанию ФП. В 2002 г. J. José и соавт. подтвердили наличие роторной активности при выполнении одномоментного эндо- и эпикардального картирования левого предсердия. Значительный вклад в понимание влияния роторной активности на поддержание ФП внес коллектив ученых под руководством S.M. Narayan в 2012 г. В своей работе авторы продемонстрировали эффективность абляции участков роторной активности у пациентов с пароксизмальной и персистирующей формами аритмии [16–18].

В качестве иллюстрации на рис. 1 продемонстрированы все основные механизмы развития и поддержания ФП.

Стратегии лечения пациентов с ФП

Исторически первоначальным методом лечения пациентов с различными формами ФП являлось применение медикаментозной терапии, эффект которой для удержа-

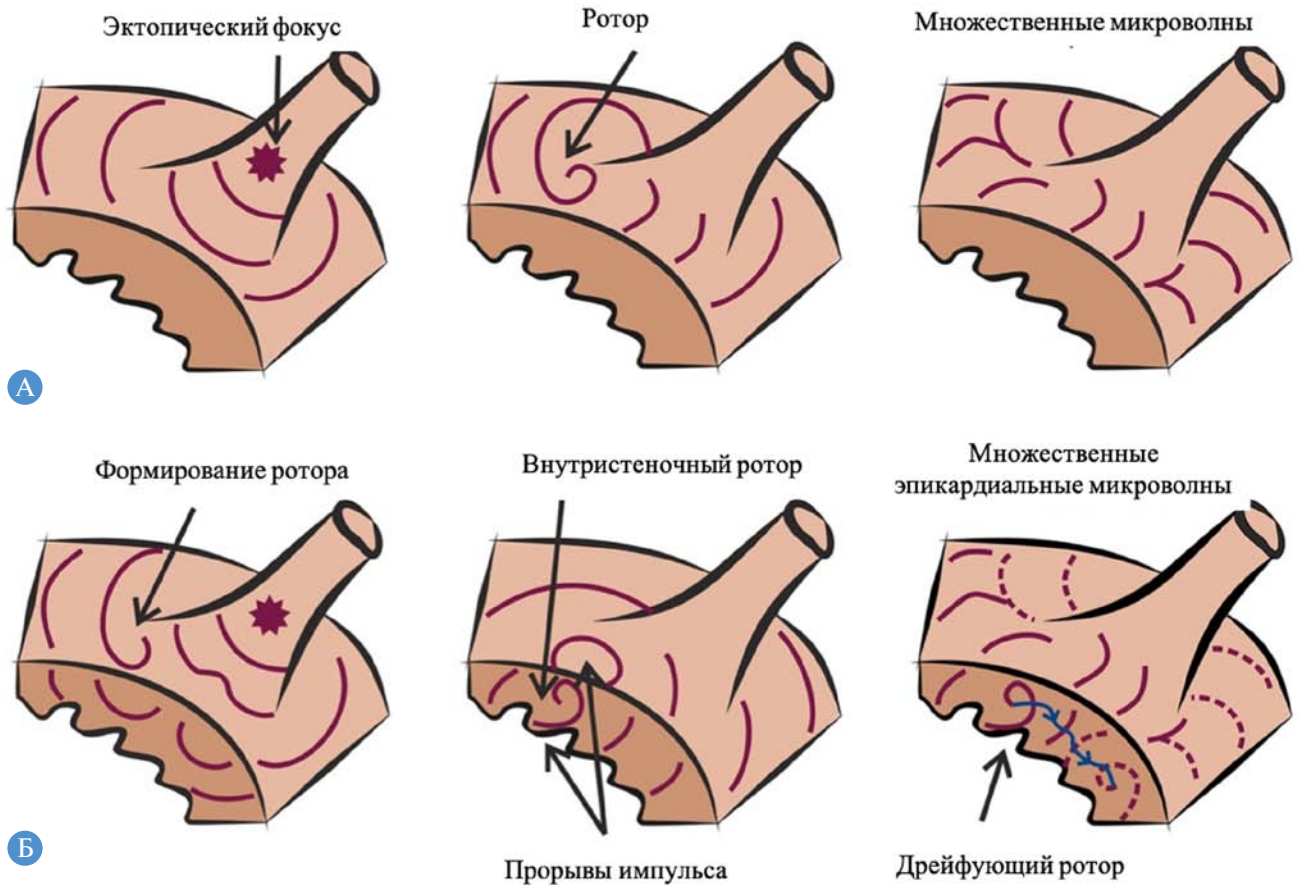


Рис. 1. Механизмы развития поддержания ФП

Примечание. А — схема теории развития и поддержания ФП: эктопическая активность в ЛВ (слева), роторная активность (в центре) и множественные микроволны (справа). Б — схема поддержания ФП за счет совмещения всех вышеуказанных механизмов; инициация роторной активности из-за эктопических импульсов из ЛВ (слева), которые лежат в основе эндокардиальных или эпикардиальных прорывов (в центре), в результате развивается совместимость роторной активности с множественными микроволнами [18].

ния синусового ритма ограничен 55–65% (в зависимости от формы и длительности ФП, наличия коморбидной патологии) [19, 20].

Развитие современных диагностических и интервенционных технологий стало основой для хирургического и интервенционного лечения аритмий с использованием различных видов энергии [20].

Исторические аспекты интервенционного лечения ФП

С развитием кардиохирургии и методов диагностики происходит определенная эволюция в понимании механизмов развития и поддержания ФП. Новым этапом в лечении стало появление операции «лабиринт», которая на сегодняшний день является «золотым стандартом» в хирургическом лечении ФП у пациентов с сопутствующей органической патологией сердца.

25 сентября 1987 г. группа ученых во главе с J.L. Cox впервые выполнила операцию «лабиринт» (Maze I) [21]. Суть операции cut and sew («разрежь и сшей») состоит в хирургической изоляции левого предсердия и разделении предсердного миокарда на отдельные компартменты, не поддерживающие персистенцию ФП. Последующая оценка 32 пациентов, перенесших эту операцию, позволила модифицировать концепцию выполнения операции «лабиринт», в результате чего появились современные стандарты хирургической коррекции ФП [22]. На сегодняшний день существуют различные модификации дан-

ной операции. Один из вариантов коррекции предполагает использование криоэнергии, это позволяет заменить традиционную технику «разрез – шов», применяемую при операции «лабиринт». Все это значительно упрощает технику операции и уменьшает длительность искусственного кровообращения [23]. В настоящее время «хирургический лабиринт» наиболее часто выполняют при наличии сочетанной патологии — ишемической болезни сердца, пороков сердца, осложненных ФП.

В 1981 г. академиком РАН Л.А. Бокерией было начато развитие хирургической, а позднее, совместно с академиком РАН А.Ш. Ревиншвили, и интервенционной аритмологии в НИИ ССХ им. А.Н. Бакулева [23]. Операция «лабиринт» стала «идеологической основой» развития интервенционных методов лечения многих нарушений ритма сердца, в том числе и ФП.

Интервенционный подход в лечении ФП

Первые упоминания об использовании катетеро-электродов для записи электрических сигналов сердца и электростимуляции миокарда относятся к 60-м гг. прошлого века. В 1970-х гг. D.P. Zipes и H.J. Wellens опубликовали одно из самых ранних сообщений об использовании диагностических катетеров, которые позволили зарегистрировать электрограммы из различных отделов сердца и пучка Гиса. Результатом исследований стало понимание механизмов тахикардии при синдроме Вольфа – Паркинсона – Уайта [24].

В 1979 г. был описан впервые возникший полный блок атриовентрикулярного узла (АВУ) в результате катетер-опосредованной абляции, которая была случайно выполнена у пациента при проведении электрофизиологического исследования по поводу рецидивирующего синкопального состояния. Во время выполнения процедуры из-за манипуляций электродом была индуцирована устойчивая желудочковая тахикардия, далее при выполнении дефибрилляции из-за близкого расположения электрода к пучку Гиса возникла деструкция АВУ. Предположительно, произошла непреднамеренная передача внешней энергии постоянного тока через диагностический электрод [24].

Катетерная деструкция АВУ послужила началом дополнительных исследований, направленных на создание электродов, с помощью которых возможно было бы выполнение модификации аритмогенного субстрата.

В середине 1990-х гг. группа исследователей под руководством М. Naïssagueгге сообщила о целесообразности выполнения РЧА в лечении пациентов с ФП. Абляция включала в себя создание нескольких линейных воздействий в правом предсердии с использованием радиочастотной энергии [25].

В 1998 г. Р. Jaïs и соавт. сделали исторически важное заявление о выполнении абляции фокусной активности у пациентов с ФП. Аритмогенные очаги были обнаружены в области синусового узла, в устье коронарного синуса и в устье левых и правых ЛВ [26].

В 1998 г. М. Naïssagueгге и соавт. опубликовали эпохальное исследование абляции триггеров ФП, основная часть которых была локализована в ЛВ. Аритмогенные участки успешно устраняли с помощью РЧА. Данные результаты привели к появлению нового подхода в абляции ФП, заключающегося в устранении триггеров аритмии. Впоследствии был разработан метод электрической изоляции аритмогенного субстрата путем создания циркулярных абляционных повреждений в области устьев ЛВ [6].

В настоящее время использование интервенционных подходов позволило снизить частоту рецидивов ФП, бремя ФП и число тромбоэмболических осложнений [27].

Использование разных видов энергии

За последние 25–30 лет наблюдается стремительный рост числа пациентов с диагностированными пароксизмами ФП. Наравне с ростом заболеваемости растет тенденция к усовершенствованию методов диагностики и лечения ФП. Как сообщалось выше, при интервенционном лечении ФП первоначально использовали радиочастотную энергию. На сегодняшний день в лечении пациентов с ФП преимущественно используются следующие методы интервенционного пособия: радиочастотная абляция, криобаллонная абляция, абляция импульсным полем. Однако существуют и другие методы: лазерная абляция, высокоинтенсивный фокусированный ультразвук, микроволновая абляция [2, 28].

Радиочастотная абляция

Появление радиочастотной абляции стало существенным достижением в лечении пациентов с различными видами нарушений ритма сердца. В настоящее время РЧА является предпочтительным источником энергии в большинстве электрофизиологических лабораторий по всему миру. На рис. 2 представлено выполнение стандартной РЧА ЛВ.

Для абляции используются частоты от 30 до 30 000 кГц, при этом наиболее распространенной рабочей частотой является 550 кГц. Радиочастотная энергия подается переменным током через небольшой проводник, что увеличивает плотность тока. Ток проходит от наконечника электрода через тело пациента к дисперсионной заземляющей пластине, расположенной в области спины. Благодаря термическому повреждению в месте контакта дистального полюса происходит разрушение миокарда [19].

В результате резистивного нагрева в области контакта электрода и ткани происходит повреждение поверхностного слоя кардиомиоцитов с дальнейшим распределением энергии в более глубокие слои. Механизм проникающего (глубокого) нагрева тканей заключается в пассивном проведении тепловой энергии от поверхностных слоев. Проникающий нагрев оказывает большее влияние на объем поражения, чем резистивный нагрев (рис. 3) [29].

Сила контакта электрода с миокардом и продолжительность воздействия являются важными компонента-



Рис. 2. Выполнение РЧА легочных вен

Примечание. А — абляция в правой верхней ЛВ. Б — абляция в левой верхней ЛВ. На данном рисунке представлена рентгенограмма сердца с электродами в левой косой проекции 30°. Цифрами обозначены: 1 — электрод, установленный в коронарный синус; 2 — пограничному гребню; 3 — циркулярный диагностический электрод; 4 — абляционный электрод.

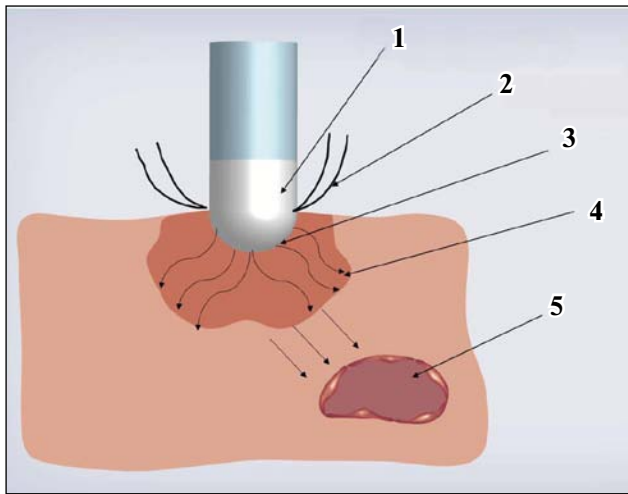


Рис. 3. Биофизика нагрева миокарда при РЧА

Примечание. Представлены области резистивного и кондуктивного нагрева ткани, а также конвективных потерь тепла из ткани в пул циркулирующей крови при подаче радиочастотной энергии в эндокард с использованием обычного катетера с кончиком 4 мм: 1 — абляционный электрод; 2 — конвективная потеря тепла в бассейн циркулирующей крови; 3 — резистивный (объемный) нагрев крови и ткани; 4 — кондуктивный теплообмен в ткани; 5 — конвективная потеря тепла в эпикардальную коронарную артерию.

ми РЧА. Усовершенствованные технологии благодаря математическому расчету взаимосвязи силы контакта, времени, а также параметров абляции позволили создать универсальные электроды, способные рассчитать абляционный индекс — интегральный показатель, позволяющий оценить степень трансмурального повреждения миокарда. Использование подобных технологий позволяет значимо увеличить эффективность лечения.

Криоабляция

В 2007 г. была описана технология использования криобаллонов для абляции ФП [28].

Криобаллонные катетеры имеют внутренний баллон, содержащий жидкий хладагент — закись азота, который доставляется в дистальную часть катетера и подвергается фазовому переходу с помощью эффекта Джоуля — Томсона (изменение температуры газа в результате медленного нагнетания его в obturated вену). Этот процесс приводит к падению температуры почти до $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ и контролируется термодатчиком, расположенным внутри баллона. В результате воздействия отрицательной температуры на ткани происходит потеря жидкости кардиомиоцитом и дальнейшее осмотическое искажение мембраны с ее сжатием и последующей деструкцией клетки. Благодаря контролю obturation ЛВ происходит образование гомогенной зоны деструкции (рис. 4). Криобаллон имеет спиральный картирующий катетер, проходящий через центральный просвет. Спиральный катетер снижает риск перфорации, безопасно направляя баллонный катетер в ЛВ, а также служит для регистрации потенциалов ЛВ [28].

Абляция импульсным полем

Одним из современных и высокоэффективных источников энергии на сегодняшний день стало использование импульсно-волновой деструкции. Применение сильного импульсного электрического поля способно вызвать повышенную проницаемость клеточной мембраны путем создания пор, что, в свою очередь, приводит к необратимой электропорации. Существующие на сегодня исследования, проведенные V.Y. Reddy и M.T. Stewart с коллегами, продемонстрировали наличие селективной абляции импульсным полем кардиомиоцитов. Такая абляция характеризуется возникновением деструкции только в зоне контакта электрода с миокардом и не затрагивает окружающие ткани (рис. 5) [30, 31].

Современные картирующие системы

Радиочастотная абляция стала революционным методом лечения большинства нарушений ритма сердца. Лечение ФП является одной из сложных задач, требующих более точной визуализации аритмогенных зон для выполнения воздействий.

110

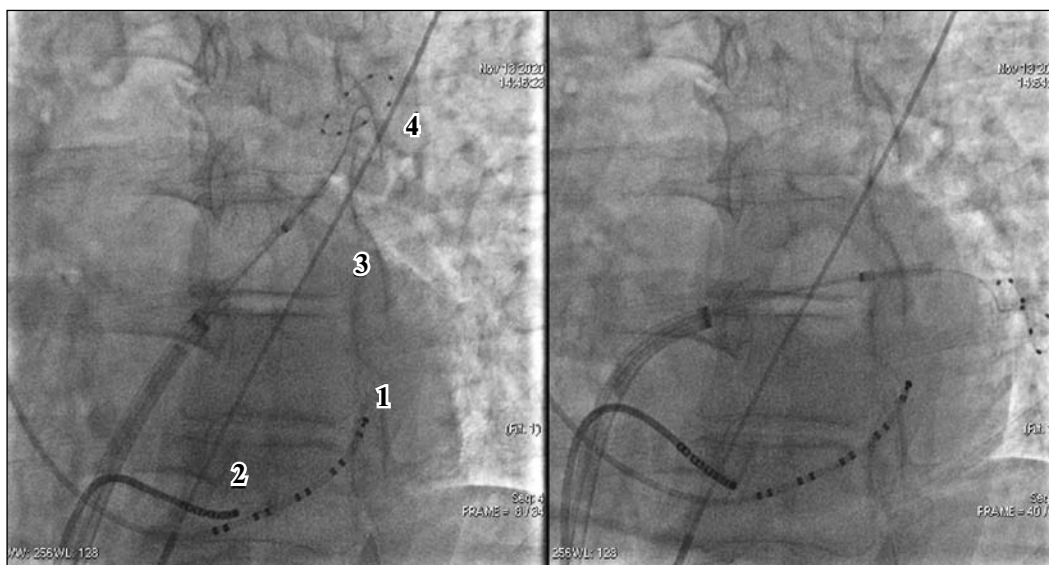


Рис. 4. Выполнение криобаллонной изоляции устьев легочных вен

Примечание. На данном рисунке представлена рентгенограмма сердца с электродами в левой косои проекции 30° . Цифрами обозначены: 1 — электрод, установленный в коронарный синус; 2 — в верхушку правого желудочка; 3 — криобаллон; 4 — циркулярный диагностический электрод.



Рис. 5. Мультиэлектродный катетер для абляции в импульсном поле, развернутый в форме цветка

Наличие множественных вариаций механизмов развития и поддержания ФП затрудняет определение электрофизиологического субстрата аритмии, особенно у пациентов с рецидивом аритмии, и, соответственно, не позволяет точно определить зону абляции. Появление систем для выполнения трехмерного нефлюороскопического картирования способствовало значительному прогрессу в определении механизма и субстрата аритмии, особенно у пациентов с сопутствующей органической патологией сердца и несколькими аритмиями.

Можно выделить целый ряд «слабых» мест традиционного флюороскопического подхода в топической диагностике аритмогенных зон: отсутствие визуализации эндокарда и сопоставления электрограммы с конкретной локализацией в сердце, которую можно определить только относительно других анатомических структур; трудность позиционирования катетера для абляции в одной и той же конкретной точке; сильное воздействие ионизирующего излучения на медицинский персонал и пациентов.

За последние 10–15 лет произошел значительный прогресс в картировании нарушений ритма сердца. Навигационное нефлюороскопическое картирование является современным методом топической диагностики и широко используется в интервенционной аритмологии. При электроанатомическом навигационном картировании данные о положении электрода в магнитном и/или импедансом поле и соответствующая этой локализации эндограмма в момент контакта с миокардом используются для построения трехмерной модели целевой камеры сердца, что дает четкое представление обо всех анатомических и электрофизиологических особенностях в картируемой зоне.

С помощью современных электродов были созданы алгоритмы для выполнения высокоплотного картирования. При данном виде картирования осуществляется сбор значительно большего количества точек по сравнению с обычной технологией, что позволяет более детально визуализировать все структуры сердца (с точностью вплоть до 1 мм), вольтажную активность в конкретной точке и выполнить прецизионный поиск субстрата аритмии. Данный способ визуализации электрической активности позволяет дифференцировать зоны с низкоамплитудной активностью, свойственные фиброзно-измененным участкам миокарда.

На сегодняшний день выделяют следующие алгоритмы картирования.

1. Анатомическое картирование — в качестве референта используется электрод, установленный в коронарный синус. При изменении положения диагностического электрода относительно референтной точки и соприкосновении с миокардом происходит построение трехмерной модели камеры сердца.
2. Активационное картирование — благодаря сбору большого количества электрофизиологических точек с помощью специализированных алгоритмов возможно воспроизведение распространения волны возбуждения по миокарду сердца при re-entry и эктопических тахикардиях.
3. Изохронное картирование — создание статичных карт-схем той или иной камеры сердца с разделени-

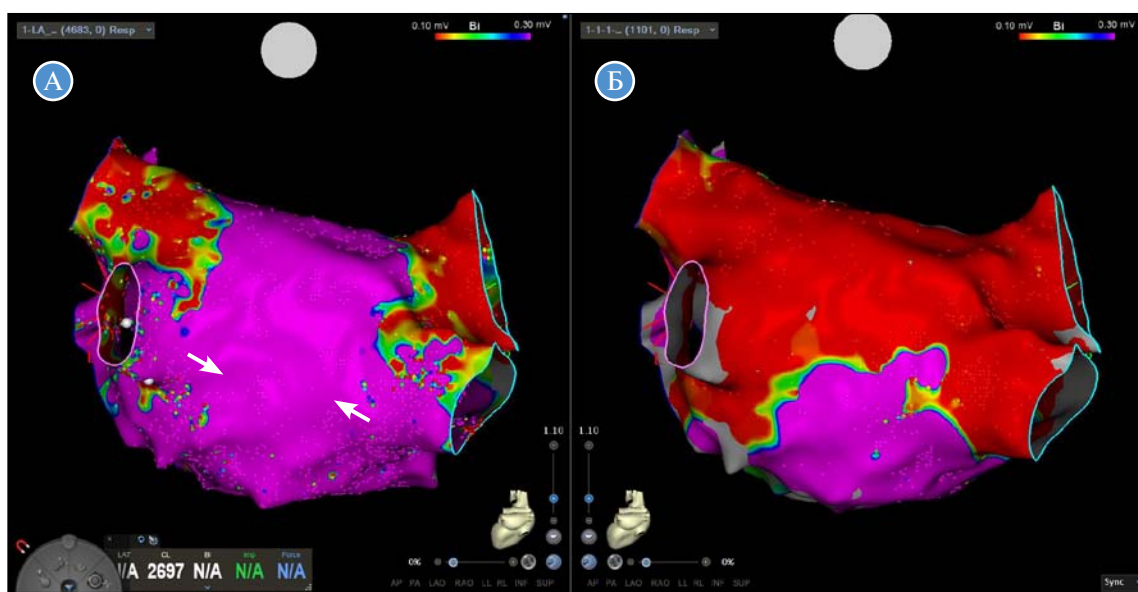


Рис. 6. Высокоплотное электроанатомическое активационное картирование левого предсердия у пациента после выполнения криобаллонной абляции (А) и после выполнения изоляции задней стенки (Б)

Примечание. Фиолетовым цветом отмечен электрически стабильный миокард предсердия, красным цветом — зоны рубцовой ткани. Стрелками указаны направления прорыва импульса, ответственные за рецидив аритмии.

ем на временные зоны активации (обычно 10 мс), при этом каждой зоне присуща своя цветовая гамма.

4. Вольтажное картирование — регистрация амплитудной активности миокарда с созданием цветовой карты, где различными цветами отображаются зоны разной амплитудной активности; также используется для верификации зон с низкоамплитудной и фрагментированной электрической активностью (участки фиброзной ткани сердца).

Выполнение навигационного картирования позволяет снизить дозу лучевой нагрузки не только для пациентов, но и для самой хирургической бригады до минимума.

В настоящее время во многих центрах принята определенная тактика в лечении пациентов с ФП:

- 1) первым этапом выполняют изоляцию устьев ЛВ;
- 2) вторым этапом — поиск и модификацию аритмогенного субстрата.

Использование высокоплотного картирования позволяет выполнять операции не только «первичным» пациентам, но и тем, кому ранее уже было выполнено интервенционное вмешательство. В частности, использование нефлюороскопического навигационного картирования позволило повысить эффективность лечения у пациентов с различными формами ФП. На рис. 6 представлена высокоплотная электроанатомическая активационная карта левого предсердия у пациента после выполнения криобаллонной изоляции устьев ЛВ. Данный способ картирования позволил выявить зоны прорыва импульса и в последующем выполнить РЧА с лучшим эффектом [32].

Заключение

Число пациентов с диагностированными пароксизмами ФП неуклонно растет. Сочетание антиаритмической терапии и выполнения интервенционного вмешательства, коррекции коморбидной патологии позволяет достичь большей эффективности в лечении этой аритмии. Вместе с тем существует целый ряд пациентов с персистирующей и длительно-персистирующей формами ФП, которым требуется многоэтапный подход в лечении этого вида аритмии.

Появление современных методов нефлюороскопического высокоплотного навигационного картирования принесло новые возможности в диагностике, понимании механизма и модификации аритмогенного субстрата.

Дополнительная информация

Источник финансирования. Поисково-аналитическая работа проведена за счет бюджетных средств по месту работы авторов.

Участие авторов. А.Г. Филатов — концепция, дизайн и написание статьи; Е.З. Голухова — научное редактирование. Все авторы статьи внесли существенный вклад в организацию и проведение исследования, прочли и одобрили окончательную версию статьи перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аванесян Г.А., Филатов А.Г., Шалов Р.З., Ковалев А.С. Оценка эффективности и выявление предикторов рецидива у пациентов после криобаллонной изоляции устьев легочных вен с пароксизмальной и персистирующей формами фибрилляции предсердий // *Аналы аритмологии*. — 2022. — Т. 19. — № 2. — С. 78–85. doi: <https://doi.org/10.15275/annaritmol.2022.2.2> [Avanesyan GA, Filatov AG, Shalov RZ, Kovalev AS. Evaluation of efficacy and identification of predictors of relapse in patients after cryoballoon isolation of pulmonary vein orifices with paroxysmal and persistent forms of atrial fibrillation. *Annaly Aritmologii = Annals of Arrhythmology*. 2022;19(2):78–85. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.15275/annaritmol.2022.2.2>
2. Corrigendum to: 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association of Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J*. 2021;42(5):507. doi: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa798>
3. *Фибрилляция и трепетание предсердий: клинические рекомендации*. — Минздрав России; 2020. — 185 с. [*Fibrillyatsiya i trepetanie predserdii*: Clinical guidelines. Ministry of Health of Russia; 2020. 185 p. (In Russ.)]
4. Голухова Е.З., Милюевская Е.Б., Филатов А.Г. и др. *Аритмология — 2021. Нарушения ритма сердца и проводимости*. — М.: НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева МЗ РФ; 2022. — 120 с. [Golukhova EZ, Milievskaya EB, Filatov AG, et al. *Aritmologiya — 2021. Narusheniya ritma serdtsa i provodimosti*. Moscow: A. N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery Ministry of Health of Russia; 2022. 120 p. (In Russ.)]
5. Kirchhof P., Benussi S., Kotecha D. и др. Рекомендации ESC по лечению пациентов с фибрилляцией предсердий, разработанные совместно с EACTS // *Российский кардиологический журнал*. — 2017. — № 7. — С. 7–86. — doi: <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2017-7-7-86> [Kirchhof P, Benussi S, Kotecha D, et al. 2016 ESC Guidelines for the Management of Atrial Fibrillation Developed in Collaboration with EACTS. *Russian Journal of Cardiology*. 2017;(7):7-86. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2017-7-7-86>
6. Haïssaguerre M, Jais P, Shah DC, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med*. 1998;339(10):659–666. doi: <https://doi.org/10.1056/NEJM199809033391003>
7. Chen YJ, Chen SA, Chen YC, et al. Effects of rapid atrial pacing on the arrhythmogenic activity of single cardiomyocytes from pulmonary veins: implication in initiation of atrial fibrillation. *Circulation*. 2001;104(23):2849–2854. doi: <https://doi.org/10.1161/hc4801.099736>
8. Honjo H, Boyett MR, Niwa R, et al. Pacing-induced spontaneous activity in myocardial sleeves of pulmonary veins after treatment with ryanodine. *Circulation*. 2003;107(14):1937–1943. doi: <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000062645.38670.BD>
9. Ouyang F, Antz M, Ernst S, et al. Recovered pulmonary vein conduction as a dominant factor for recurrent atrial tachyarrhythmias after complete circular isolation of the pulmonary veins: lessons from double Lasso technique. *Circulation*. 2005;111(2):127–135. doi: <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000151289.73085.36>
10. Oral H, Pappone C, Chugh A, et al. Circumferential pulmonary-vein ablation for chronic atrial fibrillation. *N Engl J Med*. 2006;354(9):934–941. doi: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa050955>
11. Baldinger SH, Chinitz JS, Kapur S, et al. Recurrence of Atrial Arrhythmias Despite Persistent Pulmonary Vein Isolation After Catheter Ablation for Atrial Fibrillation: A Case Series. *JACC Clin Electrophysiol*. 2016;2(6):723–731. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2016.05.013>
12. Moe GK, Rheinboldt WC, Abildskov JA. A Computer Model of Atrial Fibrillation. *Am Heart J*. 1964;67:200–220. doi: [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(64\)90371-0](https://doi.org/10.1016/0002-8703(64)90371-0)

13. Allesie MA, Lammers WJEP, Bonke FIM, Hollen SJ. Experimental evaluation of Moe's multiple wavelet hypothesis of atrial fibrillation. In: *Cardiac electrophysiology and arrhythmias*. New York: Frune & Stratton; 1985. pp. 265–275.
14. Allesie MA, De Groot NMS, Houben RPM, et al. Electropathological substrate of long-standing persistent atrial fibrillation in patients with structural heart disease longitudinal dissociation. *Circ Arrhythmia Electrophysiol*. 2010;3(6):606–615. doi: <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.109.910125>
15. Spector PS, Correa de Sa DD, Tischler ES, et al. Ablation of multi-wavelet re-entry: general principles and in silico analyses. *Europace*. 2012;14(Suppl 5):v106–v111. doi: <https://doi.org/10.1093/europace/eus278>
16. Gray RA, Jalife J, Panfilov AV, et al. Mechanisms of cardiac fibrillation. *Science*. 1995;270(5239):1222–1223.
17. Jalife J, Berenfeld O, Mansour M. Mother rotors and fibrillatory conduction: a mechanism of atrial fibrillation. *Cardiovasc Res*. 2002;54(2):204–216. doi: [https://doi.org/10.1016/S0008-6363\(02\)00223-7](https://doi.org/10.1016/S0008-6363(02)00223-7)
18. Narayan SM, Krummen DE, Shivkumar K, et al. 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. *J Am Coll Cardiol*. 2012;60(7):628–636. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.05.022>
19. Calkins H, Hindricks G, Cappato R, et al. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Europace*. 2018;20(1):e1–e160. doi: <https://doi.org/10.1093/europace/eux274>
20. Аванесян Г.А., Темирбулатов И.А., Джанджагава Д.А. Методика высокоэнергетической и кратковременной абляции "High power, short duration" в лечении пациентов с фибрилляцией предсердий // *Креативная кардиология*. — 2022. — Т. 16. — № 2. — С. 179–188. doi: <https://doi.org/10.24022/1997-3187-2022-16-2-179-188> [Avanesyan GA, Temirbulatov IA, Dzhandzhagava DA. High-energy and short-term ablation technique "High power, short duration" in the treatment of patients with atrial fibrillation. *Creative Cardiology*. 2022;16(2):179–188. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.24022/1997-3187-2022-16-2-179-188>
21. Cox JL. The first Maze procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;141(5):1093–1097. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.12.012>
22. Cox JL, Jaquiss RD, Schuessler RB, Boineau JP. Modification of the maze procedure for atrial flutter and atrial fibrillation. II. Surgical technique of the maze III procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1995;110(2):485–495. doi: [https://doi.org/10.1016/S0022-5223\(95\)70245-8](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(95)70245-8)
23. Ревшвили А.Ш. Слово об учителе // *Вестник аритмологии*. — 2009. — № 57. — С. 5–23. [Revishvili AS. Address about the teacher. *Journal of Arrhythmology*. 2009;(57):5–23. (In Russ.)]
24. Wellens HJ, Durrer D. The role of an accessory atrioventricular pathway in reciprocal tachycardia. Observations in patients with and without the Wolff-Parkinson-White syndrome. *Circulation*. 1975;52(1):58–72. doi: <https://doi.org/10.1161/01.cir.52.1.58>
25. Haïssaguerre M, Gencel L, Fischer B, et al. Successful catheter ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 1994;5(12):1045–1052. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1540-8167>
26. Jaïs P, Haïssaguerre M, Shah DC, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med*. 1998;339(10):659–666. doi: <https://doi.org/10.1056/NEJM199809033391003>
27. Poole JE, Bahnson TD, Monahan KH, et al. Recurrence of Atrial Fibrillation After Catheter Ablation or Antiarrhythmic Drug Therapy in the CABANA Trial. *J Am Coll Cardiol*. 2020;75(25):3105–3118. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.04.065>
28. Аванесян Г.А., Филатов А.Г. Биофизические аспекты абляции миокардиальной ткани при лечении пациентов с фибрилляцией предсердий // *Анналы аритмологии*. — 2022. — Т. 19. — № 1. — С. 23–31. doi: <https://doi.org/10.15275/annaritm.2022.1.4> [Avanesyan GA, Filatov AG. Biophysical aspects of myocardial tissue ablation in the treatment of patients with atrial fibrillation. *Annals of Arrhythmology = Annals of Arrhythmology*. 2022;19(1):23–31. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.15275/annaritm.2022.1.4>
29. Tilz RR, Heeger CH, Wick A, et al. Ten-Year Clinical Outcome After Circumferential Pulmonary Vein Isolation Utilizing the Hamburg Approach in Patients With Symptomatic Drug-Refractory Paroxysmal Atrial Fibrillation. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2018;11(2):e005250. doi: <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.117.005250>
30. Reddy VY, Anter E, Rackauskas G, et al. Lattice-Tip Focal Ablation Catheter That Toggles Between Radiofrequency and Pulsed Field Energy to Treat Atrial Fibrillation: A First-in-Human Trial. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2020;13(6):e008718. doi: <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.120.008718>
31. Аванесян Г.А., Сапарбаев А.А., Филатов А.Г. и др. Абляция импульсным полем в лечении фибрилляции предсердия // *Креативная кардиология*. — 2021. — Т. 15. — № 3. — С. 332–341. doi: <https://doi.org/10.24022/1997-3187-2021-15-3-332-341> [Avanesyan GA, Saparbaev AA, Filatov AG, et al. Pulsed field ablation in the treatment of atrial fibrillation. *Creative Cardiology*. 2021;15(3):332–341. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.24022/1997-3187-2021-15-3-332-341>
32. Stewart MT, Haines DE, Verma A, et al. Intracardiac pulsed field ablation: Proof of feasibility in a chronic porcine model. *Heart Rhythm*. 2019;16(5):754–764. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2018.10.030>

113

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Филатов Андрей Геннадьевич, д.м.н. [Andrey G. Filatov, MD, PhD]; адрес: 121609, Москва, Рублевское ш., д. 135 [address: 135 Rublevskoe highway, 121609, Moscow, Russia]; e-mail: agfilatov@bakulev.ru, SPIN-код: 4187-8717, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7026-7814>

Голухова Елена Зеликовна, д.м.н., профессор, академик РАН [Elena Z. Golukhova, MD, PhD, Professor, Academician of the RAS]; e-mail: egolukhova@bakulev.ru, SPIN-код: 9334-5672, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6252-0322>