

© Б.И. КВАША, С.Ю. СЕРГУЛАДЗЕ, И.В. ПРОНИЧЕВА, Е.В. ЛЮБКИНА,
О.В. СОПОВ, Г.Р. МАЦОНАШВИЛИ, З.В. МУСТАПАЕВА, 2020

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2020

УДК 616.12-008.311-089.168:616.126.42:616.12-008.313.2]-089.168

DOI: 10.15275/annaritmol.2020.2.3

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ В КАТЕТЕРНОЙ АБЛАЦИИ ПРЕДСЕРДНЫХ АРИТМИЙ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ МИТРАЛЬНОГО ПОРОКА СЕРДЦА

Тип статьи: оригинальная статья

**Б.И. Кваша, С.Ю. Сергуладзе, И.В. Проничева, Е.В. Любкина, О.В. Сопов,
Г.Р. Мацонашвили, З.В. Мустапаева**

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

Кваша Борис Игоревич, канд. мед. наук, сердечно-сосудистый хирург
Сергуладзе Сергей Юрьевич, доктор мед. наук, ст. науч. сотр., заведующий отделением
Проничева Ирина Владимировна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., orcid.org/0000-0003-2669-2474,
E-mail: irene_pr@mail.ru

Любкина Елена Валентиновна, канд. мед. наук, сердечно-сосудистый хирург
Сопов Олег Валентинович, канд. мед. наук, науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург
Мацонашвили Георгий Рафаэлович, канд. мед. наук, науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург
Мустапаева Заира Вахаевна, кардиолог

Цель. Оценить безопасность и эффективность применения поверхностного картирования в катетерной аблации сложных предсердных аритмий у пациентов после хирургического лечения митрального клапана.

Материал и методы. Мы изучили данные 43 пациентов (средний возраст $56,2 \pm 9,7$ года; 14 женщин) после хирургической вальвулопластики ($n = 14$), после протезирования ($n = 25$) и после комиссуротомии ($n = 4$), проведенных по поводу митрального стеноза ($n = 12$), митральной недостаточности ($n = 14$) или комбинированного порока ($n = 17$). Одномоментное лечение митрального порока и изоляцию легочных вен по поводу фибрилляции предсердий получили 18 (42%) пациентов. Предсердная тахикардия с длиной цикла $335 \pm 29,5$ была преобладающей аритмией после хирургических процедур. Анамнез аритмии $6,8 \pm 4,1$ года. Предсердные тахикардии диагностировались с помощью неинвазивного и инвазивного фазового активационного картирования.

Результаты. Инвазивно у 27 (63%) пациентов диагностированы предсердные риентри тахикардии, у 16 (37,2%) – предсердные очаговые тахикардии. Диагностическая точность электрокардиографического поверхностного картирования составила 95% (100% для эктопии и 92,5% для риентри). Средняя продолжительность процедуры, флюороскопии и аблации составила 162 ± 58 , $26 \pm 8,2$ и $5 \pm 1,9$ (для эктопии) и $26 \pm 15,2$ (для риентри) мин соответственно. Эффективность аблации после одной процедуры составила 81,4%. Всего в исследовании выполнена 51 процедура аблации. В течение $19 \pm 12,8$ мес наблюдения синусовый ритм отмечался у 39 (90,7%) пациентов, в том числе у 12 – антиаритмической терапии. Никаких различий в эффективности аблации между пациентами со стенозом или недостаточностью и между пациентами после митрального протезирования и пластики обнаружено не было ($p = 0,61$ и $p = 0,52$). У пациентов с фокусной активностью результат получен после первой процедуры. У 8 из 27 (30%) пациентов с риентри тахикардией после аблации произошло рецидивирование. Пациенты с успешной аблацией ($n = 35$) показали значительно лучший функциональный статус и увеличение фракции выброса левого желудочка.

Выводы. Использование поверхностного неинвазивного электрокардиографического картирования в катетерной аблации сложных предсердных аритмий у пациентов после хирургических операций на митральном клапане является эффективным и безопасным терапевтическим вариантом. Примене-

ние этого метода с целью предоперационной топической диагностики у наших пациентов позволило провести направленное эндокардиальное картирование и уменьшило время флюороскопии во время внутрисердечного электрофизиологического исследования и абляции. Кроме того, содружественное применение неинвазивной и инвазивной технологий позволило достигнуть стабильного синусового ритма в 81,4% случаев после первой катетерной процедуры, что значительно уменьшило жалобы, связанные с аритмией, и улучшило клинический статус пациента.

Ключевые слова: предсердная тахикардия; эктопия; повторный вход возбуждения; поверхностное электрокардиографическое картирование; катетерная абляция; протезирование митрального клапана; пластика митрального клапана; митральная комиссуротомия.

POSSIBILITIES OF SURFACE ELECTROCARDIOGRAPHIC MAPPING IN CATHETER ABLATION OF ATRIAL ARRHYTHMIAS AFTER SURGICAL TREATMENT OF MITRAL HEART DISEASE

B.I. Kvasha, S.Yu. Serguladze, I.V. Pronicheva, E.V. Lubkina, O.V. Sopov, G.R. Matsonashvili, Z.V. Mustapaeva

Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, 121552, Russian Federation

Boris I. Kvasha, Cand. Med. Sc., Cardiovascular Surgeon

Sergey Yu. Serguladze, Dr. Med. Sc., Senior Researcher, Head of Department

Irina V. Pronicheva, Cand. Med. Sc., Senior Researcher, orcid.org/0000-0003-2669-2474,

E-mail: irene_pr@mail.ru

Elena V. Lubkina, Cand. Med. Sc., Cardiovascular Surgeon

Oleg V. Sopov, Cand. Med. Sc., Researcher, Cardiovascular Surgeon

George R. Matsonashvili, Cand. Med. Sc., Researcher, Cardiovascular Surgeon

Zaira V. Mustapaeva, Cardiologist

Objective. To evaluate the safety and effectiveness of surface mapping in catheter ablation of complex atrial arrhythmias in patients after mitral valve surgery.

Material and methods. We studied 43 patients (average age 56.2 ± 9.7 years; 14 women) after surgical valvuloplasty ($n = 14$), after prosthetics ($n = 25$) and after commissurotomy ($n = 4$), performed for mitral stenosis ($n = 12$), mitral insufficiency ($n = 14$) or combined malformation ($n = 17$). Simultaneous treatment of mitral malformation and isolation of pulmonary veins for atrial fibrillation received 18 (42%). Atrial tachycardia with a cycle length of 335 ± 29.5 was the predominant arrhythmia after surgical procedures. History of arrhythmia of 6.8 ± 4.1 years. Atrial tachycardia was diagnosed using non-invasive and invasive phase activation mapping.

Results. 27 (63%) patients were diagnosed with atrial reentry tachycardia and 16 (37.2%) patients with atrial focal tachycardia. The diagnostic accuracy of electrocardiographic surface mapping was 95% (100% for ectopia and 92.5% for reentry). The average duration of the procedure, fluoroscopy, and ablation was 162 ± 58 , 26 ± 8.2 , and 5 ± 1.9 (for ectopia) and 26 ± 15.2 (for reentry), respectively. The effectiveness of ablation after one procedure was 81.4%. A total of 51 ablation procedures were performed in the study. During 19 ± 12.8 months of follow-up, sinus rhythm was observed in 39 (90.6%) patients, including 12 on antiarrhythmic therapy. There were no differences in the effectiveness of ablation between patients with stenosis or insufficiency and between patients after mitral prosthetics and plastic surgery ($p = 0.61$ and $p = 0.52$). In patients with focal activity, the result was obtained after the first procedure. In 8 out of 27 (30%) patients with reentry tachycardia, relapse occurred after ablation. Patients with successful ablation ($n = 35$) showed significantly better functional status and increased left ventricular ejection fraction.

Conclusions. The use of surface noninvasive electrocardiographic mapping in catheter ablation of complex atrial arrhythmias in patients after mitral valve surgery is an effective and safe therapeutic option. The use of this method for preoperative topical diagnostics in our patients allowed us to conduct directional endocardial mapping and reduced the time of fluoroscopy during intracardiac electrophysiological examination and ablation. In addition, the friendly use of non-invasive and invasive technologies allowed to achieve a stable sinus rhythm in 81.4% of cases after the first catheter procedure, which significantly reduced arrhythmia-related complaints and improved the patient's clinical status.

Keywords: atrial tachycardia; ectopia; reentry; surface electrocardiographic mapping; catheter ablation; mitral valve replacement; mitral valve repair; mitral commissurotomy.

Введение

Различные предсердные тахикардии (ПТ) и фибрилляция предсердий (ФП) часто встречаются у пациентов с пороками митрального клапана (МК) [1, 2]. Наличие аритмии обычно усугубляет уже имеющиеся нарушения гемодинамики. Хирургическое вмешательство устраняет неблагоприятные гемодинамические последствия клапанного дефекта, но этого, как правило, недостаточно для восстановления или поддержания синусового ритма [3, 4]. У пациентов с ФП, осложняющей течение митрального порока, возможно выполнение операции «Лабиринт», которая сочетает криомодификацию с коррекцией порока МК и является единственным радикальным методом, позволяющим значительно снизить частоту развития ФП при длительном наблюдении [5]. Но этот вариант возможен только у пациентов, имеющих документированные эпизоды ФП до операции на клапане. Кроме того, даже при сочетанных антиаритмических и клапанных операциях частота рецидивов ФП может достигать 38% [6].

Однако у значительной части пациентов ПТ развиваются через некоторое время после проведения хирургического лечения митрального порока сердца [7, 8]. Данные нарушения ритма приводят к снижению сердечного выброса и ухудшают качество жизни пациента из-за нарушений системной гемодинамики. Консервативное лечение антиаритмическими препаратами (ААП) неэффективно, как часто бывает в этой группе пациентов [9]. В таких условиях требуется повторное вмешательство на сердце, синусовый ритм может быть восстановлен и сохранен путем радиочастотной абляции (РЧА) субстрата аритмии. Однако катетерное лечение является сложной задачей из-за различных механизмов и источников аритмии, располагающихся повсеместно в предсердиях [10, 11].

До клинического внутрисердечного электрофизиологического исследования (ЭФИ) стандартным методом диагностики источника возникновения и механизма предсердной тахикардии является электрокардиография (ЭКГ) в 12 отведениях [2, 12]. Тем не менее возможности 12-канальной ЭКГ в диагностике механизмов и локализации аритмий ограничены, особенно в условиях предшествующих операций, и часто требуют сложных алгоритмов [13, 14].

Современные системы нефлюороскопического навигационного картирования дают воз-

можность четко представить распространение возбуждения по миокарду при тахикардии в режиме реального времени, идентифицировать как фокальную активность, так и зону критического проведения, так называемый прорыв, что способствует успешной катетерной абляции [8, 15, 16]. Эти системы полагаются на последовательное, «удар-за-ударом», картирование аритмии, которое требует 10–30 мин для сбора и дополнительной постобработки информации, чтобы понять механизм ПТ. Кроме того, эти системы предоставляют данные картирования только во время инвазивной процедуры; таким образом, они лишены преимущества, позволяющего врачам заранее планировать процедуру для лучшего лечения сложной аритмии.

Можно сказать, что диагностика ПТ продолжает быть сложной задачей, оставляя место для улучшения планирования инвазивного ЭФИ и последующей абляции. Это указывает на необходимость применения дополнительных методов диагностики, которые могли бы обеспечить получение электрофизиологических данных для диагностики и более детального понимания механизма различных типов предсердных аритмий на дооперационном этапе.

Поверхностное ЭКГ-картирование – новый инструмент диагностики, который дает возможность неинвазивно визуализировать глобальные паттерны активации предсердий, причем как устойчивых, так и кратковременных ПТ, от единственного удара тахикардии за цикл [17–19].

Цель данного исследования – оценка безопасности и эффективности применения поверхностного ЭКГ-картирования в интервенционном лечении сложных предсердных аритмий у пациентов после хирургических вмешательств на МК.

Материал исследования

На базе НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева 43 пациентам (29 мужчин и 14 женщин; средний возраст $56,2 \pm 9,7$ года) была выполнена катетерная абляция рефрактерных к медикаментозному лечению ПТ. В исследуемой популяции все пациенты ранее перенесли клапансохраняющие или клапанзамещающие операции по поводу митрального стеноза ($n = 12$), митральной недостаточности ($n = 14$) и комбинированного порока МК ($n = 17$) в сочетании с антиаритмическими операциями или без них (табл. 1).

Длительность анамнеза аритмии в общей популяции исследования до момента абляции составила в среднем $6,8 \pm 4,1$ года (диапазон от

Клинико-демографическая характеристика пациентов (n = 43)

Показатель	Значение
Мужской пол	29 (67)
Возраст, лет	56,2 ± 9,7
Гипертоническая болезнь	34 (79)
Сахарный диабет	13 (30)
Индекс массы тела	26,9 ± 4,56
Нарушения мозгового кровообращения	5 (12)
Предыдущие аблации по поводу ФП	18 (42)
эпикардиально-биполярная РЧА	11 (26)
криоаблация	7 (16)
+ линейные воздействия	6 (14)
Длина цикла предсердной тахикардии, мс	335 ± 29,5
Прием антиаритмических препаратов на пациента	3,2 ± 1,5
Анамнез аритмии, лет	6,8 ± 4,1
Объем левого предсердия, мл	124,18 ± 14,68
Индекс максимального объема левого предсердия, мл/м ²	45,4 ± 11,2
Диаметр левого предсердия, мм	51 ± 6,8
Конечный диастолический размер левого желудочка, см	5,54 ± 0,64
Фракция выброса левого желудочка, %	52,8 ± 9,7
Индекс по шкале CHA ₂ DS ₂ -VASc, баллы	1,7 ± 1,5

Примечание: CHA₂DS₂-VASc – акроним: Congestive heart failure – хроническая сердечная недостаточность (1 балл); Hypertension – гипертоническая болезнь (1 балл); Age – возраст старше 75 лет (2 балла); Diabetes mellitus – сахарный диабет (1 балл); Stroke – инсульт/транзиторная ишемическая атака/системный эмболизм в анамнезе (2 балла); Vascular disease – поражение сосудов (1 балл); Age – возраст 65–74 года (1 балл), Sex category – женский пол (1 балл). Средние величины представлены в виде M ± SD, где M – среднее значение, SD – стандартное отклонение, качественные данные – в виде абсолютного числа человек и их доли – n (%).

1 года до 12 лет). До хирургического лечения митрального дефекта ФП была единственной или преобладающей аритмией у 18 (42%) пациентов (пароксизмальная – у 2 пациентов, персистирующая – у 7, длительно персистирующая – у 9 больных).

У 4 (9%) пациентов миниинвазивная открытая митральная комиссуротомия с применением искусственного кровообращения через правостороннюю переднебоковую торакотомию в пятом межреберье была единственной операцией, которую провели в других кардиохирургических стационарах по поводу митрального стеноза. Здесь использовался доступ к МК через правое крыло левого предсердия (ЛП) и межпредсердную перегородку (МПП).

Всего 14 (32%) пациентам была выполнена пластика МК по поводу митральной недостаточности. Изолированная пластика МК была проведена 7 (16%) пациентам (в их числе 3 аннулопластики на опорном кольце в митральной позиции и 4 реконструктивные операции на хордах и папиллярных мышцах МК). Семь (16%) пациентов, страдающих митральной недостаточностью и ФП, перенесли пластику МК

в сочетании с антиаритмической операцией – модификацией операции «Лабиринт» с применением криовоздействия и пластикой трикуспидального клапана (ТК).

Хирургическое лечение по замене клапана механическим протезом выполнено у 25 (58%) пациентов со стенозом МК (n = 8) и комбинированным пороком МК (n = 17). Проводилось изолированное протезирование МК (n = 8), протезирование МК и пластика ТК (n = 6), одномоментное протезирование МК, пластика ТК и эпикардиально-биполярная РЧА-изоляция легочных вен (n = 11). Таким образом, протезирование МК сочеталось с пластикой ТК у 17 (40%) пациентов.

В целом одномоментное хирургическое лечение митрального порока и ФП получили 18 (42%) пациентов.

После хирургического лечения МК все пациенты из изучаемой популяции страдали симптоматическими эпизодами ПТ. Средняя длина цикла клинической ПТ составила 335 ± 29,5 мс. Непрерывные эпизоды аритмии могли сохраняться от 2 нед до 48 мес (в среднем 1,47 ± 17,12 мес). Пациенты в течение длительного времени

получали в среднем $3,2 \pm 1,5$ (диапазон 2–4) ААП, которые были отменены из-за неэффективности или выраженных побочных эффектов.

Средний размер ЛП по данным эхокардиографии (ЭхоКГ) составил $51 \pm 6,8$ мм (диапазон 42–61 мм), а среднее значение фракции выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) составило $52,8 \pm 9,7\%$ (диапазон 38–62%). Средний и пиковый градиент на МК составили $5,47 \pm 1,12$ мм рт. ст. (диапазон 4,1–7,2 мм рт. ст.) и $12,6 \pm 3,2$ мм рт. ст. (диапазон 9,6–18,7 мм рт. ст.) соответственно.

Все пациенты получали антикоагулянтную терапию варфарином. Накануне процедуры варфарин отменяли и пациентов переводили на перипроцедурный период приема фрагмина с последующим возобновлением приема варфарина на следующий день после аблации под контролем свертываемости крови.

Методы исследования

Поверхностное ЭКГ-картирование. Всем пациентам в предоперационном периоде выполнялась процедура поверхностного неинвазивного ЭКГ-картирования для определения локализации очага и механизма аритмии – фокальной активации против ривентри. Последний включал в себя перимитральные, кавотрикуспидальные истмус-зависимые, септальные тахикардии и тахикардии вокруг легочных вен (ЛВ).

Неинвазивное поверхностное активационное ЭКГ-картирование включало в себя следующие этапы:

1) проведение многоканальной регистрации ЭКГ: многоэлектродный жилет записывает 224 электрокардиограммы поверхности тела;

2) пациентам с наложенными поверхностными электродами проводилась мультиспиральная компьютерная томография грудной клетки (сканер «Imatron Evolution C-150») с внутривенным контрастированием для получения трехмерной анатомии сердца. Используется различный шаг спирали: 5 мм для сканирования всей грудной клетки и шаг спирали 1 мм для сканирования области сердца;

3) затем электрические потенциалы, электрограммы и изохроны восстанавливаются на поверхности сердца с использованием геометрической информации из компьютерной томографии и математического алгоритма для дальнейшего построения поверхностных и реконструируемых эпикардальных изопотенциальных и изохронных карт.

Затем проводили тщательный анализ полученных данных. Выбирали окно из 1 цикла тахикардии, включающее отчетливые Р-волны тахикардии и/или индуцирующие тахикардию экстрасистолы, если таковые имелись. Окно выбирали таким образом, чтобы начало совпадало с преобладающим отклонением на сигнале с поверхности тела в относительном расположении передних грудных отведений. Если были доступны дополнительные циклы, проводилось усреднение сигнала и специфические анализы на основе алгоритмов. Между двумя предсердиями мы идентифицировали и выделили пассивно активируемую камеру (положительная морфология [R или Rs] однополярных электрограмм) из активной (движущей) камеры (отрицательная морфология [QS или Qr] однополярных электрограмм) на основе выбранного окна интереса.

Инвазивное электрофизиологическое исследование. После проведения поверхностного ЭКГ-картирования пациенты подвергались инвазивному ЭФИ с применением нефлюороскопической системы трехмерного картирования. Перед процедурой ЭФИ и аблацией всем пациентам выполняли чреспищеводную ЭхоКГ сердца, чтобы исключить наличие тромбов в ЛП.

Диагностические и аблационные катетеры вводили в полость сердца под местной анестезией (*Sol. Novocaini* 0,5%), используя доступы к правой бедренной вене и к левой подключичной вене по методике Сельдингера. Поверхностная ЭКГ в 12 отведениях и биполярные эндокардиальные электрограммы регистрировались с помощью электрофизиологической системы Prucka Cardiolab 4,0 (General Electric, США). Во время каждой процедуры мы использовали 3D-электроанатомические системы картирования Carto XP (Biosense Webster, Diamond Bar, США), что позволило создать анатомические, потенциальные и активационные карты. У каждого пациента использовали управляемый 10-полюсный диагностический катетер (Biosense Webster, США), который устанавливали в коронарный синус в начале процедуры для регистрации предсердной активности с области левой атриовентрикулярной (АВ) борозды. В ряде случаев использовался управляемый катетер с 20 электродами HALO XP (Biosense Webster, США) для картирования зоны вокруг кольца ТК. Для картирования и анатомической реконструкции ЛП использовалась пункция МПП трансептальной иглой Брокенбурга (St. Jude, США)

под флюороскопическим контролем. В ЛП проводили интродьюсеры Swartz SR0 (St. Jude, США) или Preface. Первым этапом выполняли контрастирование ушка ЛП. Далее в полость ЛП проводили диагностический круговой катетер Lasso 25/15 (Biosense Webster, Diamond Bar, США) и орошаемый навигационный абляционный электрод NaviStar Thermocool (Biosense Webster, Diamond Bar, США), используемые для картирования и подтверждения изоляции ЛВ. Подключали систему нефлюороскопического эндокардиального картирования Carto XP (Biosense Webster, Diamond Bar, США). Выполняли трехмерную электроанатомическую реконструкцию предсердий с построением изопотенциальной и изохронной эндокардиальных карт. По данным системы Carto XP определяли локализацию круга риентри или фокусного очага, данные сопоставляли с результатами поверхностного ЭКГ-картирования.

После введения катетера в ЛП вводили гепарин первоначально по 100 ЕД/кг, а затем 1000–1500 ЕД каждый час под контролем активированного времени свертывания в диапазоне 200–300 с ($220 \pm 28,7$ с). Мониторинг с помощью неинвазивного артериального давления и цифровой пульсоксиметрии проводился непрерывно на протяжении всей процедуры.

Данные поверхностного ЭКГ-картирования в диагностике механизма и локализации аритмии считались точными, когда обнаружение мишени абляции (уязвимый участок риентри или очаг клинической аритмии) соответствовало полученному результату при инвазивном картировании и впоследствии подтверждалось успешной абляцией с восстановлением синусового ритма.

Параметры абляции. У всех пациентов абляция проводилась с помощью 3,5-миллиметрового орошаемого навигационного абляционного катетера NaviStar Thermocool (Biosense Webster, Diamond Bar, США). Параметры абляции регулировались в зависимости от места проведения абляции. Максимальная выходная мощность при абляции не превышала 35 Вт при изоляции ЛВ и 42 Вт – при создании линий абляции и абляции сложных фракционированных предсердных потенциалов в пределах правого и левого предсердий, за исключением задней стенки ЛП и коронарного синуса, где максимальная выходная мощность устанавливалась на уровне 25–30 Вт. В целом мощность варьировала в пределах 20–42 Вт при целевой температуре обычно ниже 43 °С (максимум 45 °С), что достигалось

с помощью регулируемых вручную скоростей орошения 5–60 мл/мин (0,9% нормального физиологического раствора через охлаждающий насос Biosense Webster, Diamond Bar, США) или с фиксированной скоростью потока 17 мл/мин.

Объем процедуры зависел от клинической ситуации. Конечной точкой было прекращение тахикардии во время продолжающейся абляции. При абляции риентри ПТ места применения РЧ-энергии были выбраны на основании анализа активационного картирования и стимуляционного entrainment-картирования. Для пациентов, у которых линии абляции были созданы в пределах крыши ЛП (между двумя верхними легочными венами), митрального перешейка (между МК и нижней левой ЛВ) или кавотрикуспидального перешейка в пределах правого предсердия (между ТК и нижней полой веной), конечная точка представляла собой двунаправленный блок проводимости в этих областях. При наличии синусового ритма блок перешейка определялся с помощью прямых критериев, регистрируемых из зоны РЧ-воздействия. Возникновение двухкомпонентной электрограммы, которая регистрировалась с абляционного электрода, с интервалом более 140 мс между стимулом и ответом на фоне стимуляции коронарного синуса свидетельствовало о наличии полной блокады проведения. Если в ранее выполненных линейных воздействиях были обнаружены разрывы, то абляция проводилась на стимуляции/синусовом ритме до тех пор, пока не достигался двунаправленный блок.

После восстановления синусового ритма мы оценивали индуцируемость аритмии путем быстрой стимуляции от коронарного синуса вниз до длительности цикла 220–200 мс или равной рефрактерному периоду предсердий.

Долгосрочное наблюдение после процедуры РЧА. С целью оценки эффективности процедуры РЧА пациентов обследовали через 4 нед после выписки, а затем каждые 3–6 мес. ЭКГ регистрировалась во время каждого визита, а холтеровское мониторирование проводилось не реже 2 раз в год. Кроме того, стандартная ЭКГ и/или холтеровское мониторирование проводилось всякий раз, когда пациенты сообщали о рецидиве сердцебиения. Рецидив аритмии определялся как рецидив ФП или ПТ, регистрируемый на ЭКГ и длящийся более 30 с, или любое сердцебиение аналогичного характера, как и до абляции, длящееся более 3 мин и возникающее более чем через 3 мес после абляции. Рецидивы

аритмии в течение 3 мес после абляции связывали с процессом заживления и не считались неэффективной абляцией. Последующие ЭхоКГ проводились после каждой процедуры абляции и не реже 1 раза в 2 года в течение длительного периода наблюдения.

Результаты

У 43 хирургически пролеченных пациентов с клинически установленными ПТ проводилась

топическая диагностика с помощью поверхностного ЭКГ-картирования и инвазивного ЭФИ.

Предсердные ринтриты тахикардии. У 27 (63%) пациентов после хирургических вмешательств (14 – протезирование МК, 13 – вальвулопластика МК) преобладающим механизмом аритмии был повторный вход возбуждения ($p=0,016$).

Электроанатомическое картирование правого предсердия (ПП) выявило отсутствие предсердной активности менее 0,5 мВ (рубцовые по-

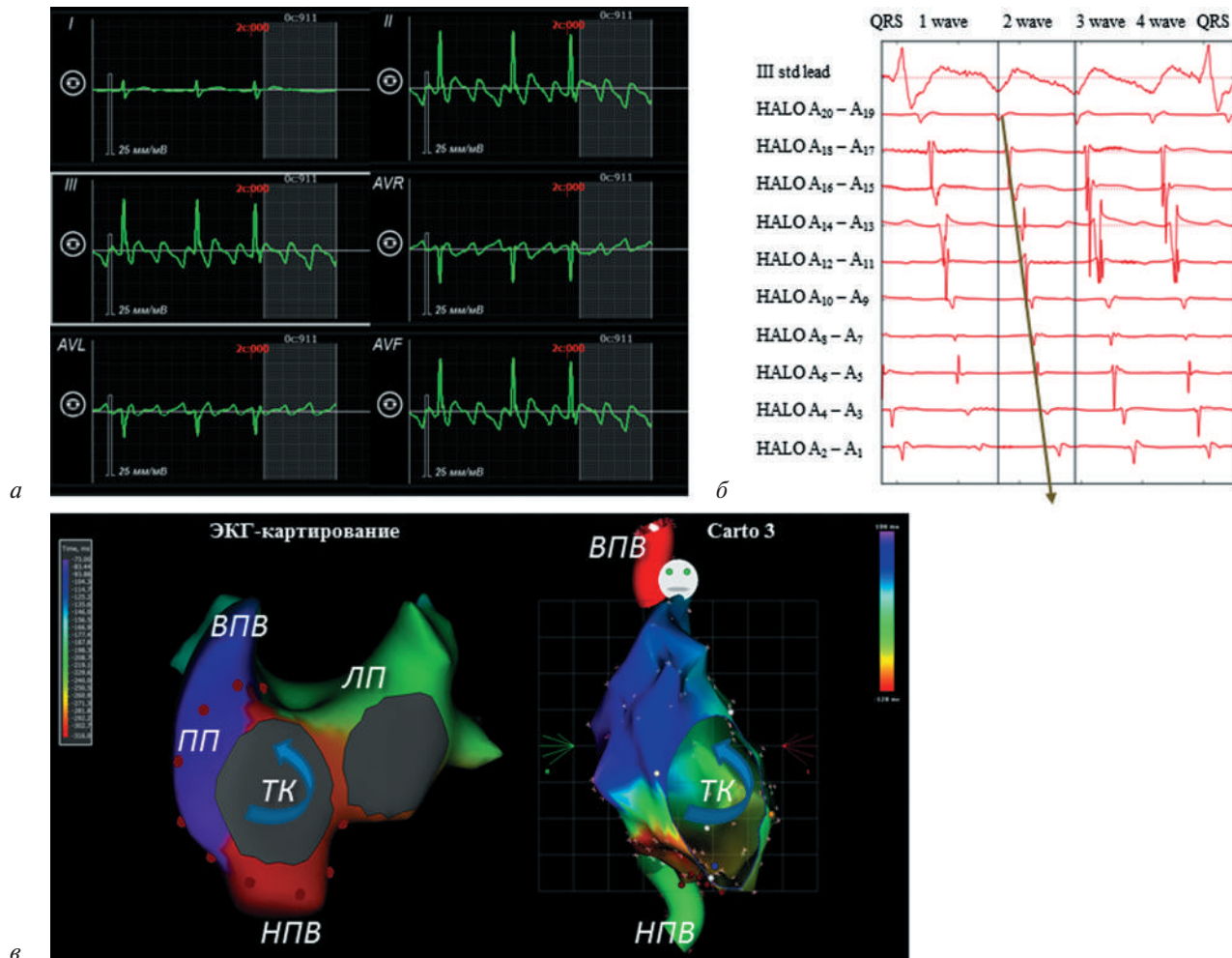


Рис. 1. Истмус-зависимая предсердная тахикардия:

а – поверхностная электрокардиограмма клинической тахикардии во время электрофизиологического исследования у пациента, который ранее перенес вальвулопластику митрального клапана и катетерную абляцию при фибрилляции предсердий; б – внутрисердечные электрограммы, регистрируемые с использованием специального многополюсного диагностического электрода HALO, расположенного по кольцу ТК, демонстрируют фронт распространения возбуждения вокруг трикуспидального кольца против часовой стрелки; в – левая панель: для определения зоны активации миокарда, ответственной за поддержание аритмии, используется методика неинвазивного фазового картирования. На его основании проводится построение изохронной ЭКГ-карты активации истмус-зависимой предсердной тахикардии против часовой стрелки. Миокард вокруг области атриоventрикулярного кольца и межпредсердной перегородки активируется снизу вверх, с последующей активацией свободной стенки правого предсердия сверху вниз. Прорывы левого предсердия в коронарном синусе и области пучка Бахмана приводят к септально-латеральной активации переднего и заднего сегментов левого предсердия. В цветовой шкале самый ранний сайт активации имеет красный цвет, а поздний – фиолетовый. Длина цикла составляет 305 мс. Значительная часть длины цикла находится в зоне медленной проводимости (кавотрикуспидальный перешеек), по обе стороны которого фиолетовый цвет встречается с красным. Правая панель: интраоперационно проводится построение изохронной карты с использованием инвазивной системы трехмерной визуализации Carto 3. Отмечается полное совпадение карт активации в переднезадней проекции.

ВПВ – верхняя полая вена; ЛП – левое предсердие; НПВ – нижняя полая вена; ПП – правое предсердие; ТК – трикуспидальное кольцо

ля), которые распространялись до нижней полой вены, у 4 пациентов рубцы располагались на нижнебоковой стенке, у 3 – на переднебоковой стенке ПП.

Среди 27 риентри тахикардий, диагностированных инвазивно, 11 (41%) были кавотрикуспидальными истмус-зависимыми. В 5 случаях фронт деполяризации распространялся через нижний перешеек (зону замедленного проведения), расположенный между нижней полой веной и периметром ТК. Причем волна возбуждения могла циркулировать как против, так и по ходу часовой стрелки вокруг ТК (рис. 1). Шесть случаев были обусловлены формированием нижнепетлевого круга риентри в местах канюляции нижней полой вены – вокруг устья нижней полой вены (2) и вокруг рубцового поля на нижнебоковой стенке ПП (4) с прорывом волны возбуждения через терминальную кристу на разных ее участках. При этом циркуляция импульса происходила против хода часовой стрелки.

Другие 16 (59%) случаев из 27 риентри тахикардий были истмус-независимыми ПТ. В 2 случаях верхнепетлевым кругом риентри являлся распространяющийся фронт деполяризации вокруг рубца после атриотомии в области свода ПП по периметру верхней полой вены (область канюляции) с циркуляцией импульса «по часовой стрелке», при этом нижние отделы ПП не вовлекались в цикл тахикардии. В 3 случаях двухциклических ПТ волна возбуждения циркулировала вокруг ТК и рубцового поля на переднебоковой стенке ПП. Абляция в области перешейка ПП приводила к изменению цикла тахикардии. Остальные 11 случаев были обусловлены циркуляцией волны возбуждения в ЛП – вокруг кольца МК (3), вокруг устьев ЛВ (4), вокруг рубца в области крыши ЛП (3), вокруг перешейка между МК и левой нижней ЛВ (1).

Шесть из 27 (22,2%) рецидивирующих риентри (3 перимитральных, 2 крышезависимых и 1 левопредсердный истмус-зависимый) наблюдались у пациентов, ранее перенесших абляцию ФП, из них 2 случая криовоздействия и 4 случая РЧ-воздействия. Во всех случаях выполнялись также линейные поражения.

Поверхностное ЭКГ-картирование точно диагностировало все случаи истмус- и крышезависимых ПТ и ПТ, связанных с рубцом после атриотомии и/или канюляции полых вен. Один из 3 случаев циркуляции возбуждения вокруг МК был точно диагностирован с помощью неинвазивной системы картирования (рис. 2). В ос-

тальных 2 случаях перимитрального риентри неинвазивный анализ во время ПТ не выявил никакой определенной закономерности (фокальной или повторной), за исключением активации против часовой стрелки (сверху вниз) боковой стенки ПП. Это объяснялось наложением QRST-комплекса на Р-волну (АВ-проведение 2:1), не позволяющего выбрать 1 полный цикл тахикардии. Кроме того, исследовались предсердия, ранее подвергнутые атриотомии и абляции, с существенно низкими амплитудами Р-волны тахикардии, что еще больше осложнило и поставило под сомнение диагноз. Наблюдение ответа на стимуляцию (методика «entrainment») по электрограмме электрода, установленного в коронарном синусе, помогало диагностировать риентри аритмии ЛП. Таким образом, диагностическая точность поверхностного ЭКГ-картирования для предсердных риентри тахикардий составила 92,5% (n = 25).

Фокусные предсердные тахикардии. У 16 (37,2%) пациентов после хирургических вмешательств (11 – протезирование МК, 5 – вальвулопластика МК) инвазивно верифицирована фокусная активность, когда активация центрально распространяется от небольшого источника [16].

Локализация эктопических очагов была следующей: 11 исходили из ЛП, 3 – справа, 2 – из МПП. Среди ранних зон предсердной активации, исходящей спереди из ЛП, 2 находились на передней стенке ЛП и 2 – в основании ушка ЛП. Среди ранних зон предсердной активации, исходящих сзади в ЛП, 3 были расположены в устьях ЛВ (левая верхняя – 2, левая нижняя – 1), 1 – между левой нижней легочной веной и вечным синусом, 1 – на крыше, 1 – на стыке крыши с устьем левой верхней легочной вены, 1 – между правой верхней и правой нижней легочными венами.

Три источника очаговых тахикардий ПП происходили из следующих зон: из области перехода пограничного гребня в НПВ, из устья верхней полой вены и из нижнебоковой стенки (рис. 3). Среди 2 септальных очагов, диагностированных неинвазивно, один возник из перегородки около овальной ямки и один – из верхней части МПП со стороны ЛП.

Двенадцать (75%) из 16 фокусных ПТ обнаружены у пациентов, получивших абляционные воздействия вместе с клапанной операцией. Поверхностное ЭКГ-картирование правильно диагностировало все очаговые тахикардии.

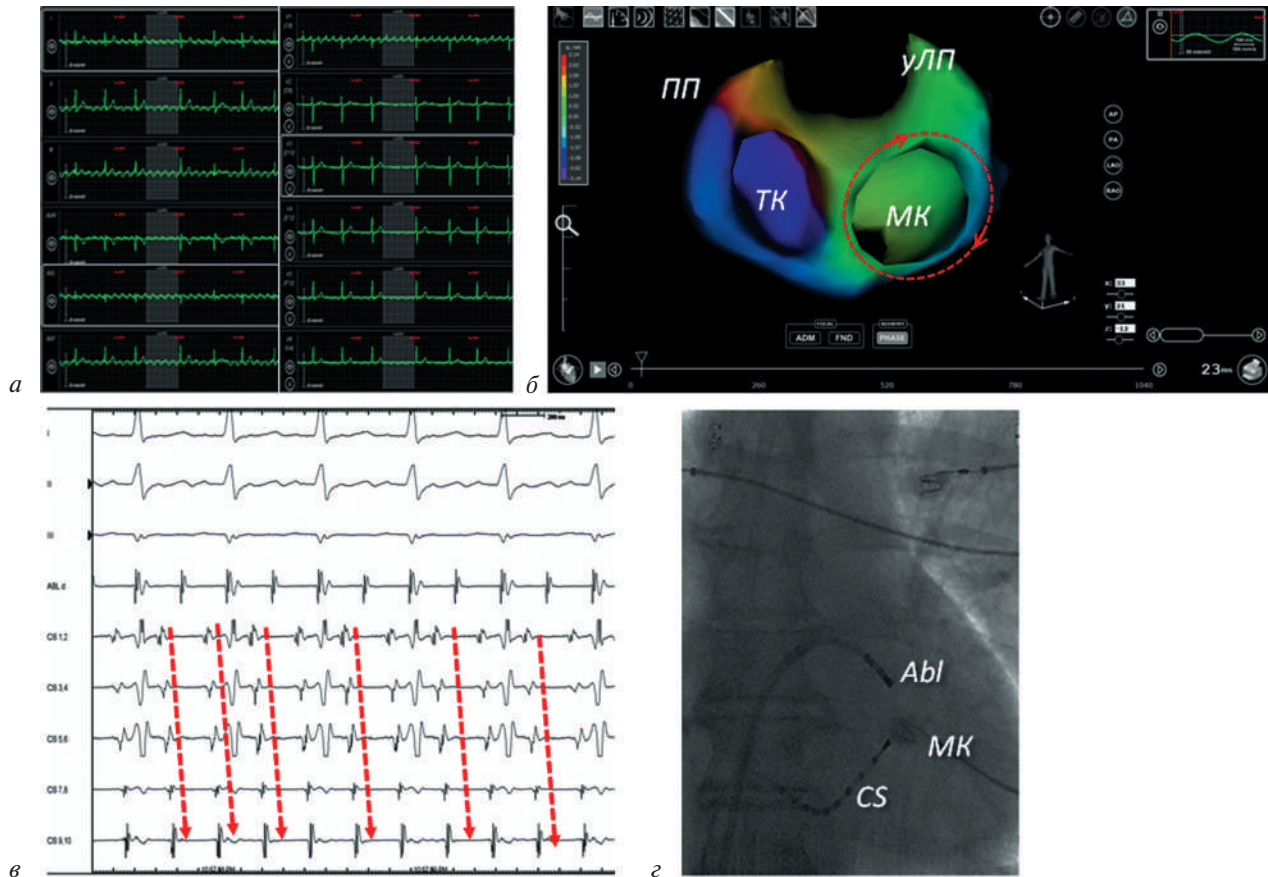


Рис. 2. Истмус-независимая предсердная тахикардия вокруг кольца митрального клапана:

а – поверхностная электрокардиограмма клинической тахикардии во время электрофизиологического исследования у пациента, который ранее перенес протезирование митрального клапана; *б* – изохронная ЭКГ-карта активации риентри тахикардии вокруг митрального клапана по часовой стрелке. Коронарный синус и смежный задненижний участок левого предсердия активируются в направлении от латерального к септальному участкам, охватывая почти всю длину цикла тахикардии. Правая свободная стенка активируется сверху вниз. Кавотрикуспидальный перешеек активируется в боковом (поперечном) направлении (к свободной стенке правого предсердия) от перегородки без существенной задержки проводимости, подтверждая роль правого предсердия как наблюдателя (пассивная активация миокарда) при перимитральной тахикардии; *в* – поверхностная электрокардиограмма и внутрисердечные электрограммы от латерального митрального перешейка и коронарного синуса, зарегистрированные во время электрофизиологического исследования. Красными стрелками указан фронт электрического возбуждения, распространяющийся от области заднебоковой стенки левого предсердия к устью коронарного синуса; *г* – рентгенограмма в переднезадней проекции, показывающая местоположение внутрисердечных электродов. Кончик абляционного электрода (Abl) располагается в области эффективной аблации в левом латеральном истмусе.

МК – митральное кольцо; ПП – правое предсердие; ТК – трикуспидальное кольцо; УЛП – ушко левого предсердия; АВЛd – электрограмма с картирующего электрода, установленного в зоне эффективной РЧА (область латерального истмуса сердца между левой нижней легочной веной и митральным кольцом); CS 1,2–9,10 – электрограммы с дистального и проксимального полюсов электрода в коронарном синусе; CS – диагностический электрод в коронарном синусе

Эффективность РЧА. У 43 обследованных пациентов была выполнена 51 процедура аблации с использованием системы CARTO без серьезных осложнений (в среднем 1,18 процедуры на одного пациента). Это позволило поддерживать синусовый ритм в течение длительного периода наблюдения (в среднем $19 \pm 12,8$ мес, диапазон – 12–37 мес) у 39 (90,6%) пациентов, в том числе у 12 на фоне приема ААП: амиодарон 100 мг/сут (5 пациентов), соталекс (3 пациента), пропафенон (4 пациента). Одной процедуры аблации было достаточно для длительного поддержания синусового ритма у 35 (81,4%) пациентов.

Из 18 пациентов, которым ранее была проведена изоляция ЛВ во время клапанной процедуры, у 7 (39%) отмечалось возвращение проводимости между предсердием и по крайней мере одной ЛВ. В 10 (56%) случаях отмечали прорывы возбуждения в линиях аблации, соединяющих ЛВ, в линейных воздействиях в области крыши ЛП и по задней стенке между коллекторами ЛВ. У 1 (5%) больного была неполная изоляция левого перешейка между МК и левой нижней ЛВ.

Средняя продолжительность процедуры и флюороскопии составила 162 ± 58 и $26 \pm 8,2$ мин соответственно. Время аблации для фокусных и риентри тахикардий составило в среднем

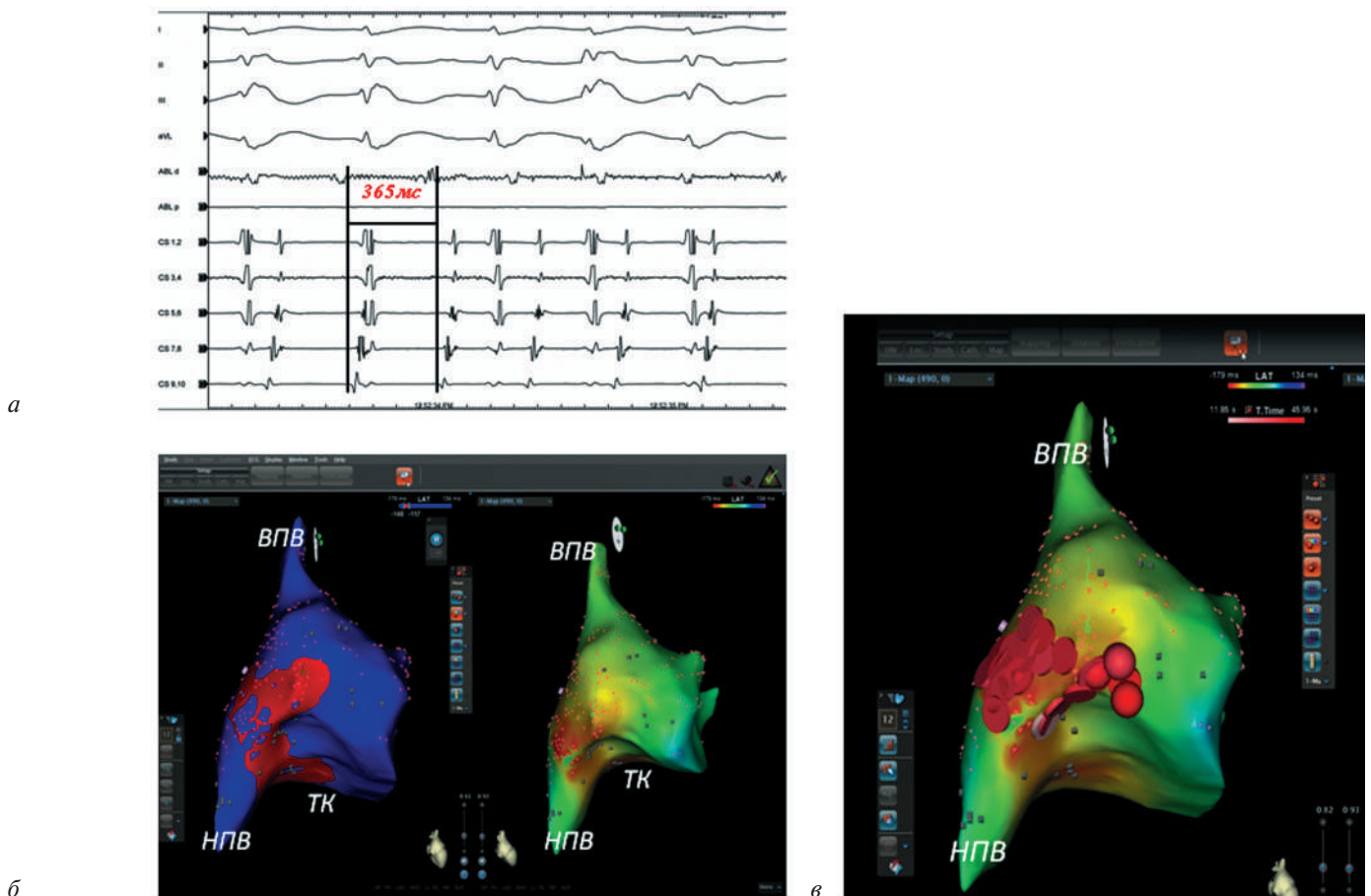


Рис. 3. Фокусная предсердная тахикардия:

a – поверхностная электрокардиограмма и эндокардиальные электрограммы клинической тахикардии во время электрофизиологического исследования у пациента, который ранее перенес вальвулопластику митрального клапана. Длина цикла составляет 365 мс. Локальные электрограммы показывают правосторонний фронт активации по электроду в коронарном синусе; *б* – левая панель: результаты неинвазивной диагностики позволили интраоперационно провести направленное эндокардиальное картирование правого предсердия с использованием инвазивной нефлюороскопической системы Carto 3. Визуализируется эксцентричное распространение возбуждения от очага эктопии. Правая панель: изохронная карта активации во время фокусной тахикардии из нижнебоковой стенки правого предсердия. Участки правого предсердия изображены разными цветами: от красного цвета в области наиболее ранней активации до фиолетового в области наиболее поздней активации; *в* – трехмерная изохронная карта активации правого предсердия в переднебоковой проекции. Красными точками указаны места абляции в эффективном месте – в нижнебоковой стенке правого предсердия.

ВПВ – верхняя полая вена; НПВ – нижняя полая вена; ТК – трикуспидальное кольцо; ABLd, ABLp – электрограммы с картирующего электрода, установленного на нижнебоковой стенке правого предсердия; CS 1,2–9,10 – электрограммы с дистального и проксимального полюсов электрода в коронарном синусе

$5 \pm 1,9$ и $26 \pm 15,2$ мин. Эффективность абляции достоверно не различалась между пациентами с митральным стенозом и митральной регургитацией ($p=0,61$). Точно так же не было отмечено различий в отношении поддержания синусового ритма между пациентами, ранее получавшими клапансохраняющие или клапанзамещающие операции; протезирование: синусовый ритм у 20 (80%) пациентов из 25; вальвулопластика и митральная комиссуротомия: синусовый ритм у 15 (83%) из 18 пациентов ($p=0,52$).

Пациенты, у которых удалось добиться стабильного синусового ритма, показали значительное снижение жалоб, связанных с аритмией, согласно оценке по шкале Европейской ассоци-

ации сердечного ритма (EHRA), и улучшение функционального состояния, по классификации Нью-Йоркской кардиологической ассоциации (New York Heart Association, NYHA), сопровождаемое уменьшением размера ЛП и увеличением ФВ ЛЖ. Напротив, у 8 пациентов, у которых сохранялась аритмия, наблюдалась тенденция к увеличению ЛП и уменьшению ФВ ЛЖ (табл. 2). У 8 (30%) из 27 пациентов с ридири тахикардией отмечен рецидив аритмии, из них 6 (75%) ранее имели клапанную операцию и лечение ФП с линейными повреждениями.

В связи с этим 8 пациентов были повторно картированы с использованием поверхностного ЭКГ-картирования с последующим стандартным

Таблица 2

Клинические и эхокардиографические данные в зависимости от успешности аблации

Показатель	Пациенты с успешной аблацией (n = 35)	Пациенты с рецидивирующей аритмией (n = 8)
ФК по NYHA		
до РЧА	2,3 ± 1,1	3,1 ± 0,7
после РЧА	1	1,7 ± 0,8
р	0,023	0,13
Размер левого предсердия, мм		
до РЧА	53,5 ± 6,2	48,8 ± 3,3
после РЧА	51,4 ± 5,2	51,8 ± 3,3
р	0,017	0,067
ФВ ЛЖ, %		
до РЧА	62,1 ± 4,6	52 ± 11,5
после РЧА	64,9 ± 2,3	49,3 ± 11,6
р	0,035	0,067
Исход	Синусовый ритм (50% на ААП)	ПТ (1 из 4 на ААП)
EHRA	1	2,5 ± 1,2
Период наблюдения	33 ± 17	18 ± 10

Примечание. ААП – антиаритмические препараты; ПТ – предсердная тахикардия; РЧА – радиочастотная аблация; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФК – функциональный класс согласно NYHA; EHRA – European Heart Rhythm Association (Европейская ассоциация сердечного ритма), тяжесть симптомов аритмии по шкале EHRA (оценка от 0 (отсутствие симптомов) до 4 (тяжелые симптомы); NYHA – New York Heart Association (Нью-Йоркская ассоциация сердца).

электрофизиологическим картированием и аблацией. У всех больных подтвержден механизм ринтри. У больных регистрировались фрагментированные электрограммы в нижнесептальной и заднебоковой стенках ЛП, связанные с анизотропией проведения в зоне рубца и возможностью более медленного проведения. В 5 случаях удалось достичь синусового ритма на фоне приема АПП (соталекс) при длительном наблюдении. У 2 пациентов аритмия перешла в постоянную форму после изолированной пластики МК с прогрессированием клапанного заболевания, требующего замены клапана. У другого пациента после протезирования МК рецидивирующие ПТ возникали значительно реже, чем до аблации (примерно 1 раз в 8–12 нед), и пациент не пожелал проходить еще одну процедуру аблации.

Обсуждение

Технология поверхностного ЭКГ-картирования была использована для неинвазивной реконструкции электрофизиологических свойств предсердий у пациентов после хирургических вмешательств на МК. Общая диагностическая точность поверхностного ЭКГ-картирования по сравнению с инвазивной диагностикой ЭФИ как «золотого стандарта» составила 95% (100% у пациентов с эктопической активностью

и 92,5% у пациентов с макрориентри тахикардиями). Два случая движения фронта деполяризации вокруг кольца МК из трех было трудно диагностировать. Сложность диагностики была связана с АВ-проводимостью 2:1, которая исключала выбор полного цикла тахикардии, и наличием низковольтных электрограмм. Снижение шума с помощью алгоритма усреднения сигнала является практичным и клинически полезным подходом для стабильных мономорфных аритмий без изменения морфологии или частотного наполнения низкоамплитудных сигналов традиционными методами фильтрации. Но усреднение сигнала не может быть использовано, когда комплекс QRST заслоняет собой Р-волны. Альтернативно можно использовать введение блокаторов АВ-проведения и методы стимуляции, которые могут демаскировать Р-волны (то есть постжелудочковая стимуляционная пауза в интервале R–R может позволить обнаружить не скрытую комплексом QRST волну Р или несколько Р-волн при захвате цикла тахикардии). В своем исследовании A.J. Shah et al. добились успеха в диагностике нескольких перимитральных предсердных аритмий по часовой стрелке и против часовой стрелки в сочетании с одновременным наличием крышезависимых кругов ринтри и без него, используя длинные

интервалы R–R, среднее значение сигнала и другие методы фильтрации шума, несмотря на низкоамплитудные P-волны после обширной аблации предсердий [20].

Анализ проведенного исследования показал, что рубцовые изменения, выявленные при поверхностном ЭКГ-картировании, преимущественно локализовались на латеральной стенке ПП, реже – в области свода ПП; в ЛП рубцовые поля распространялись от МПП с выходом на купол ЛП и его заднюю/заднебоковую стенку и вокруг ЛВ. Данные неинвазивной диагностики совпадали с данными, полученными при электроанатомическом внутрисердечном картировании. Рубцовые поля явились следствием канюляции нижней и верхней полых вен, атриотомных (хирургических) разрезов и аблационных воздействий.

Аритмогенный субстрат в предсердиях у пациентов с пороком МК может быть особенно обширным. Это связано с ремоделированием предсердий на фоне основного заболевания, которое проявляется значительной дилатацией предсердий [21]. В исследуемой популяции индекс максимального объема ЛП составил в среднем $45,4 \pm 11,2$ мл/м². Наконец, хирургическое лечение патологии МК и предшествующая аблация аритмогенного субстрата приводит к образованию рубцов и повреждению миокарда [22]. В сочетании с такими структурами, как клапанные кольца и устья полых вен и ЛВ, это формирует отличные препятствия, которые могут позволить создать круг риентри.

Двенадцать пациентов (75%) с фокальной ПТ и 6 (22,2%) пациентов с риентри ПТ ранее перенесли одномоментные клапанные и антиаритмические операции. К образованию больших фиброзных зон, которые являются субстратом для развития постаблационных аритмий, ведет использование различного объема воздействия в ЛП, что зависит от давности ФП [23]. В нашем исследовании эффективность аблации не зависела от наличия или отсутствия ФП исходно ($p = 0,89$), но была связана с фактом ранее произведенных линейных воздействий ($p = 0,031$).

Опубликованных данных о результатах аблации предсердного аритмогенного субстрата у больных после протезирования МК недостаточно [24–26]. Прием ААП у таких пациентов обычно малоэффективен. В то же время этим пациентам относительно редко предлагается аблация субстрата аритмии из-за опасений по поводу низкой эффективности таких процедур

в сочетании с риском серьезных осложнений. Представляется, что интраоперационный риск особенно высок у пациентов с механическим протезом МК, с возможностью застревания катетеров в механическом клапане с его последующим заклиниванием и повреждением [27]. В нашем исследовании процедура аблации была безопасна, и в группе пациентов после протезирования МК исходы аблации достоверно не отличались от исходов у пациентов, получавших клапансохраняющую операцию ($p = 0,82$).

В 3 крупных многоцентровых американских исследованиях средняя продолжительность процедур аблации, флюороскопии и РЧА находилась в диапазоне 135–199, 35–60 и 50 мин соответственно [1, 28, 29]. Эти значения превышают те, которые были получены у наших пациентов, и они больше, чем параметры у больных с менее выраженной структурной болезнью сердца, которые сопоставимы по множеству других характеристик [27]. Мы считаем, что применение неинвазивного метода предоперационной топической диагностики у наших пациентов позволило провести направленное эндокардиальное картирование и уменьшило время флюороскопии во время внутрисердечного ЭФИ и РЧА.

Прекращение инцизионной тахикардии при проведении аблации аритмогенного субстрата не всегда является адекватной клинической точкой радикального лечения. У пациентов после хирургического лечения порока МК отмечается частое рецидивирование предсердных аритмий после успешной аблации [1, 30, 31]. А.А. Hussein et al. отметили, что 36% пациентов в их основной группе подверглись аблации аритмогенного субстрата во время протезирования МК. В этой группе возврат проводимости между легочными венами и предсердием был отмечен у 96% пациентов во время РЧА [1]. Аналогичное явление наблюдалось и в нашей исследуемой популяции, но у меньшего числа пациентов. Только у 19% пациентов после РЧА произошло рецидивирование ПТ в виде нового круга риентри. В целом аблация ПТ связана с относительно высокой частотой восстановления синусового ритма.

В большой популяции пациентов острый успех аблации фокальных ПТ составил 84% ($p = 0,038$), 4,8% больных имели ранний рецидив во время госпитализации [9]. При последующем наблюдении частота рецидивов была высокой и предсказывалась ранним рецидивом во время госпитализации. Примечательно, что в нашей популяции аблация фокальных ПТ была успешна

и при длительном периоде наблюдения пациенты оставались бессимптомными.

Проблема частого рецидивирования тахикардии после успешной аблации указывает на необходимость разработки дополнительных мер по повышению ее эффективности. Очевидно, что содружественное применение неинвазивной и инвазивной технологий позволило добиться эффективности в 81,4% после первой катетерной процедуры, включавшей изоляцию ЛВ, линейные поражения и аблацию фрагментированных потенциалов. Достижение стабильного синусового ритма значительно уменьшило жалобы, связанные с аритмией, оцениваемой по шкале EHRA, улучшило класс NYHA и ФВ ЛЖ.

Заключение

Наше исследование показывает, что применение поверхностного ЭКГ-картирования в интервенционном лечении ПТ, возникающих после хирургических вмешательств на МК, является осуществимым, безопасным и достаточно точным методом, который позволяет за один сердечный цикл выявить механизм аритмии, охарактеризовать аритмогенную зону и процесс распространения возбуждения по миокарду. Однократное (single-beat), одновременное картирование может иметь решающее значение, когда клиническая ПТ часто меняется от одной формы к другой и обратно, а также для картирования триггеров, которые вызывают устойчивые аритмии. Такой анализ позволяет отслеживать изменения, которые могут возникнуть после обширных аблаций или хирургических разрезов. Визуализация рубцовых полей, являющихся первопричиной данного типа нарушений ритма, в пределах трехмерной электроанатомической карты облегчает создание линейных повреждений.

Будучи неинвазивной системой, ЭКГ-картирование может предоставить врачу-электрофизиологу больше данных для планирования эндокардиального ЭФИ и процедуры аблации, что, в конечном счете, позволяет сократить время флюороскопии и эффективно устранить инцизионную ПТ.

Конфликт интересов

Конфликт интересов не заявляется.

Библиографический список [References]

- Hussein A.A., Wazni O.M., Harb S. et al. Radiofrequency ablation of atrial fibrillation in patients with mechanical mitral valve prostheses safety, feasibility, electrophysiologic findings, and outcomes. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011; 58: 596–602.

- Buttà C., Tuttolomondo A., Giarrusso L., Pinto A. Electrocardiographic diagnosis of atrial tachycardia: classification, P-wave morphology, and differential diagnosis with other supraventricular tachycardias. *Ann. Noninvasive. Electrocardiol.* 2015; 20 (4): 314–27.
- Von Oppell U.O., Masani N., O'Callaghan P. et al. Mitral valve surgery plus concomitant atrial fibrillation ablation is superior to mitral valve surgery alone with an intensive rhythm control strategy. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2009; 35: 641–50.
- LaPar D.J., Mulloy D.P., Crosby I.K. et al. Contemporary outcomes for surgical mitral valve repair: A benchmark for evaluating emerging mitral valve technology. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2012; 143: S12–163-6.
- Рычин С.В. Операция «Лабиринт» при хирургическом лечении фибрилляции предсердий у больных с пороком митрального клапана: эволюция методов и результаты. *Анналы аритмологии.* 2005; 1: 14–25. [Rychin S.V. Maze procedure in the surgical treatment of atrial fibrillation in patients with mitral valve disease: evolution of methods and results. *Annals of Arrhythmology.* 2005; 1: 14–25 (in Russ.).]
- Veasey R.A., Segal O.R., Large J.K. et al. The efficacy of intraoperative atrial radiofrequency ablation for atrial fibrillation during concomitant cardiac surgery: the Surgical Atrial Fibrillation Suppression (SAFS) Study. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2011; 32: 29–35.
- Ревшвили А.Ш., Артюхина Е.А., Сергуладзе С.Ю., Лабазанова А.Л., Гоголадзе Д.К. Клинический случай устранения атипичного трепетания предсердий (инцизионной предсердной тахикардии) у пациентки после протезирования митрального клапана и радиочастотной модификации операции «лабиринт». *Анналы аритмологии.* 2012; 9 (4): 40–4. [Revishvili A.Sh., Artyukhina E.A., Serguladze S.Yu., Labazanova A.L., Gogoladze D.K. Case report of surgical treatment of abnormal atrial flutter (incisional atrial tachycardia) in the patient after mitral valve replacement and radiofrequency modification of Maze procedure. *Annals of Arrhythmology.* 2012; 9 (4): 40-4 (in Russ.).]
- Dong J., Zrenner B., Schreieck J. et al. Catheter ablation of left atrial focal tachycardia guided by electroanatomic mapping and new insights into interatrial electrical conduction. *Heart Rhythm.* 2005; 2: 578–91.
- Busch S., Forkmann M., Kuck K.H., Lewalter T., Ince H., Straube F. et al. Acute and long-term outcome of focal atrial tachycardia ablation in the real world: results of the german ablation registry. *Clin. Res. Cardiol.* 2018; 107 (5): 430–6. DOI: 10.1007/s00392-018-1204-8
- García-Cosío F., Pastor Fuentes A., Núñez Angulo A. Arrhythmias (IV). Clinical approach to atrial tachycardia and atrial flutter from an understanding of the mechanisms. *Electrophysiology based on anatomy. Rev. Esp. Cardiol. (Engl. Ed.).* 2012; 65 (4): 363–75. DOI: 10.1016/j.recesp.2011.11.020
- Leonelli F., Bagliani G., Boriani G., Padeletti L. Arrhythmias originating in the atria. *Card. Electrophysiol. Clin.* 2017; 9 (3): 383–409.
- Brown J.P., Krummen D.E., Feld G.K., Narayan S.M. Using electrocardiographic activation time and diastolic intervals to separate focal from macro-re-entrant atrial tachycardias. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2007; 49: 1965–73.
- Артюхина Е.А., Проничева И.В., Ревшвили А.Ш. Устранение инцизионных тахикардий у пациента с атриофасцикулярным трактом после хирургической изоляции и электродеструкции атриовентрикулярного соединения. *Анналы аритмологии.* 2015; 12 (3): 182–8. DOI: 10.15275/annaritmol.2015.3.6 [Artyukhina E.A., Pronicheva I.V., Revishvili A.Sh. Elimination of incisional tachycardias in a patient with atriofascicular tract after surgical isolation and electric destruction of atrioventricular conduction. *Annals of Arrhythmology.* 2015; 12 (3): 182–8. DOI: 10.15275/annaritmol.2015.3.6 (in Russ.).]
- Jais P., Matsuo S., Knecht S. et al. A deductive mapping strategy for atrial tachycardia following atrial fibrillation ablation: importance of localized reentry. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2009; 20: 480–91.
- Ng F.S., Guerrero F., Luther V., Sikkell M., Lim P.B. Microre-entrant left atrial tachycardia circuit mapped with an ultra-high-

- density mapping system. *Heart Rhythm. Case Rep.* 2017; 3 (4): 224–8.
16. Kiedrowicz R.M., Podd S., O'Neill M. Focal automaticity manifesting as incessant right atrial tachycardia. *Heart Rhythm.* 2016; 13 (4): 999–1000.
 17. Ramanathan C., Ghanem R.N., Jia P., Ryu K., Rudy Y. Noninvasive electrocardiographic imaging for cardiac electrophysiology and arrhythmia. *Nat. Med.* 2004; 10: 422–8.
 18. Wang Y., Cuculich P.S., Woodard P.K., Lindsay B.D., Rudy Y. Focal atrial tachycardia after pulmonary vein isolation: noninvasive mapping with electrocardiographic imaging (ECGI). *Heart Rhythm.* 2007; 4: 1081–4.
 19. Wang Y., Schuessler R.B., Damiano R.J., Woodard P.K., Rudy Y. Noninvasive electrocardiographic imaging (ECGI) of scar-related atypical atrial flutter. *Heart Rhythm.* 2007; 4: 1565–7.
 20. Shah A.J., Hocini M., Xhaet O., Pascale P., Roten L., Wilton S.B. et al. Validation of novel 3-dimensional electrocardiographic mapping of atrial tachycardias by invasive mapping and ablation: a multicenter study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 62 (10): 889–97. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.03.082
 21. Anne W., Willems R., Roskams T. et al. Matrix metalloproteinases and atrial remodeling in patients with mitral valve disease and atrial fibrillation. *Cardiovasc. Res.* 2005; 67: 655–66.
 22. John B., Stiles M.K., Kuklik P. et al. Electrical remodelling of the left and right atria due to rheumatic mitral stenosis. *Eur. Heart J.* 2008; 29: 2234–43.
 23. Sie H.T., Beukema W.P., Elvan A. et al. Long-term results of irrigated radiofrequency modified maze procedure in 200 patients with concomitant cardiac surgery: six years' experience. *Ann. Thorac. Surg.* 2004; 77: 512–6.
 24. Adragão P., Machado F.P., Aguiar C. et al. Ablation of atrial fibrillation in mitral valve disease patients: five year follow-up after percutaneous pulmonary vein isolation and mitral balloon valvuloplasty. *Rev. Port. Cardiol.* 2003; 22: 1025–36.
 25. Miyaji K., Tada H., Ito S. et al. Percutaneous transvenous mitral commissurotomy and radiofrequency catheter ablation in patients with mitral stenosis. *Circ J.* 2005; 69: 1074–8.
 26. Machino T., Tada H., Sekiguchi Y. et al. Hybrid therapy of radiofrequency catheter ablation and percutaneous transvenous mitral commissurotomy in patients with atrial fibrillation and mitral stenosis. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2010; 21: 284–9.
 27. Calkins H., Hindricks G., Cappato R., Kim Y.H., Saad E.B. Aguinaga L. et al. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Heart Rhythm.* 2017; 14 (10): e275–444. DOI: 10.1016/j.hrthm.2017.05.012
 28. Lakkireddy D., Nagarajan D., Di Biase L. et al. Radiofrequency ablation of atrial fibrillation in patients with mitral or aortic mechanical prosthetic valves: a feasibility, safety, and efficacy study. *Heart Rhythm.* 2011; 8: 975–80.
 29. Mountantonakis S., Frankel D.S., Hutchinson M.D. et al. Feasibility of catheter ablation of mitral annular flutter in patients with prior mitral valve surgery. *Heart Rhythm.* 2011; 8: 809–14.
 30. Сергеев А.В., Меликулов А.Х., Темирбулатов И.А. Картирование и абляция предсердных аритмий после катетерной радиочастотной абляции фибрилляции предсердий. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.* 2015; 16 (5): 4–17. [Sergeev A.V., Melikulov A.Kh., Temirbulatov I.A. Mapping and ablation of atrial tachycardia after catheter radiofrequency ablation atrial fibrillation. *The Bulletin of Bakoulev Center for Cardiovascular Diseases.* 2015; 16 (5): 4–17 (in Russ.).]
 31. Leong K.M.W., Guerrero F., Lim P.B. Cavotricuspid-isthmus dependent flutter or left-sided atrial tachycardia? *J. Invasive Cardiol.* 2017; 29 (8): E92–3.

Поступила 07.05.2020

Принята к печати 13.05.2020