

© С.Ю. СЕРГУЛАДЗЕ, Б.И. КВАША, И.В. ПРОНИЧЕВА, 2022

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2022

УДК 616.12-008.313.2-089

DOI: 10.15275/annaritmol.2022.3.3

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ: СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ И НОВАТОРСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Тип статьи: обзорная статья

С.Ю. Сергуладзе, Б.И. Кваша, И.В. Проничева

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

Сергуладзе Сергей Юрьевич, доктор мед. наук, профессор, заведующий отделением, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0001-7233-3611

Кваша Борис Игоревич, канд. мед. наук, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-2823-359X

Проничева Ирина Владимировна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., кардиолог; orcid.org/0000-0003-2669-2474, e-mail: Irene_Pr@mail.ru

Фибрилляция предсердий (ФП) не является жизнеугрожающей аритмией, но ее наличие повышает риск тромбозов и существенно снижает качество жизни. Распространенность ФП прогрессивно увеличивается в связи с общим старением населения и увеличением выживаемости кардиологических больных. Фармакологическая антиаритмическая терапия имеет низкую эффективность и ограничена побочными эффектами. Хирургическое лечение стало ключевым радикальным вмешательством, и с момента своего первого применения в 1987 г. (The Cox maze procedure) техника обычного открытого метода превратилась в минимально инвазивную процедуру, сохраняя при этом превосходные результаты. Путь для развития малоинвазивной хирургии проложили усовершенствования эндоскопической визуализации, технологии абляции и хирургического инструментария. Недавние достижения в использовании гибридного подхода были признаны удовлетворительными, предполагая, что это благоприятный подход к лечению ФП с обнадеживающими результатами. Однако необходим дальнейший анализ эффективности этой многообещающей стратегии, особенно у пациентов с персистирующей формой ФП. Тем не менее литература по малоинвазивной хирургии все еще скудна, и ожидается, что рандомизированные клинические испытания, проводимые в настоящее время, прольют свет на некоторые спорные вопросы. В этом обзоре мы обсуждаем доказательства успеха различных хирургических подходов к лечению ФП с пониманием эволюции и потенциального будущего этих стратегий.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий, хирургическое лечение, малоинвазивные хирургические вмешательства, катетерная абляция, гибридный подход

SURGICAL TREATMENT OF ATRIAL FIBRILLATION: MODERN ADVANCEMENTS AND PATHBREAKING PROPOSALS

S.Yu. Serguladze, B.I. Kvasha, I.V. Pronicheva

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

Sergey Yu. Serguladze, Dr. Med. Sci., Professor, Head of Department, Cardiac Surgeon;

orcid.org/0000-0001-7233-3611

Boris I. Kvasha, Cand. Med. Sc., Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-2823-359X

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

e-mail: Irene_Pr@mail.ru

Atrial fibrillation (AF) is not a life-threatening arrhythmia, but its presence increases the risk of thromboembolism and significantly reduces the quality of life. The prevalence of AF is progressively increasing due to the

general aging of the population and an increase in the survival rate of cardiac patients. Pharmacological antiarrhythmic therapy has low effectiveness and limited by side effects. Surgical ablation has become a key intervention, and since its first intervention in 1987 (the Cox maze procedure), the technique has evolved from a conventional open method to a minimally invasive technique whilst retaining excellent outcomes. Improvements in endoscopic imaging, ablation technology, and surgical instrumentation paved the way for the development of minimally invasive surgery. Recent advances in the use of the hybrid approach have been found to be satisfactory, suggesting that this is a favorable approach to the treatment of AF with encouraging results. However, further analysis of the effectiveness of this promising strategy is needed, especially in patients with persistent and longstanding persistent AF. Nonetheless, literature on minimally invasive surgery is still scarce and randomized clinical trials currently under way are expected to shed light on some controversial issues. In this review, we discuss the evidence for the success of various surgical treatments for AF with insights on the evolution and potential future of these strategies.

Keywords: atrial fibrillation, surgery treatment, minimally invasive surgical procedures, catheter ablation, hybrid approach

Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) является наиболее часто встречающейся в клинической практике аритмией, распространенность которой растет на фоне старения населения и с увеличением выживаемости при сердечно-сосудистых заболеваниях за счет внедрения высокотехнологических методов лечения. Пожизненный риск развития ФП составляет ~25% для лиц старше 40 лет, оставаясь на уровне ~16% при отсутствии сопутствующих сердечно-сосудистых заболеваний [1]. Фибрилляция предсердий обуславливает около 3–6% случаев неотложной госпитализации, чаще всего в связи с ишемической болезнью сердца и хронической сердечной недостаточностью (ХСН), но она также может протекать изолированно или быть осложнением после сердечно-сосудистых операций [2]. Несмотря на то что сама по себе ФП не является жизнеугрожающей аритмией, она резко повышает риск развития тромбоэмболии, приводит к дисфункции левого желудочка и существенно снижает качество жизни. В связи с этим ФП остается значительным бременем для общественного здравоохранения. Варианты лечения ФП включают медикаментозную терапию, катетерные и хирургические вмешательства [3].

Механизмы, лежащие в основе развития ФП, до сих пор мало изучены [4, 5]. Кроме того, несмотря на большое количество проведенных исследований, предикторы прогрессирования ФП до конца неизвестны [2, 4, 5]. В соответствии с этим медикаментозный арсенал, доступный в настоящее время, направлен на контроль признаков/симптомов и снижение риска тромбоэмболии.

Доказано, что катетерная радиочастотная абляция (РЧА) превосходит медикаментозную

симптоматическую терапию, а также снижает уровень смертности и частоту госпитализаций у пациентов с ФП и ХСН [6]. Однако показатели эффективности РЧА при персистирующих формах ФП достигают не более 40–50%, даже после нескольких попыток [3, 7]. У пациентов с пароксизмальной формой ФП также отмечается постепенное возвращение аритмии после первоначальной успешной РЧА. Неудача может быть вызвана либо тем, что трансмуральность воздействия не достигнута, либо тем фактом, что источник ФП более сложный и происходит не из легочных вен (ЛВ). Исследования показали, что триггеры для инициирования ФП не всегда находятся в ЛВ и что другие области предсердий могут быть ответственны за индукцию и поддержание ФП [8].

С введением операции Cox maze и ее последней модификации Cox maze IV с использованием хирургической абляции показатели эффективности значительно улучшились, поскольку сложный паттерн повреждений прерывает устойчивые схемы повторного входа, останавливая распространение ФП [9]. Для сравнения, показатели свободы от ФП при хирургических процедурах Cox maze III и Cox maze IV составили 96% и 91% при применении антиаритмических препаратов (ААП) или 83% и 78% без ААП через 5 лет после операции [10, 11]. Эти явно превосходные результаты могут быть связаны с возможностью получения прямой или видеоскопической визуализации, лучшей стабилизацией и подтверждением трансмуральности воздействия на миокард, особенно когда используется техника «разрезать и сшить» (*англ.* cut and sew). Однако инвазивность хирургического метода также сопровождается большим интраоперационным риском и потенциальными серьезными осложнениями, включая смерть, кровоте-

чение и инсульт [10]. Другая критика всех стратегий абляции на неработающем сердце заключается в неспособности определить точные пути распространения волн макрориентри у конкретных пациентов, что, следовательно, требует довольно обширного полного набора эмпирических повреждений для обеспечения прерывания любого потенциального субстрата. Кроме того, использование Cox maze в значительной степени ограничено пациентами, уже перенесшими операцию на сердце, поскольку она требует выполнения либо стернотомии, либо торакотомии, а также использования искусственного кровообращения (ИК) и остановки сердца.

За последние 10 лет прогрессивное развитие устройств, систем картирования и методов хирургической абляции способствовало эволюции операции Cox maze. Что еще более важно, эти новые технологии абляции также поддержали многочисленные усилия по разработке простых операции с более ограниченным набором воздействий, которые могут быть выполнены менее инвазивно, часто через небольшие разрезы или порты. Конечная цель состояла в том, чтобы выполнить эти воздействия эпикардиально, на работающем сердце, без ИК. Недавно предложенные гибридные операции, возможно, станут наилучшим решением, сочетающим такие преимущества катетерной и хирургической абляции, как подтверждение блокады проведения и способность устранять выявленные участки неполного линейного повреждения, обуславливающие долгосрочный рецидив. Однако это применимо не ко всем пациентам, что требует углубленного анализа исследований по безопасности и долгосрочной эффективности.

До тех пор, пока новые методы лечения, нацеленные на патогенные механизмы, ответственные за инициацию/поддержание ФП, не станут основой, чрескожная и/или хирургическая абляция триггеров/субстратов, отвечающих за отдельные механизмы аритмогенеза ФП, будет оставаться единственной стратегией радикального решения проблемы самой устойчивой аритмии, а также ее малоэффективного медикаментозного лечения. Самостоятельное хирургическое лечение ФП улучшает долгосрочную выживаемость, но не лишено осложнений, и, следовательно, взвешивание рисков и преимуществ каждого подхода оправдано и актуально.

Таким образом, целью данной статьи является обзор эффективности и безопасности различных хирургических подходов, предлагаемых

в прошлом и настоящем для достижения восстановления и поддержания синусового ритма у пациентов с ФП, описание оперативной техники, включая сравнение Cox maze IV с предыдущим методом cut and sew. Наконец, в этом обзоре исследуются перспективные направления хирургического лечения пациентов с ФП. Мы полагаем, что обсуждение различных хирургических стратегий достижения контроля ритма с пониманием эволюции и потенциального будущего этих стратегий будут способствовать повышению приоритета хирургического лечения ФП.

Эволюция операции Cox maze

Хирургические стратегии оптимизации сердечного выброса у пациентов с ФП в значительной степени связаны с контролем ритма. Одной из первых стратегий, преследующих эту цель, была операция «Коридор» (Corridor), предложенная G. Guiraudon et al. в 1985 г. При выполнении этой операции изолируют полосу предсердного миокарда («коридора»), которая соединяет синоатриальный узел (САУ) с атриовентрикулярным узлом (АВУ) [12]. Триггеры продолжают срабатывать, а предсердия продолжают фибриллировать, но АВУ получает импульс от САУ только через полосу миокарда, контролируя частоту желудочковых сокращений. Недостатками операции оказались нарушение гемодинамики в виде разобщения работы правого и левого предсердий и, соответственно, отсутствие полноценной систолы [13]. В 1981 г. одним из первых у нас в стране данную операцию успешно выполнил Л.А. Бокерия. В 1992 г. Л.А. Бокерия и др. модифицировали методику операции «Коридор», добиваясь во всех случаях максимального сохранения транспортной функции правого предсердия (ПП) [14].

Хирургическое лечение ФП, направленное на восстановление и сохранение синусового ритма, восходит к концу 1980-х и началу 1990-х годов, когда J. Cox и его коллеги впервые применили технику нескольких разрезов предсердий, выполняемых по определенной схеме, с намерением разобщить все круги макрориентри, поддерживающие ФП [9]. Эта оригинальная операция получила название Cox maze I («Лабиринт I»). Она обеспечивает, путем разрезания и последующего сшивания стенок предсердий, прерывание всех потенциальных миокардиальных субстратов для повторного входа и распространения ФП, создавая при этом как бы «лаби-

ринт» функционирующего предсердного миокарда, по которому нормальные импульсы могут проходить от САУ к АВУ через оба предсердия. Операция обеспечила не только восстановление синусового ритма и АВ-синхронизацию, но также соответствующую электрическую проводимость и сократимость для снижения риска тромбоэмболии. Тем не менее стандартные разрезы изолировали САУ и нарушали его кровоснабжение, вызывая значимую хронотропную недостаточность. Более того, одно из поражений затронуло пучок Бахмана, что привело к существенной задержке проводимости между правым и левым предсердиями и, следовательно, к асинхронному сердцебиению. Эти два важных предостережения подорвали потенциальный успех процедуры Cox maze I, но вместо того, чтобы стать камнем преткновения, они стали ступенями для усовершенствования хирургической техники.

В следующей версии операции Cox maze II разрез к САУ в верхнелатеральной части ПП был исключен. Кроме того, с целью повышения внутрисердечной проводимости поперечный разрез крыши левого предсердия (ЛП) был перемещен на заднюю стенку. Однако в результате такой модификации требовалось полное пересечение верхней полой вены (ВПВ), что усложняло технику операции.

Серия усовершенствований и упрощений завершилась процедурой Cox maze III, которая на долгие годы стала «золотым стандартом» хирургического лечения ФП. В операции Cox maze III перегородочный разрез переместился к задней части ВПВ, что позволило избежать хронотроп-

ной дисфункции и задержки проводимости без ущерба для трехмерной концепции. Безопасность и эффективность автономной процедуры Cox maze III была продемонстрирована на большой серии пациентов, с уровнем летальности менее 1,4% и сохранением синусового ритма у 97% пациентов при среднем сроке наблюдения $5,4 \pm 2,9$ года и только с одним поздним инсультом [10]. Через 14 лет наблюдения 92% пациентов из этой когорты не имели симптоматической ФП, а 80% не принимали ни одного ААП [15]. Лучший результат был воспроизведен группой хирургов из клиники Кливленда, показавших 1% периоперационную летальность; при среднем периоде наблюдения 3 года 90,4% пациентов находились на синусовом ритме (или предсердной стимуляции) и не было никаких поздних эмболических событий [16]. Технически менее сложная, но весьма успешная процедура Cox maze III значительно снизила количество нарушений мозгового кровообращения, а также имплантации электрокардиостимулятора [10, 15].

Несмотря на доказанную эффективность, процедура Cox maze III не получила широкого признания из-за своей технической сложности. Чередующиеся брадиаритмии и тахиаритмии были другими проблемами, отмеченными при физических нагрузках и других формах стресса [4]. Более того, при обширном рубцевании предсердий страдает восстановление функционального сокращения предсердий [5]. Эти проблемы, по видимому, справедливы для большинства методов cut and sew в целом (табл. 1), и поэтому в последние годы они используются реже.

Таблица 1

Операция Cox maze и ее последующие модификации

Операция	Модификация по сравнению с предыдущей версией	Ограничения процедуры
Cox maze I (cut and sew)	Нет	Неспособность генерировать синусовую тахикардию, соответствующую физическим нагрузкам Послеоперационная дисфункция ЛП
Cox maze II (cut and sew)	Правое предсердие: устранение ВПВ до поражения ПП	Необходимость полностью пересечь ВПВ, чтобы получить доступ к ЛП
	Левое предсердие: поперечная атриотомия через купол ЛП смещена кзади	Длительное внутрисердечное проведение
Cox maze III (cut and sew)	Правое предсердие: размещение разреза перегородки позади устья ВПВ	Длительное время ИК и технические трудности
Cox maze IV (биполярная РЧА и криоабляция)	Комбинация биполярной РЧА и криоабляции	Сохраняющаяся потребность в ИК
	Левое предсердие: изоляция задней стенки ЛП и устьев легочных вен (box lesion)	

Современная форма операции Cox maze

Появление устройств для хирургической абляции на основе энергии, которые заменили оригинальную технику cut and sew, позволило внедрить в 2002 г. модификацию операции Cox maze – Cox maze IV [15]. Она показала 90% свободы от ФП через 1 год [15], при ее выполнении использовали комбинацию биполярной РЧА и криоабляции для замены большинства хирургических разрезов Cox maze III [17]. Биполярная РЧА была выбрана по сравнению с другими потенциальными источниками энергии из-за ее способности создавать надежные трансмуральные повреждения на работающем сердце.

Криоабляция, как правило, менее деформирует фиброзный скелет сердца и, таким образом, используется вблизи клапанных колец. Операцию выполняют с использованием ИК либо через стернотомию при сопутствующей операции или через правую мини-торакотомию при изолированной ФП, а линии абляции аналогичны поражениям при Cox maze III (рис. 1) [18].

Лучшее понимание электропатофизиологии ФП заложило основу для решающих улучшений в процедуре Cox maze. Усовершенствованное вмешательство Cox maze IV позволило заменить разрезы предсердий линиями абляции, определенными на основе современных знаний об аритмических триггерах и путях прохождения импульса (рис. 2). Первоначально процедура имела

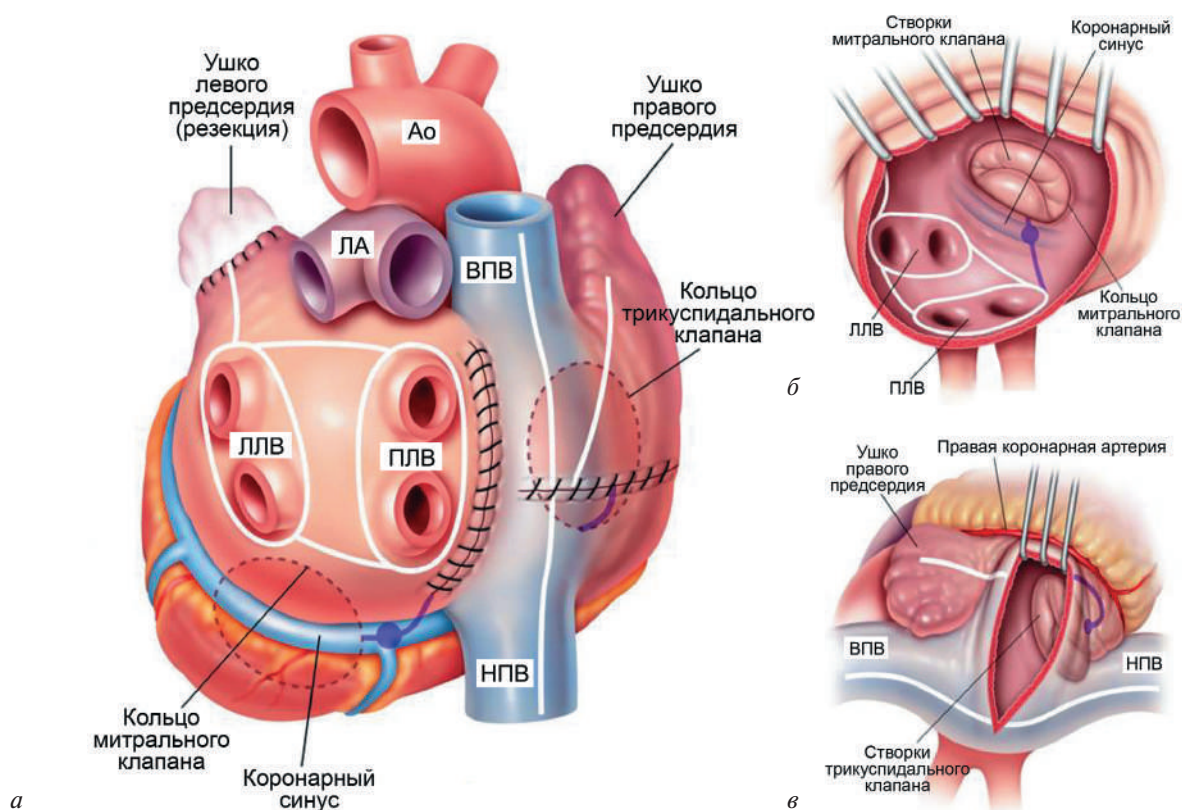


Рис. 1. Полная схема воздействий в предсердиях, используемых при выполнении Cox maze IV для хирургического лечения ФП:

a – эпикардальная поверхность задней части сердца; *б* – эндокардиальная поверхность ЛП; *в* – эндокардиальная поверхность ПП.

Технически операция Cox maze IV состоит из комбинации разрезов и линий абляции. Сначала, до начала ИК, выполняют циркулярную изоляцию вокруг правых и левых ЛВ с помощью биполярного радиочастотного зажима (белые линии). Доступ к ПП выполняют через один продольный разрез в условиях ИК на работающем сердце, чтобы уменьшить время пережатия и ишемии. В ПП линии РЧА (белые линии) проходят от ВПВ к нижней полой вене (НПВ) и вдоль свободной стенки ПП вниз к кольцу трикуспидального клапана. После завершения вмешательства на правой стороне переходят к вмешательству на ЛП через стандартную левую атриотомию с остановкой кровообращения. Выполняют нижнюю линию абляции, соединяющую разрез ЛП внизу с линией абляции, которая охватывает левые ЛВ, и поперечную верхнюю линию абляции, идущую от верхней части атриотомии ЛП через купол ЛП к левой верхней ЛВ (белые линии). В финале Cox maze IV используют эндокардиальную криоабляцию на кольце митрального клапана и эпикардальную криоабляцию над коронарным синусом (фиолетовые линии). Абляцию выполняют в пространстве между огибающей и правой коронарной артерией, чтобы избежать повреждения коронарных артерий. Ушко левого предсердия (УЛП) ампутируют для снижения риска последующей возможной тромбоэмболии. Затем проводят абляцию через ампутированное УЛП к левой верхней ЛВ. Затем УЛП зашивают.

Ао – аорта; ЛА – легочная артерия; ЛЛВ – левые легочные вены; ПЛВ – правые легочные вены. Адаптировано по G. Boll et al. [18]

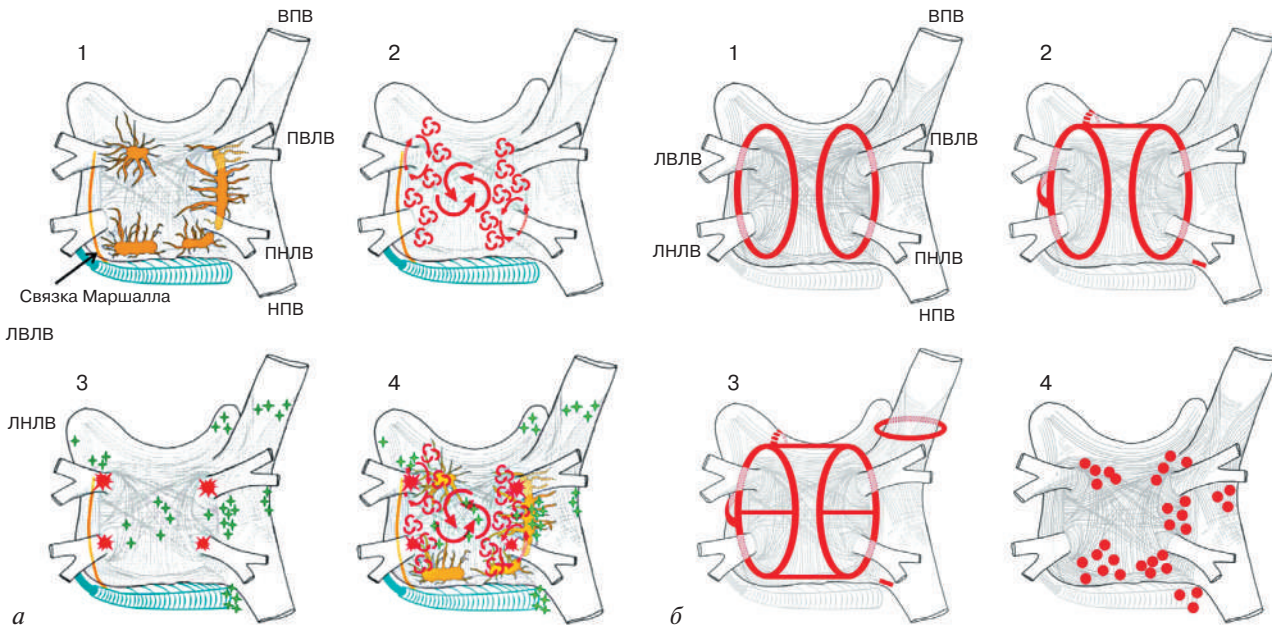


Рис. 2. Строение ЛП с демонстрацией патофизиологии ФП и линий повреждения для ее устранения:

а – структурная основа ФП:

1 – задний вид обоих предсердий показывает распространение мышечных волокон на ЛВ. Желтым цветом показаны пять основных вегетативных ганглионарных сплетений (ГС) ЛП. Коронарный синус (обозначен синим цветом) окружен мышечными волокнами, которые соединяются с предсердиями. Также синим цветом показана связка Маршалла, которая проходит от коронарного синуса к области между левой верхней ЛВ и УЛП; 2 – большие и малые круги риентри, ответственные за инициацию и сохранение ФП; 3 – общее расположение триггеров ЛВ (красный) и триггеров, не связанных с ЛВ (зеленый); 4 – анатомический каркас аритмической активности при ФП;

б – наборы поражений, часто используемые при аблации ФП:

1 – окружные абляционные повреждения создаются вокруг правых и левых ЛВ, чтобы электрически изолировать мускулатуру ЛВ; 2 – наиболее распространенные линии аблации включают «линию крыши», соединяющую поражения, окружающие левые и/или правые ЛВ; линию «митрального перешейка», соединяющую митральный клапан и поражения, окружающие левые ЛВ на уровне левой нижней ЛВ; и «переднюю линию», соединяющую либо «линию крыши», либо левое или правое циркулярное поражение с митральным кольцом спереди. Линейное поражение кавотрикуспидального перешейка обычно используют у пациентов, у которых клинически наблюдалось истмусзависимое кавотрикуспидальное трепетание предсердий или оно было индуцировано во время электрофизиологического исследования; 3 – дополнительные линии аблации между верхней и нижней ЛВ приводят к образованию восьмерки, а задняя нижняя линия обеспечивает электрическую изоляцию задней стенки ЛП. Электрическая изоляция ВПВ с опоясывающим поражением проводится в случае эктопии из вены; 4 – наиболее распространенные места аблации, направленные на устранение сложных фракционированных электрограмм (эти места также близки к вегетативным ГС). Адаптировано по Н. Calkins et al. [3].

ЛВЛВ – левая верхняя легочная вена; ПЛВЛВ – правая верхняя легочная вена; ЛНЛВ – левая нижняя легочная вена; ПНЛВ – правая нижняя легочная вена

только одну нижнюю соединительную линию аблации между ЛВ в попытке лучше сохранить функцию ЛП. Тем не менее несколько лет спустя было добавлено второе соединительное поражение сверху, чтобы анатомически изолировать всю заднюю часть ЛП, названное «коробка» (*англ.* box lesion set), в попытке улучшить ранние и отдаленные результаты. В 1991 г. J. Cox выдвинул предположение, что задняя стенка ЛП и устья ЛВ являются основным анатомическим субстратом для триггеров ФП [9]. В 1998 г. M. Naissguette et al. подтвердили, что ЛВ являются источником эктопии в большинстве случаев ФП и реагируют на РЧА [19]. Следовательно, циркулярная изоляция ЛВ, признанного триггера ФП, – ключевой элемент любой абляционной терапии, особенно при пароксизмальной форме ФП. Од-

нако из-за прогрессирующего электрического и структурного ремоделирования миокард предсердий в конечном итоге становится способным иницировать и поддерживать аритмическую активацию независимо от ЛВ. Поэтому в более сложных случаях требуется модификация субстрата, то есть полная изоляция муфт ЛВ, задней стенки ЛП и аблация перешейка ЛП. Это вмешательство может быть дополнительно расширено на ПП и УЛП, таким образом имитируя полный набор поражений процедуры Cox maze III.

Цель, ради которой разрабатывалась Cox maze IV, была достигнута. Замена хирургических разрезов Cox maze III линиями аблации превратила сложную процедуру в процедуру, доступную большинству хирургов. При этом Cox maze IV значительно сократила время операций: среднее

время пережатия аорты для одиночной процедуры Cox maze IV было значительно короче, чем для одиночной процедуры Cox maze III (41 ± 12 мин против 93 ± 34 мин, $p < 0,001$), а для сопутствующих операций сократилось со 122 мин до 92 мин соответственно [17]. Операция Cox maze IV оказалась успешной в восстановлении синусового ритма, но не так эффективна, как оригинальная процедура cut and sew. Исследование 100 пациентов с изолированной ФП, перенесших Cox maze IV, показало 84% свободу от ФП и приема любых ААП через 2 года [20]. Другое исследование 282 пациентов с ФП после Cox maze IV с сопутствующей операцией на сердце показало 78% свободу от ФП и ААП через 1 год [11].

Хотя Cox maze IV можно выполнить через небольшую правую торакаотомию, процедура все же требует ИК. Ее преимущество заключается в одинаковой частоте успеха у всех пациентов, независимо от типа ФП или лежащей в основе патологии [21, 22]. У пациентов с персистирующими формами ФП часто отмечается предсердная кардиомиопатия с функциональной митральной регургитацией, которая, в свою очередь, способствует прогрессированию ФП. Для лечения таких больных Л.А. Бокерия разработал оригинальную методику криомодификации операции Cox maze в сочетании с коррекцией относительной недостаточности митрального клапана и/или трикуспидального клапана через срединную стернотомию, которая успешно восстанавливает синусовый ритм у пациентов как с изолированной формой ФП, так и с сопутствующей кардиальной патологией [23].

В поисках лучшего подхода и схемы аблации

Большое внимание уделялось эпикардиальной изоляции ЛВ, поскольку ЛВ способны самостоятельно вызывать ФП у многих пациентов. Привлекательным аспектом эпикардиальной изоляции ЛВ является возможность ее выполнения без ИК, что делает ее адаптируемой к минимально инвазивным подходам [24]. Первую серию билатеральной видеоторакокопической изоляции ЛВ с использованием биполярного РЧ-устройства и иссечением УЛП выполнили R.K. Wolf et al. в 2005 г. Результаты были хорошими – у 91% пациентов через 3 мес наблюдения ФП не отмечалась [25].

Тот факт, что процедуру можно проводить без ИК, ставит ее в один ряд с катетерной аблацией. В исследовании FAST свобода от ФП и ААП че-

рез 1 год составила 66% при малоинвазивной изоляции ЛВ против 37% при катетерной РЧА. Но более высокая эффективность эпикардиального подхода была связана и с более высокой частотой процедурных осложнений (34% против 16%) [26].

Дальнейшая работа подтвердила хорошие результаты эпикардиальной изоляции ЛВ у пациентов с пароксизмальной формой ФП [27]. Однако у пациентов с персистирующей или длительно персистирующей формами ФП результаты эпикардиальной изоляции ЛВ были разочаровывающими, сообщая об односторонней свободе от ФП и ААП в диапазоне от 20 до 88% [3, 28, 29].

Низкий уровень эффективности привел к тому, что некоторые группы предложили расширить объем воздействий на работающем сердце при применении торакокопической техники. Так была разработана малоинвазивная «Далласская схема», включающая изоляцию ЛВ и дополнительные линии РЧА, повторяющие левостороннюю процедуру Cox maze III. Ранние результаты продемонстрировали повышение эффективности по сравнению с изоляцией ЛВ: через 6 мес у 75% пациентов с длительно персистирующей ФП, у 90% пациентов с персистирующей ФП аритмия отсутствовала [30]. В результате в хирургическом сообществе достигнут консенсус в отношении того, что при малоинвазивных процедурах без ИК пациентам с персистирующими формами ФП рекомендуются дополнительные воздействия, поскольку выполнение изоляции ЛВ не дает результатов, сравнимых с минимально инвазивными версиями процедуры Cox maze без ИК [3, 26].

Если первые попытки были направлены только на изоляцию ЛВ, в дальнейшем аблация ЛП и даже дополнительные воздействия в ПП оказались возможными. Биатриальные подходы показали большую отдаленную эффективность, чем ограниченное поражение ЛП [30], что согласуется с тем фактом, что некоторые пациенты с ФП имеют нестабильные очаги в обоих предсердиях [8]. Наш опыт демонстрирует, что хирургические процедуры с биатриальной аблацией более эффективны в борьбе с ФП, чем процедуры, ограниченные ЛП (86,9% против 75,6%, $p < 0,001$) [31].

Уменьшение инвазивности – ключевой момент аблации изолированной ФП. Первая попытка выполнить одностороннюю правостороннюю торакаотомию была предпринята в 2010 г. M. Soli-

nas et al., которые использовали биполярное иригационное РЧ-устройство для абляции ЛП во время минимально инвазивной операции на митральном клапане [32]. Следующее исследование еще больше подтвердило эффективность выполнения Cox maze IV с использованием правосторонней миниторакотомии даже у пациентов с длительно персистирующей формой ФП, при этом более 85% пациентов были свободны от ФП и ААП через 24 мес [33].

Несмотря на множество исследований, посвященных наилучшему минимально инвазивному методу хирургического лечения ФП, ни одно из них еще не было принято в качестве «золотого стандарта». Схемы линейных воздействий в ЛП варьируют в зависимости от центра и хирурга, а результаты противоречивы. Очевидно, что современные устройства не способны создавать надежные трансмуральные поражения, особенно на толстой ткани предсердий при использовании на работающем сердце. По-видимому, лучший набор повреждений и подход обратно пропорциональны.

Гибридный подход

Поднятые вопросы о достижении и сохранении трансмуральности воздействия на миокард при одновременном избегании ИК и сохранении минимальной инвазивности способствовали разработке «гибридного» подхода, сочетающего сильные стороны эпикардиальной абляции (выполняемой хирургом) и эндокардиальной катетерной абляции (выполняемой электрофизиологом). Подобно Cox maze IV, его основой является box lesion, изолирующий заднюю стенку ЛП. Процедуры выполняют одновременно или поэтапно в виде отдельных вмешательств [22]. В результате достигается баланс инвазивности и продолжительности с улучшенной техникой проведения абляции и последующей эндокардиальной электрофизиологической оценкой и дополнительной консолидирующей абляцией, если требуется. Кроме того, гибридный подход предотвращает некоторые хирургические осложнения, с которыми обычно сталкивается электрофизиолог. Таким образом, эта новая стратегия должна преодолеть некоторые недостатки каждого метода и достичь более сложного и эффективного набора воздействий, чем при любом из них могло бы быть достигнуто отдельно.

Первые исследования показали безопасность гибридного хирургического доступа при интраоперационной смертности менее 1% и улучше-

ние результатов контроля ритма у пациентов с персистирующими формами ФП, что снизило потребность в нескольких процедурах РЧА [34, 35]. Наряду с этим также сообщалось об инсульте и смерти как осложнениях гибридной процедуры [22].

Систематический обзор, сравнивающий процедуру Cox maze в условиях ИК с эпикардиальной абляцией без ИК и гибридной процедурой, показал восстановление синусового ритма через 12 мес без ААП в 87%, 72% и 71% случаев соответственно [22]. В исследованиях, включенных в этот обзор, популяции значительно различались по типу ФП и продолжительности симптомов.

Последний систематический обзор и метаанализ гибридного подхода к абляции, включившие 925 пациентов с персистирующими формами ФП из 22 одноцентровых исследований, продемонстрировали следующие ключевые результаты: 1) удержание синусового ритма составило 79,4% (95% доверительный интервал [ДИ] 72,4–85,7) с ААП и 70,7% (95% ДИ 62,2–78,7) без ААП через 19 ± 25 (6–128) мес; 2) общая частота осложнений составила 6,5%, что сопоставимо с более ранними сериями катетерной абляции; 3) не выявлено разницы в исходе ритма, выполнялась ли катетерная абляция сразу после или отодвигалась на более поздний срок; 4) исключение УЛП было связано с лучшим исходом (рис. 3) [36].

Таким образом, гибридный подход показал адекватную эффективность с приемлемой частотой осложнений. Тем не менее ограничения отдельных включенных исследований могут повлиять на надежность этого обзора и метаанализа. Во-первых, среднее число субъектов в большинстве включенных исследований низкое. Во-вторых, все доступные исследования гибридной абляции были нерандомизированными одноцентровыми когортными сериями. В-третьих, существует значительная гетерогенность гибридного подхода к абляции с переменными наборами эпикардиальных и эндокардиальных поражений, различными абляционными устройствами и хирургическим доступом. Наконец, во включенных исследованиях отсутствует стандарт отчетности с переменной методологией наблюдения и временными точками [36]. Эти ограничения служат для выделения областей внимания для будущих исследований.

Хотя гибридный подход только делает свои первые шаги, он может заполнить пробел в нашем текущем арсенале лечения пациентов с бо-

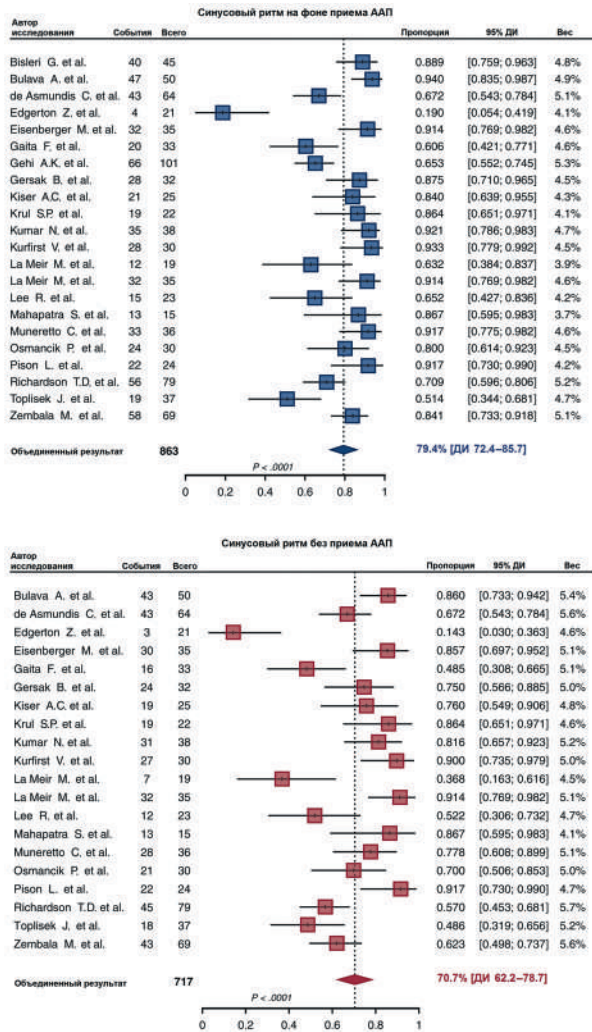


Рис. 3. Метаанализ исследований влияния гибридного подхода к абляции фибрилляции предсердий на удержание синусового ритма:

a – синусовый ритм, достигнутый в исследованиях с ААП; *b* – без ААП.

Результаты индивидуальных исследований в метаанализе представлены в виде «форест»-диаграммы, состоящей из серии горизонтальных отрезков, отображающих оцененные в этих исследованиях доверительные интервалы (ДИ) исследуемой величины. Отметка «ромбик» – это объединенный результат, причем длина ромбика отображает объединенную оценку 95% ДИ

лее стойкими формами ФП, учитывая то, что оптимальный подход к катетерной абляции для этой подгруппы пациентов остается неясным. Кроме того, пациенты с неудачным результатом РЧА показывают лучшие результаты после гибридной процедуры по сравнению с повторной катетерной абляцией [35]. Экспертное консенсусное заявление 2017 г. по лечению ФП признает необходимость сравнения различных подходов и окончательной демонстрации роли гибридной процедуры по отношению к катетерной абляции или самостоятельной хирургии в рандомизированных условиях [3]. Единственное мно-

гоцентровое рандомизированное контролируемое исследование CONVERGE (Convergence of Epicardial and Endocardial Ablation for the Treatment of Symptomatic Persistent Atrial Fibrillation), которое было опубликовано, продемонстрировало лучшие результаты при использовании гибридного эпикардально-эндокардиального подхода к абляции по сравнению со стратегией эндокардиальной абляции для лечения персистирующей и длительно персистирующей форм ФП [37]. Проводимые в настоящее время сравнительные исследования DEEP (Dual Epicardial Endocardial Persistent Atrial Fibrillation) и HARTCAP-AF (Hybrid Versus Catheter Ablation in Persistent Atrial Fibrillation) помогут определить роль гибридных подходов в лечении ФП, поэтому в ближайшем будущем следует ожидать корректировок/улучшений этого многообещающего подхода.

Заключение

Первая процедура Cox maze была выполнена в 1987 г., продемонстрировав возможность немедикаментозного лечения ФП. Кульминацией серии улучшений стала процедура Cox maze III, которая оставалась «золотым стандартом» в течение почти двух десятилетий. С тех пор разработка новых методов абляции, источников энергии и минимально инвазивных подходов произвела революцию в области хирургии ФП. Лучшее понимание патофизиологии ФП позволило адаптировать конкретные наборы поражений и методы абляции к потребностям пациента, что увеличило восстановление и удержание синусового ритма.

Сегодня абляция ФП может быть выполнена с использованием небольшой торакотомии с приемлемым успехом. Уже появились убедительные доказательства того, что гибридные подходы могут быть эффективны в подгруппе пациентов с персистирующими формами ФП. Двигаясь вперед, можно представить рост междисциплинарных сердечных команд, посвященных лечению ФП, где плюсы и минусы каждого подхода рассматриваются в контексте каждого отдельного пациента. Ожидаются результаты рандомизированного контролируемого исследования, сравнивающие эти методы, которые также помогут идентифицировать пациентов с особым риском рецидива и осложнений.

Таким образом, несмотря на то что процедура Cox maze III прошла множество усовершенствований, можно утверждать, что как оригинальная процедура, так и ее современный ана-

лог неизменно обеспечивают отличную долгосрочную свободу от ФП и тромбоемболии при очень низкой заболеваемости.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список/References

- Mehawej J., Saczynski J., Abu H.O., Gagnier M., Bamgbade B.A., Lessard D. et al. Factors associated with patient engagement in shared decision-making for stroke prevention among older adults with atrial fibrillation. *Can. Geriatr. J.* 2021; 24 (3): 174–83. DOI: 10.5770/cgj.24.475
- Kertai M.D., Mosley J.D., He J., Ramakrishnan A., Abdelmalak M.J., Hong Y. et al. Predictive accuracy of a polygenic risk score for postoperative atrial fibrillation after cardiac surgery. *Circ. Genom. Precis. Med.* 2021; 14 (2): e003269. DOI: 10.1161/CIRCGEN.120.003269
- Calkins H., Hindricks G., Cappato R., Kim Y.H., Saad E.B., Aguinaga L. et al. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHRS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Heart Rhythm.* 2017; 14 (10): e275–e444. DOI: 10.1016/j.hrthm.2017.05.012
- Boylla V., Harling L., Snell A., Kralj-Hans I., Barradas-Pires A., Haldar S. et al. Biomarkers as predictors of recurrence of atrial fibrillation post ablation: an updated and expanded systematic review and meta-analysis. *Clin. Res. Cardiol.* 2022. DOI: 10.1007/s00392-021-01978-w
- Ma J., Chen Q., Ma S. Left atrial fibrosis in atrial fibrillation: Mechanisms, clinical evaluation and management. *J. Cell. Mol. Med.* 2021; 25 (6): 2764–75. DOI: 10.1111/jcmm.16350
- Marrouche N.F., Brachmann J., Andresen D., Siebels J., Boersma L., Jordaens L. et al; CASTLE-AF Investigators. Catheter ablation for atrial fibrillation with heart failure. *N. Engl. J. Med.* 2018; 378 (5): 417–27. DOI: 10.1056/NEJMoa1707855
- Clarnette J.A., Brooks A.G., Mahajan R., Elliott A.D., Twomey D.J., Pathak R.K. et al. Outcomes of persistent and long-standing persistent atrial fibrillation ablation: a systematic review and meta-analysis. *Europace.* 2018; 20 (FI_3): f366–f376. DOI: 10.1093/europace/eux297
- Masè M., Cristoforetti A., Del Greco M., Ravelli F. A divergence-based approach for the identification of atrial fibrillation focal drivers from multipolar mapping: a computational study. *Front. Physiol.* 2021; 12: 749430. DOI: 10.3389/fphys.2021.749430
- Cox J.L., Schuessler R.B., D'Agostino H.J. Jr, Stone C.M., Chang B.C., Cain M.E. et al. The surgical treatment of atrial fibrillation. III. Development of a definitive surgical procedure. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1991; 101 (4): 569–83.
- Prasad S.M., Maniar H.S., Camillo C.J., Schuessler R.B., Boineau J.P., Sundt T.M. 3rd et al. The Cox maze III procedure for atrial fibrillation: long-term efficacy in patients undergoing lone versus concomitant procedures. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2003; 126 (6): 1822–8. DOI: 10.1016/s0022-5223(03)01287-x
- Damiano R.J. Jr, Schwartz F.H., Bailey M.S., Maniar H.S., Munfakh N.A., Moon M.R. et al. The Cox maze IV procedure: predictors of late recurrence. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2011; 141 (1): 113–21. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2010.08.067
- Defauw J.J., Guiraudon G.M., van Hemel N.M., Vermeulen F.E., Kingma J.H., de Bakker J.M. Surgical therapy of paroxysmal atrial fibrillation with the "corridor" operation. *Ann. Thorac. Surg.* 1992; 53 (4): 564–70. DOI: 10.1016/0003-4975(92)90312-r
- Williams J.M., Ungerleider R.M., Lofland G.K., Cox J.L. Left atrial isolation: new technique for the treatment of supraventricular arrhythmias. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1980; 80 (3): 373–80.
- Бокерия Л.А., Ревшвили А.Ш., Ольшанский М.С. Хирургическое лечение фибрилляции предсердий: опыт и перспективы развития. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.* 1998; 1: 7–14.
- Bockeria L.A., Revishvili A.S.H., Ol'shanskiy M.S. Surgical treatment of atrial fibrillation: experience and development prospects. *Grudnaya i serdechno-sosudistaya hirurgiya (Thoracic and cardiovascular surgery).* 1998; 1: 7–14 (in Russ.).
- Damiano R.J. Jr, Voeller R.K. Batrial lesion sets. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2007; 20 (3): 95–9. DOI: 10.1007/s10840-007-9178-x
- McCarthy P.M., Gillinov A.M., Castle L., Chung M., Cosgrove D. 3rd. The Cox maze procedure: the Cleveland Clinic experience. *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2000; 12 (1): 25–9. DOI: 10.1016/s1043-0679(00)70013-x
- Gaynor S.L., Diodato M.D., Prasad S.M., Ishii Y., Schuessler R.B., Bailey M.S. et al. A prospective, single-center clinical trial of a modified Cox maze procedure with bipolar radiofrequency ablation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2004; 128 (4): 535–42. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2004.02.044
- Boll G., Rowin E.J., Maron B.J., Wang W., Rastegar H., Maron M.S. Efficacy of combined cox-maze iv and ventricular septal myectomy for treatment of atrial fibrillation in patients with obstructive hypertrophic cardiomyopathy. *Am. J. Cardiol.* 2020; 125 (1): 120–6. DOI: 10.1016/j.amjcard.2019.09.029
- Haïssaguerre M., Jaïs P., Shah D.C., Takahashi A., Hocini M., Quinieu G. et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N. Engl. J. Med.* 1998; 339 (10): 659–66. DOI: 10.1056/NEJM199809033391003
- Weimar T., Bailey M.S., Watanabe Y., Marin D., Maniar H.S., Schuessler R.B. et al. The Cox maze IV procedure for lone atrial fibrillation: a single center experience in 100 consecutive patients. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2011; 31 (1): 47–54. DOI: 10.1007/s10840-011-9547-3
- Wang C.T., Zhang L., Qin T., Xi Z.L., Sun L., Wu H.W. et al. Cox maze III procedure for atrial fibrillation during valve surgery: a single institution experience. *J. Cardiothorac. Surg.* 2020; 15 (1): 111. DOI: 10.1186/s13019-020-01165-4
- Je H.G., Shuman D.J., Ad N. A systematic review of minimally invasive surgical treatment for atrial fibrillation: a comparison of the Cox maze procedure, beating-heart epicardial ablation, and the hybrid procedure on safety and efficacy. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2015; 48 (4): 531–40; discussion 540–1. DOI: 10.1093/ejcts/ezu536
- Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Фатулаев З.Ф., Климчук И.Я., Мироненко М.Ю., Диасамидзе К.Э. и др. Методика операции «Лабиринт ПИВ» в хирургии фибрилляции предсердий, осложненной аритмогенной митральной недостаточностью. *Анналы аритмологии.* 2020; 17 (2): 68–83. DOI: 10.15275/annaritmol.2020.2.1
- [Bockeria L.A., Bockeria O.L., Fatulaev Z.F., Klimchuk I.Ya., Mironenko M.Yu., Diasamidze K.E., et al. Maze IIIB method in surgery for atrial fibrillation complicated by arrhythmogenic mitral regurgitation. *Annaly Aritmologii (Annals of Arrhythmology).* 2020; 17 (2): 68–83 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritmol.2020.2.1]
- de Lima G.G., Kalil R.A., Leiria T.L., Hatem D.M., Kruse C.L., Abrahão R. et al. Randomized study of surgery for patients with permanent atrial fibrillation as a result of mitral valve disease. *Ann. Thorac. Surg.* 2004; 77 (6): 2089–94; discussion 2094–5. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2003.11.018
- Wolf R.K., Schneeberger E.W., Osterday R., Miller D., Merrill W., Flege J.B. Jr et al. Video-assisted bilateral pulmonary vein isolation and left atrial appendage exclusion for atrial fibrillation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2005; 130 (3): 797–802. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2005.03.041
- Boersma L.V., Castella M., van Boven W., Berruezo A., Yilmaz A., Nadal M. et al. Atrial fibrillation catheter ablation versus surgical ablation treatment (FAST): a 2-center randomized clinical trial. *Circulation.* 2012; 125 (1): 23–30. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.074047
- Ji Y., He L., Cheng Z., Shi J., Liu L., Guo Y. Five-year follow-up report: Box lesion radiofrequency ablation procedure for

- atrial fibrillation under video-assisted thoracoscope. *Clin. Case Rep.* 2021; 9 (12): e04837. DOI: 10.1002/ccr3.4837
28. Edgerton J.R., Edgerton Z.J., Weaver T., Reed K., Prince S., Herbert M.A. et al. Minimally invasive pulmonary vein isolation and partial autonomic denervation for surgical treatment of atrial fibrillation. *Ann. Thorac. Surg.* 2008; 86 (1): 35–8. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2008.03.071
 29. McClelland J.H., Duke D., Reddy R. Preliminary results of a limited thoracotomy: new approach to treat atrial fibrillation. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2007; 18 (12): 1289–95. DOI: 10.1111/j.1540-8167.2007.00977.x
 30. Edgerton J.R., Jackman W.M., Mahoney C., Mack M.J. Totally thorascopic surgical ablation of persistent AF and long-standing persistent atrial fibrillation using the "Dallas" lesion set. *Heart Rhythm.* 2009; 6 (12): S64–70. DOI: 10.1016/j.hrthm.2009.09.011
 31. Ревшвили А.Ш., Сергуладзе С.Ю., Ежова И.В., Кваша Б.И., Сопов О.В., Шмуль А.В. Результаты хирургического лечения изолированных форм фибрилляции предсердий с использованием модифицированной операции «Лабиринт». *Анналы аритмологии.* 2012; 9 (3): 31–9. Revshvili A.Sh., Serguladze S.Ju., Ezhova I.V., Kvasha B.I., Sopov O.V., Shmul' A.V. Results of surgical treatment of isolated atrial fibrillations with the use of modified Maze Procedure. *Annaly Aritmologii (Annals of Arrhythmology).* 2012; 9 (3): 31–9 (in Russ.). UDC 616.125-008.313.2-089.168
 32. Solinas M., Bevilacqua S., Karimov J.H., Glauber M. A left atrial ablation with bipolar irrigated radio-frequency for atrial fibrillation during minimally invasive mitral valve surgery. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2010; 37 (4): 965–6. DOI: 10.1016/j.ejcts.2009.10.019
 33. Jiang Z., Tang M., Ma N., Liu H., Ding F., Bao C. et al. Right minithoracotomy versus conventional median sternotomy for patients undergoing mitral valve surgery and Cox maze IV ablation with entirely bipolar radiofrequency clamp. *Heart Vessels.* 2018; 33 (8): 901–7. DOI: 10.1007/s00380-018-1126-4
 34. Nasso G., Lorusso R., Moscarelli M., De Martino G., Dell'Aquila A.M., Motekallemi A. et al. Catheter, surgical, or hybrid procedure: what future for atrial fibrillation ablation? *J. Cardiothorac. Surg.* 2021; 16 (1): 186. DOI: 10.1186/s13019-021-01565-0
 35. Kress D.C., Erickson L., Choudhuri I., Zilinski J., Mengesha T., Krum D. Comparative effectiveness of hybrid ablation versus endocardial catheter ablation alone in patients with persistent atrial fibrillation. *JACC Clin. Electrophysiol.* 2017; 3 (4): 341–39. DOI: 10.1016/j.jacep.2016.10.010
 36. Várzaly J.A., Lau D.H., Chapman D., Edwards J., Worthington M., Sanders P. Hybrid ablation for atrial fibrillation: A systematic review and meta-analysis. *JTCVS Open.* 2021; 7 (C): 141–54. DOI: 10.1016/j.xjon.2021.07.005
 37. DeLurgio D.B., Crossen K.J., Gill J., Blauth C., Oza S.R., Magnano A.R. et al. Hybrid convergent procedure for the treatment of persistent and long-standing persistent atrial fibrillation: Results of CONVERGE clinical trial. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2020; 13 (12): e009288. DOI: 10.1161/CIRCEP.120.009288

Поступила 10.08.2022

Принята к печати 12.09.2022