

**Рубрика: хирургическая аритмология**

© Л.А. БОКЕРИЯ, О.Л. БОКЕРИЯ, М.Б. БИНИАШВИЛИ, Т.Г. ЛЕ, 2021

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2021

УДК 616.12-008.313.2-005.6/.7-089:616.125.2-089.819.842

DOI: 10.15275/annaritmol.2021.1.1

**ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ИЗОЛЯЦИЯ УШКА ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ  
В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ***Тип статьи: обзор литературы***Л.А. Бокерия, О.Л. Бокерия, М.Б. Биниашвили, Т.Г. Ле**

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

Бокерия Лео Антонович, академик РАН и РАМН, президент, заведующий отделением хирургического лечения интерактивной патологии; orcid.org/0000-0002-6180-2619

Бокерия Ольга Леонидовна, доктор мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН; orcid.org/0000-0002-7711-8520

Биниашвили Михаил Борисович, канд. мед. наук, заместитель директора Института подготовки кадров высшей квалификации и профессионального образования, вед. науч. сотр., врач-сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-2988-309X

Ле Татьяна Георгиевна, мл. науч. сотр., врач – сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0001-9523-0172, E-mail: tgle@bakulev.ru

*За последнее десятилетие существенно изменились методы и технологии лечения фибрилляции предсердий (ФП). Совершенствование техники выполнения хирургических пособий позволило значительно улучшить результаты хирургического и интервенционного лечения аритмии с учетом патофизиологических особенностей ее возникновения, основанных на механизмах макрорентри и эктопической триггерной активности.*

*Несмотря на то что катетерная абляция легочных вен при пароксизмальной форме ФП является эффективной, оптимальная тактика хирургического лечения при персистирующей форме ФП все еще не определена. Изоляция легочных вен при персистирующей форме ФП часто приводит к рецидиву аритмии, и даже после нескольких процедур вероятность успеха может оказаться низкой. Риск рецидива ФП может быть вторичным по отношению к триггерам, находящимся вне легочных вен, и в настоящее время изучаются дополнительные методы лечения для более действенного контроля персистирующей формы ФП.*

*Ушко левого предсердия (ЛП) представляет собой сложную структуру с определенными электрофизиологическими свойствами. Многочисленные исследования показали, что ушко ЛП является потенциальным субстратом для возникновения ФП. Терапия, направленная на электрическую изоляцию ушка ЛП, оказалась потенциально эффективной для устранения ФП. Общая концепция этой терапии состоит в том, чтобы провести электрическую изоляцию предсердия от ушка при помощи катетерной абляции, хирургического иссечения или лигирования, а также чрескожного лигирования ушка ЛП. Электрическая изоляция ушка ЛП имеет преимущества в снижении частоты рецидивов ФП и может стать основой оптимального контроля над ритмом при ФП, что, несомненно, требует дальнейшего исследования и является предметом обсуждения в настоящей статье.*

*Ключевые слова: фибрилляция предсердий; хирургическое лечение фибрилляции предсердий; электрическая изоляция ушка левого предсердия; хирургическая изоляция ушка левого предсердия.*

**ELECTRICAL ISOLATION OF THE LEFT ATRIAL APPENDAGE  
IN THE SURGICAL TREATMENT OF ATRIAL FIBRILLATION****L.A. Bockeria, O.L. Bockeria, M.B. Biniashvili, T.G. Le**

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

Leo A. Bockeria, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of RAS and RAMS, President, Head of Department; orcid.org/0000-0002-6180-2619

Ol'ga L. Bockeria, Dr. Med. Sc., Professor, Corresponding Member of RAS; orcid.org/0000-0002-7711-8520  
Mikhail B. Biniashvili, Cand. Med. Sc., Leading Researcher, Deputy Director of Professional Education Institute;  
orcid.org/0000-0003-2988-309X  
Tat'yana G. Le, Junior Researcher, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-9523-0172,  
E-mail: tgle@bakulev.ru

*Over the past decade, there have been significant changes in the field of methods and technologies in the treatment of atrial fibrillation (AF). Improving the technique of performing surgical manual has significantly improved the results of surgical and interventional treatment of arrhythmia, taking into account the pathophysiological features of its occurrence, based on the mechanisms of macro-reentry and ectopic trigger activity.*

*Despite the fact that catheter ablation of the pulmonary veins in the paroxysmal form of AF shows its effectiveness, the optimal tactics of surgical treatment in the persistent form of AF is still not determined. Isolation of the pulmonary veins in the persistent form of AF often leads to recurrence of arrhythmia, and even after several procedures, the probability of success may be low. The risk of recurrence of AF may be secondary to triggers outside the pulmonary veins, and additional treatments are currently being studied for better control of the persistent form of AF.*

*The left atrium appendage is a complex structure with certain electrophysiological properties. Numerous studies have shown that the left atrium appendage is a potential substrate for the occurrence of AF. The therapy aimed at electrical isolation of the left atrium appendage has demonstrated potential effectiveness in ensuring freedom from AF. The general concept of this therapy is to perform electrical isolation of the atrium from the appendage by catheter ablation, surgical excision or ligation, and percutaneous ligation of the left atrium appendage. Electrical isolation of the left atrium appendage has already demonstrated advantages in reducing the frequency of AF recurrences. And also, the electrical isolation of the left atrium appendage may become the basis for optimal control over the rhythm in AF, which undoubtedly deserves further study and is the subject of discussion in this article.*

*Keywords: atrial fibrillation; surgical treatment of atrial fibrillation; electrical isolation of the left atrial appendage; surgical isolation of the left atrial appendage.*

## Введение

Фибрилляция предсердий является наиболее распространенной аритмией во всем мире и приводит к значительной заболеваемости и смертности [1, 2]. Несмотря на то что катетерная абляция при пароксизмальной форме ФП позволяет обеспечить контроль ритма и профилактику рецидивов ФП, аналогичный подход, основанный на изоляции легочных вен, не был столь успешным у пациентов с персистирующей формой ФП [3]. Было разработано и апробировано несколько методик абляции, дополняющих изоляцию легочных вен при персистирующей форме ФП, хотя преобладание внелегочных триггеров, в том числе исходящих из ушка левого предсердия при непароксизмальной форме ФП, остается предметом дискуссий, и оптимальная стратегия абляции еще не определена [3–6]. В последнее время возрастает внимание к роли ушка ЛП в запуске и поддержании ФП, особенно у пациентов с персистирующей формой ФП или с рецидивом ФП после повторной абляции. Ушко ЛП уже давно считается источником тромбоемболии и, как следствие, инсультов у пациентов с ФП, а прием пероральных антикоагулянтов и окклюзия ушка ЛП позволяют снизить риск возникновения инсультов у пациентов с ФП [7–9]. Было обнаружено, что ушко

ЛП обладает электрическими свойствами, которые имеют значение при контроле ритма. В данной статье обсудим анатомические и электрические свойства ушка ЛП, имеющиеся данные, определяющие его роль при персистирующей форме ФП, и эффективность различных методов лечения, направленных на электрическую изоляцию ушка ЛП.

## Свойства ушка левого предсердия

Ушко ЛП – анатомическая структура, исходящая от левого предсердия, но отличающаяся от него эмбриологически и, таким образом, характеризующаяся специфическими анатомическими и электрофизиологическими особенностями [10, 11]. Оно имеет сложную структуру и отличается чрезмерной трабекулярностью и неоднородной ориентацией миокардиальных волокон по сравнению с гладким эндокардом ЛП [10]. В многочисленных исследованиях выявили наличие очагов повышенного автоматизма в ушке ЛП и предсердных тахикардий [12–14].

Повышенный автоматизм со стороны ушка ЛП, как полагают, выступает в роли триггера в период рефрактерной ФП, особенно у пациентов с ее персистирующей формой или рецидивом ФП после абляции [15, 16]. Сложная анатомическая и клеточная структура ушка ЛП также может предрасполагать к аритмогенезу, по-

сколькo это способствует замедленной проводимости, блокаде проведения электрического импульса и повторному входу [16–18]. В анатомическом исследовании с участием пациентов, которые перенесли хирургическую аблацию и резекцию ушка ЛП, было отмечено, что у пациентов с ФП ушко ЛП имеет толстые интерстициальные фиброзные рубцы, что может быть связано с изменением скорости проводимости и временем активации, которые формируют аритмогенный субстрат для повторного входа [17]. В наблюдательном исследовании M. Nosini et al. [16] из 74 пациентов с персистирующей формой ФП, перенесших аблацию аритмогенных зон ФП, у 20% больных были обнаружены предсердные тахикардии из области ушка ЛП, этим пациентам было показано выполнение дополнительной радиочастотной (РЧ) аблации. У 87% пациентов, перенесших аблацию ушка ЛП, сохранялся синусовый ритм без антиаритмических препаратов в течение 18 мес [16]. Сложная структура ушка ЛП может predispose к аритмогенезу, и по большей части во многих работах исследовались электрическая активность ушка ЛП, а также потенциальная эффективность катетерной аблации или других методов электрической изоляции (ЭИ) этой структуры.

### **Электрическая изоляция ушка левого предсердия с помощью катетерной аблации**

Роль ушка ЛП в аритмогенезе ФП была подчеркнута L. Di Biase et al. [15] в работе о распространенности триггеров, исходящих из ушка ЛП; в крупном исследовании, включающем пациентов, перенесших повторную аблацию аритмогенных зон ФП [15], и другими исследователями [19–22]. В ретроспективном наблюдательном исследовании участвовали 987 пациентов, перенесших повторную катетерную аблацию по поводу ФП. У 27% больных были обнаружены триггеры в ушке ЛП. У 8,7% пациентов ушко ЛП было единственным источником аритмии без легочных вен (ЛВ) или других источников, помимо ЛВ. L. Di Biase et al. [15] сообщили, что круговая аблация устья ушка ЛП была связана со значимым снижением частоты рецидивов ФП; только 15% пациентов, которые перенесли ЭИ ушка ЛП, имели рецидив ФП в течение  $12 \pm 3$  мес наблюдения, по сравнению с 68 и 73% пациентов, прошедших очаговую аблацию триггера в ушке ЛП и без аблации ушка ЛП, соответствен-

но ( $p < 0,001$  по сравнению с ЭИ ушка ЛП и очаговой аблацией триггера ушка ЛП против без аблации ушка ЛП). Эти данные позволяют предположить, что ушко ЛП является не только значимым источником ФП и что ЭИ может играть важную роль в лечении персистирующей формы ФП и предотвращении рецидивов аритмии.

Эффективность ЭИ ушка ЛП показана и в рандомизированном контролируемом исследовании BELIEF, в котором оценено влияние ЭИ ушка левого предсердия на отдаленные результаты у пациентов с персистирующей или длительно персистирующей формой ФП, которые перенесли катетерную аблацию [19]. При этом 173 пациента с длительной персистирующей ФП были рандомизированы в группу ЭИ ушка ЛП с расширенной аблацией ЛП и группу расширенной аблации ЛП изолированно [19]. В течение 12 мес наблюдения у 28% пациентов из контрольной группы и у 56% пациентов из группы ЭИ ушка ЛП не было рецидивов ФП (нескорректированное отношение рисков (ОР) по рецидиву только со стандартной аблацией 1,92; 95% доверительный интервал (ДИ): 1,3–2,9; логранк-тест:  $p = 0,001$ ). После коррективы по возрасту, полу и размеру ЛП при сравнении ЭИ ушка ЛП с аблацией изолированная стандартная аблация была значимым предиктором рецидива ФП (ОР 2,22; 95% ДИ 1,29–3,81;  $p = 0,004$ ).

В большинстве исследований, посвященных ЭИ ушка ЛП с помощью катетерной аблации, процедура проводилась на уровне устья ушка ЛП (рис. 1, а), и только в двух исследованиях при ЭИ ушка ЛП было затронуто большее пространство в области свода, линии заднего бокового митрального перешейка и передней линии [23]. Систематический обзор различных чрескожных техник ЭИ ушка ЛП не показал различий между этими двумя стратегиями ЭИ ушка ЛП ( $p = 0,55$ ) [23]. В дополнение к РЧ-аблации отмечено похожее положительное воздействие криобаллонной (КБ) аблации для ЭИ ушка ЛП [20]. H. Yorgun et al. [20] оценили безопасность и эффективность КБ-аблации ушка ЛП и ЛВ с изолированной аблацией ЛВ. Через 12 мес у 67% пациентов из контрольной группы и 86% из группы ЭИ ушка ЛП не отмечалось предсердной тахикардии ( $p < 0,001$ ) и повышения уровня тромбоэмболических осложнений. Хотя отдельного исследования, посвященного сравнению эффективности и безопасности ЭИ ушка ЛП с помощью РЧ- и КБ-аблации, не проводилось,

Н. Yorgun et al. [20] сообщили о сопоставимой безопасности исходов КБ- и РЧ-абляции ЛВ при ЭИ ушка ЛП. Учитывая то, что в исследовании использовалась одинаковая техника КБ-абляции, продолжительность процедуры и рентгеноскопии была меньше, чем при РЧ-абляции [20]. ЭИ ушка ЛП чаще проводилась пациентам с непароксизмальной формой ФП по сравнению с пароксизмальной формой ФП.

Несмотря на потенциальный эффект ЭИ ушка ЛП путем абляции, полная его изоляция до-

стигается нелегко посредством катетерной абляции, даже с применением современных электрофизиологических методов картирования и абляции аритмий. В исследовании BELIEF [19] после первой абляции не удалось достичь полной ЭИ ушка ЛП у 13% пациентов. Более того, при проведении повторной абляции электрическая активность в ушке ЛП была отмечена у 37% пациентов [19]. Для достижения ЭИ ушка ЛП требовалось значительно большее время радиочастотного воздействия по сравнению с изоли-

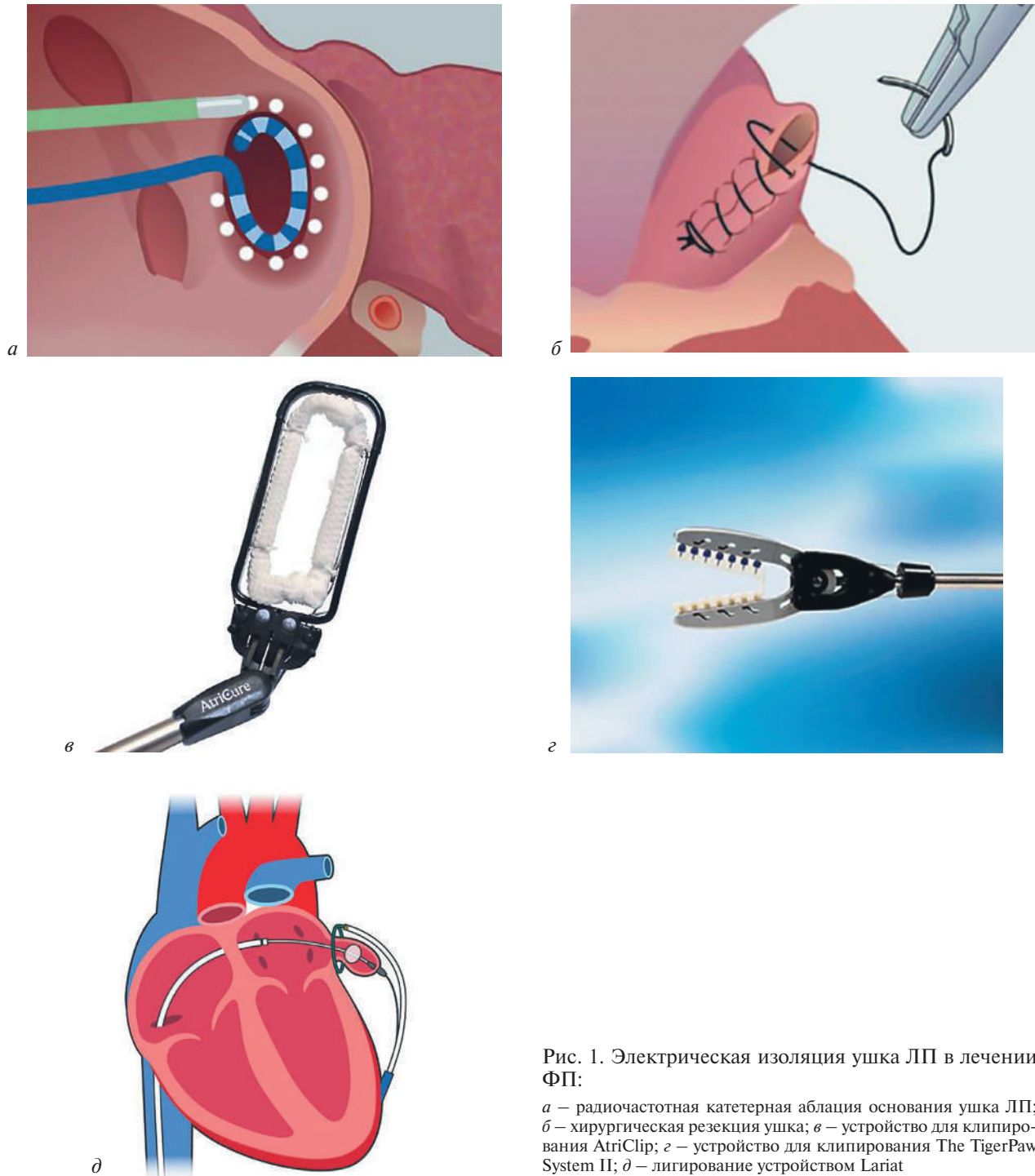


Рис. 1. Электрическая изоляция ушка ЛП в лечении ФП:

*a* – радиочастотная катетерная абляция основания ушка ЛП; *б* – хирургическая резекция ушка; *в* – устройство для клипирования AtriClip; *г* – устройство для клипирования The TigerPaw System II; *д* – лигирование устройством Lariat



рованной аблацией ЛП; 93,1 мин по сравнению с 77,4 мин ( $p < 0,001$ ) в группе ЭИ ушка ЛП по сравнению с контрольной группой соответственно [19]. В исследовании BELIEF [19] у 43% пациентов из группы ЭИ функция ушка ЛП по данным эхокардиографии была в норме, что может свидетельствовать о возобновлении электрической активности в ушке ЛП у большинства этих пациентов.

Данных о процедурных осложнениях при ЭИ ушка ЛП очень мало. Так, в исследовании BELIEF [19] сообщалось о схожих уровнях экссудата в полости перикарда и желудочно-кишечных кровотечениях при ЭИ ушка ЛП с расширенной аблацией ЛП, выполненной путем катетерной аблации, по сравнению с изолированной расширенной аблацией ЛП. A. Rillig et al. [24] в своем наблюдательном исследовании обнаружили процедурные неблагоприятные явления у 6% пациентов, которые перенесли ЭИ ушка ЛП, по сравнению с 2% у пациентов, которые перенесли аблацию ФП без ЭИ ушка ЛП. КБ-аблация ЭИ ушка ЛП была ассоциирована со спазмом левой огибающей артерии (4%), чего не наблюдалось при РЧ-аблации [20].

Ключевая проблема ЭИ ушка ЛП путем аблации – это повышенный риск тромбоэмболий. При неклапанной ФП ушко ЛП становится источником тромбоза примерно у 90% пациентов. Таким образом, особое внимание уделяется тромботическому потенциалу данной структуры [25, 26].

Электрическая изоляция ушка может стать причиной электромеханической диссоциации, которая впоследствии может привести к формированию тромба и увеличению риска инсульта. Более того, низкая скорость опорожнения влияет на формирование тромба в ушке ЛП, что описано в некоторых исследованиях эффективности ЭИ ушка ЛП путем аблации [27]. Тем не менее данные о повышенном риске различаются. Так, в исследовании BELIEF [19] при последующей чреспищеводной эхокардиографии (ЧПЭхоКГ) было показано, что после аблации при ЭИ ушка ЛП у 56,6% пациентов ухудшилась функция ушка ЛП и у 80% отмечались низкие скорости пикового наполнения и опорожнения (до 0,4 м/с), хотя данных об инсульте или транзиторных ишемических атаках (ТИА) после процедуры не было. В этом исследовании все пациенты были выписаны на фоне приема варфарина с целевым значением международного нормализованного отношения (МНО) 2,0–3,0

или пероральных антикоагулянтов, в зависимости от того, какая антикоагулянтная терапия проводилась до аблации. Всем пациентам была выполнена стандартная ЧП ЭхоКГ для оценки функции ушка ЛП с целью коррекции антикоагулянтной терапии. И наоборот, в наблюдательном исследовании с участием 50 пациентов, которым проводилась обширная ЭИ ушка ЛП, A. Rillig et al. [24] сообщили о более высокой распространенности инсульта в связи с этой процедурой. В течение среднего времени наблюдения 6,5 мес церебральные эмболические явления имели место у 6% пациентов, перенесших ЭИ ушка ЛП, что было выше, чем прогнозировалось с учетом факторов риска пациентов (ожидаемый показатель 1,5% на основании значения шкалы CHA2DS2-VASc 3 (застойная сердечная недостаточность, гипертензия, возраст  $\geq 75$  лет, сахарный диабет, инсульт или преходящее нарушение мозгового кровообращения или тромбоэмболия в анамнезе, сосудистое заболевание, возраст от 65 до 74 лет, пол). Кроме того, A. Rillig et al. [24] обнаружили, что у 21,3% пациентов, перенесших ЭИ ушка ЛП, развился тромбоз ушка ЛП, который был обнаружен при последующей ЧПЭхоКГ, несмотря на антикоагулянтную терапию после процедуры. Следует отметить, что у всех 3 пациентов с инсультом или ТИА был зарегистрирован рецидив ФП; 1 из 3 больных не принимал антикоагулянты на момент события. В дополнение A. Rillig et al. [24] сообщили, что в группах не было различий по скорости в ЭИ ушка ЛП. В наблюдательном исследовании, проведенном Y. Kim et al. [28], было обнаружено, что у пациентов, перенесших ЭИ ушка ЛП, была значимо выше частота возникновения ишемического инсульта или ТИА, чем у тех, кто перенес аблацию без ЭИ ушка ЛП (ОР 23,6;  $p < 0,001$ ). В этом исследовании скорость кровотока в ушке ЛП после его ЭИ значимо не различалась у пациентов без ишемического инсульта или ТИА и с ними. Риск тромбоэмболии при ЭИ ушка ЛП также различался в зависимости от того, проводилась ли ЭИ ушка ЛП посредством РЧ- или КБ-аблации. H. Yorgun et al. [20] обнаружили, что после ЭИ ушка ЛП посредством КБ-аблации, несмотря на значительное снижение скорости кровотока в ушке ЛП, средняя скорость кровотока оставалась более 0,4 м/с у 66% пациентов в течение 12 мес наблюдения. Для того чтобы избежать тромбоэмболии после катетерной ЭИ ушка ЛП, несомненно, требуется дальнейшее техническое совершенствование

вание процедуры и продолжение исследований в этой области.

### Хирургическое иссечение или лигирование ушка левого предсердия

Хирургическое иссечение или лигирование ушка ЛП во время кардиохирургических операций практикуется уже более полувека [26, 29] (рис. 1, б). Исследования LAAOS I (эффективность окклюзии ушка левого предсердия I) и LAAOS II [30, 31] показали возможность хирургической окклюзии ушка ЛП во время аортокоронарного шунтирования. В клиническом исследовании LAAOS I [30] выявили интраоперационные разрывы с вовлечением ушка ЛП у 8 (15,3%) пациентов в группе окклюзии ушка ЛП по сравнению с 1 (4,0%) в контрольной группе, хотя эти разрывы поддавались оперативному восстановлению с использованием швов без осложнений. Отмечены периоперационные тромбоэмболические события у 2 (2,6%) пациентов в группе окклюзии ушка ЛП по сравнению с отсутствием таковых в контрольной группе. В клиническом исследовании LAAOS II [31] во время процедур не было зафиксировано ни одного жизнеугрожающего случая разрыва. Три пациента нуждались в обследовании на предмет кровотечения (2 пациента в группе окклюзии и 1 пациент в контрольной группе), ни одно из них не было в месте окклюзии ушка ЛП.

Исследования показали снижение риска тромбоэмболии при хирургическом иссечении или лигировании ушка ЛП у пациентов с ФП. В ретроспективном когортном исследовании, включавшем 10 524 пациента, перенесших кардиохирургические операции, D. Friedman et al. [32] оценили различия в рисках тромбоэмболии после хирургической окклюзии ушка ЛП. Как показало 3-летнее наблюдение, хирургическая окклюзия ушка ЛП во время сопутствующей кардиохирургической операции была ассоциирована со значительно меньшим риском повторной госпитализации по поводу тромбоэмболии (ОР 0,67; 95% ДИ 0,56–0,81;  $p < 0,001$ ) [32]. Также ожидается, что в клиническом исследовании LAAOS III (NCT01561651) [33] будет получена расширенная оценка риска инсульта у пациентов, перенесших хирургическую окклюзию ушка ЛП. Оно будет завершено в 2022 г. и, возможно, повлияет на клинические рекомендации по лечению аритмии.

Хирургическое иссечение или лигирование ушка ЛП (путем изоляции швами, иссечения

степлером, наложения швов или с использованием устройства) является неотъемлемой частью хирургической аблации ФП [34, 35]. При выполнении полной резекции гарантированно достигается ЭИ ушка ЛП. Предположительно, ЭИ ушка ЛП также достигается путем его технической изоляции с помощью различных устройств – зажимов или степлеров, хотя имеющихся данных недостаточно [34]. Существует ряд устройств, используемых для достижения эпикардального закрытия ушка ЛП, в том числе применяемых при малоинвазивной хирургической аблации ФП [36] (рис. 1, в, г). В одном из исследований у 10 пациентов, перенесших малоинвазивное эпикардальное закрытие ушка ЛП при помощи устройства AtriClip (Atricure Inc.), во время хирургической аблации ФП была достигнута полная ЭИ ушка ЛП, о чем свидетельствует отсутствие ответа ЛП во время стимуляции его ушка [37]. При хирургическом накладывании швов существует вероятность электрической изоляции, а впоследствии – фиброза непосредственно вдоль изолированной части ушка ЛП [34]. В отличие от ЭИ ушка ЛП с помощью аблации, хирургическое иссечение или лигирование ушка ЛП может привести как к электрической, так и к механической изоляции или удалению ушка ЛП, следовательно, снижается риск тромбоэмболических осложнений и инсульта, связанный с ЭИ ушка ЛП при аблации. Однако в зависимости от используемой техники хирургического иссечения или лигирования могут быть различные варианты неполного закрытия ушка ЛП и, следовательно, неполной ЭИ ушка ЛП. В клиническом исследовании LAAOS I [30] полная окклюзия при применении степлера наблюдалась у 24 (72%) пациентов по сравнению с 5 (45%) при использовании только шовной техники. Закрытие ушка ЛП с использованием AtriClip привело к неполному закрытию у 4 (6,2%) пациентов [38]. Кроме того, даже когда достигается полная хирургическая окклюзия ушка ЛП, могут оставаться триггеры после хирургической изоляции ушка ЛП, такие как связка Маршала, которая рассценивается в качестве важного источника ФП у некоторых пациентов [39]. Исследование T. Yamada et al. также показало преобладание очагов предсердной тахикардии, которые возникают из ушка ЛП и могут быть упущены при использовании хирургического подхода к ЭИ ушка ЛП [14].

## Электрическая изоляция ушка левого предсердия при помощи чрескожного лигирования с использованием устройства Lariat

Чрескожное лигирование ушка ЛП является альтернативой хирургической окклюзии и выполняется с помощью устройства Lariat (SentreHEART) (рис. 1, д). Устройство Lariat позволяет наложить чрескожную лигатуру на ушко ЛП с помощью петли, используется комбинация трансептального и эпикардиального доступов [40, 41]. Несмотря на первоначальные опасения по поводу безопасности, недавний опыт работы с этим устройством показал приемлемый результат, отмечено небольшое количество побочных эффектов [9, 42]. В одноцентровом проспективном исследовании, проведенном K. Bartus et al. [43], технический успех достигнут у 85 (96%) пациентов, пери- и послеоперационные осложнения отмечены у 10 (11,2%) пациентов. Периоперационные осложнения включали события, связанные с эпикардиальным доступом (n=2, пункция правого желудочка и поверхностный разрыв эпигастральной артерии) и трансептальной пункцией (n=1, перфорация стенки и последующий гемоперикард) [43]. Послеоперационные основные неблагоприятные явления включали острый перикардит (n=2), поздний выпот в перикард (n=1), необъяснимую внезапную смерть (n=2) и отдаленные инсульты (n=2) [43]. В систематическом обзоре 5 отчетов об использовании устройства Lariat по 309 пунктам S. Chatterjee et al. [41] сообщили, что уровень успешной установки составляет 90,3%, при этом 7 (2,3%) пациентам потребовалась срочная операция, госпитальная летальность составила 0,3% (умер 1 пациент).

Запрос базы данных MAUDE (доклады клиницистов о возникших осложнениях, связанных с медицинскими процедурами) Управления по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США выявил 35 сообщений о неблагоприятных явлениях в связи с использованием устройства Lariat: в 5 отмечены тампонада перикарда и смерть, еще в 23 — необходимость срочной операции на сердце [41]. Впоследствии 13 июля 2015 г. Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США выпустило сообщение о смертности пациентов и других серьезных медицинских осложнениях. Тем не менее в крупном многоцентровом регистре (n=712)

D. Lakkireddy et al. [9] сообщили о повышении эффективности процедуры (более 95%), об уровне смертности, связанной с процедурой (n=1, 0,14%), перфорации сердца, требующей хирургического вмешательства (n=10, 1,44%). Авторы связывают увеличение эффективности использования устройства с несколькими факторами, включая опыт хирурга, а также улучшенную технологию с использованием иглы маленького диаметра для микроразрезов (по сравнению с ранее используемой иглой большего диаметра) для осуществления доступа к эпикарду и введение колхицина во время процедуры для минимизации воспаления перикарда и плевры. Повышение безопасности также может быть связано с опытом хирурга и совершенствованием технологии выполнения процедуры [9].

Предполагается, что чрескожное лигирование ушка ЛП при помощи устройства Lariat приводит к электрической изоляции ушка ЛП. Первоначальные исследования на животных показали, что лигирование ушка может привести к потере электрической активности [44, 45]. В наблюдательном исследовании у 68 пациентов, которые перенесли лигирование ушка ЛП при помощи устройства Lariat [46], была проведена запись электрической активности непосредственно перед процедурой и после нее. Показано, что закрытие петли устройства Lariat вызвало немедленное снижение однополярного и двухполярного электрического напряжения в ушке ЛП (однополярное электрическое напряжение до лигирования составило  $1,1 \pm 0,53$  мВ и двухполярное электрическое напряжение до лигирования —  $4,7 \pm 2,83$  мВ по сравнению с однополярным электрическим напряжением после лигирования  $0,3 \pm 0,38$  мВ и двухполярным электрическим напряжением после лигирования  $0,6 \pm 0,27$  мВ) [46]. Более того, при первоначальном затягивании петли была отмечена полная потеря электрического напряжения в ушке ЛП, и в 33% случаев было невозможно захватить ЛП при стимуляции его ушка [46]. Считается, что лигирование ушка ЛП посредством устройства Lariat приводит к ЭИ ушка, вызывая его обширное повреждение и последующий ишемический некроз [46]. Аутопсия у 2 пациентов, которые перенесли лигирование ушка ЛП посредством устройства Lariat, показала полный фиброз и атрофию ушка ЛП [47].

Лигирование ушка ЛП с применением устройства Lariat дает положительные клинические результаты — снижение риска развития ФП. В про-

спективном наблюдательном исследовании с включением пациентов с персистирующей ФП, направленных на абляцию ФП, было обнаружено, что у больных, ранее прошедших лигирование ушка ЛП с помощью устройства Lariat и абляцию ФП, была более низкая частота рецидива ФП по сравнению с пациентами, которым была выполнена только абляция ФП [21]. Свобода от ФП через год составила 65% при включении лигирования устройством Lariat по сравнению с 39% без него ( $p=0,002$ ). Помимо этого, большему числу пациентов из группы только абляции требовалась повторная процедура из-за рецидива аритмии (33% против 16%,  $p=0,018$ ). Влияние устройства Lariat на снижение частоты рецидивов ФП может быть многофакторным и не ограничиваться достижением ЭИ ушка ЛП. Лигирование ушка ЛП может приводить к сокращению или уменьшению массы предсердия на фоне его дисперсии, что может влиять на частоту рецидивов ФП [48]. Как и при хирургическом подходе к ЭИ ушка ЛП, лигирование с помощью устройства Lariat может пройти с неполным закрытием ушка и, соответственно, неполной электрической изоляцией. Продолжающееся в настоящий момент исследование aMAZE (лигирование ушка ЛП в дополнение к изоляции легочных вен при персистирующей или длительной персистирующей форме фибрилляции предсердий [49] позволит лучше понять эффект лигирования ушка ЛП с помощью устройства Lariat как дополнение к абляции ФП при лечении ее персистирующей формы. В данное рандомизированное контролируемое исследование включены 600 участников из 65 центров – пациенты с персистирующей или длительно персистирующей формой ФП, которым выполнено лигирование ушка ЛП при помощи устройства Lariat в дополнение к изоляции легочных вен путем абляции или изолированная изоляция легочных вен путем абляции в соотношении 2:1. Первичная конечная точка включает: свободу от ФП, трепетания предсердий или предсердной тахикардии длительностью более 30 с в течение 1 года наблюдения [49]. Ключевые вторичные конечные точки будут включать комбинацию из смертности от сердечно-сосудистых причин, инсульта и оценки качества жизни. Результаты исследования, вероятно, помогут в дальнейшем понимании вклада ушка ЛП и важности его ЭИ в уменьшении частоты рецидивов ФП у пациентов с ее персистирующей формой.

Лигирование ушка ЛП с помощью устройства Lariat может приводить как к электрической, так

и к механической изоляции ушка ЛП. В связи с тем что устройство обеспечивает эффективный механический барьер для тромбоэмболии, может быть устранена необходимость антикоагуляции. Хотя доступны также другие чрескожные эндокардиальные устройства для окклюзии, такие как Watchman (Boston Scientific) и Amplatzer Amulet (St. Jude Medical), но пока нет данных, подтверждающих, что использование этих устройств приводит к ЭИ ушка ЛП. A. Romanov et al. [50] в рандомизированном клиническом исследовании показали безопасность окклюзии ушка ЛП устройством Watchman во время изоляции легочных вен путем абляции без особого влияния на успех в лечении ФП в течение 24 мес наблюдения ( $p=0,34$ ).

### Электрическая изоляция ушка левого предсердия с помощью перспективных отечественных систем для клипирования «ЛП-Эпиклип»

Начиная с 2019 г. в НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева ведется разработка и совершенствование первых отечественных систем для хирургической изоляции ушка ЛП путем клипирования «ЛП-Эпиклип». Разработанная модель имеет простую и в то же время эффективную конструкцию, которая представляет собой два прямых или в форме полумесяца элемента, надежно и подвижно соединенных у основания с возможностью смыкания прямых элементов, которые фиксируются в заданном месте и положении (рис. 2).

Целью доклинических испытаний, помимо обеспечения безопасности и эффективности процедуры хирургической изоляции, также является подтверждение электрической изоляции ушка левого предсердия.

Предварительные доклинические результаты, полученные в хроническом эксперименте на свиньях, показали возможность безопасной установки устройства на основании ушка левого

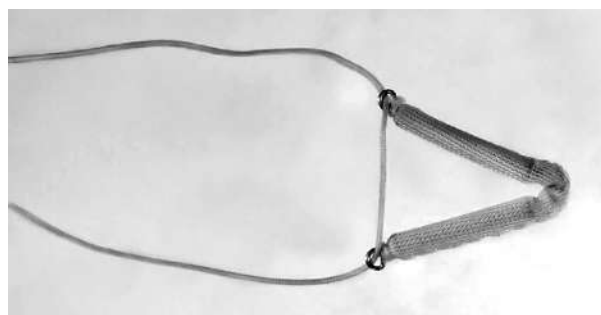


Рис. 2. Отечественная система для хирургической изоляции ушка левого предсердия «ЛП-Эпиклип»



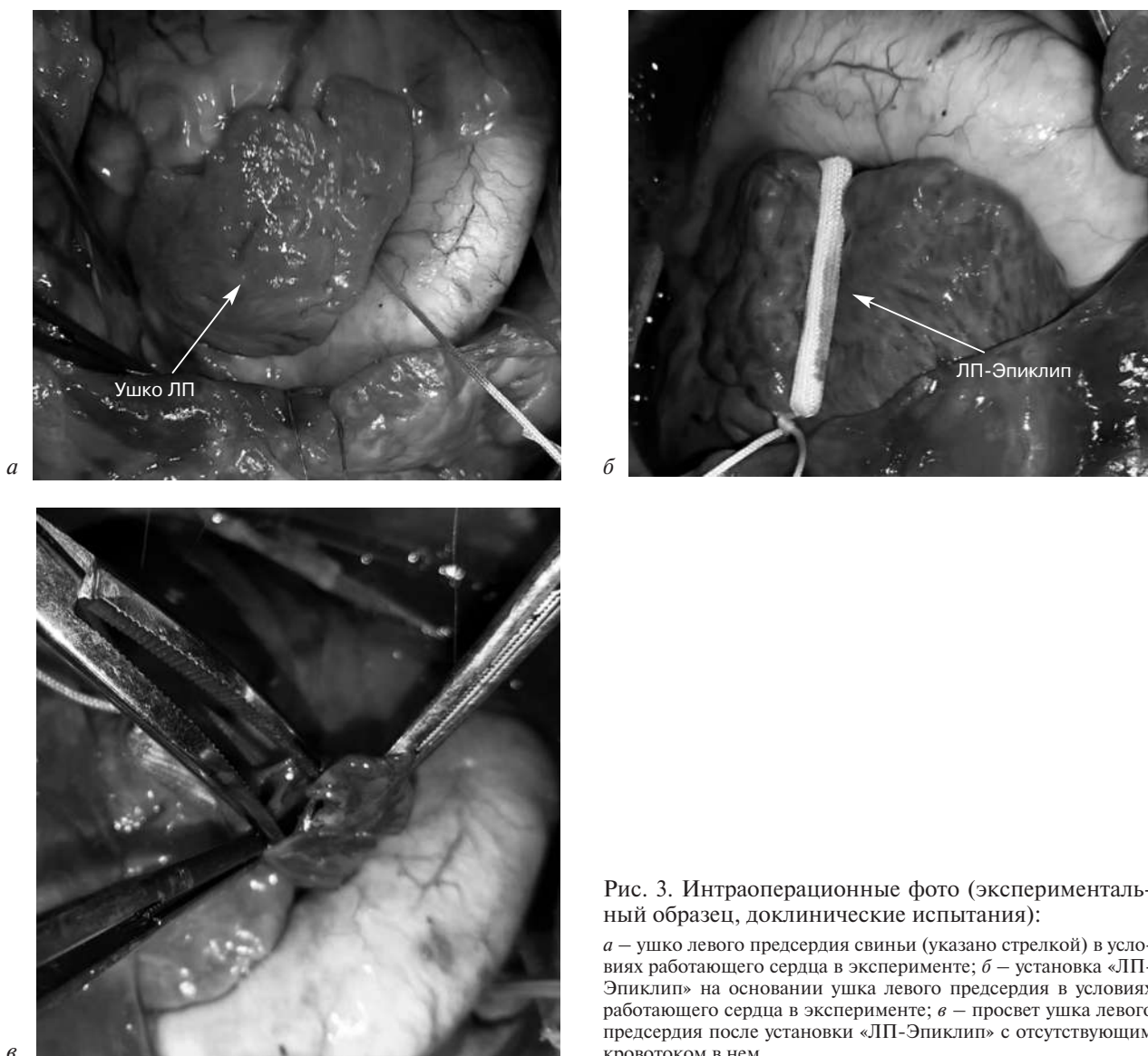


Рис. 3. Интраоперационные фото (экспериментальный образец, доклинические испытания):

*a* – ушко левого предсердия свиньи (указано стрелкой) в условиях работающего сердца в эксперименте; *б* – установка «ЛП-Эпиклип» на основании ушка левого предсердия в условиях работающего сердца в эксперименте; *в* – просвет ушка левого предсердия после установки «ЛП-Эпиклип» с отсутствующим кровотоком в нем

предсердия, эффективной хирургической и электрической изоляции клипсы через 120 сут после имплантации [51, 52] (рис. 3, *a–в*).

### Заключение

Ушко ЛП – это сложная структура с четкими анатомическими, физиологическими и электрическими свойствами. Исследования с участием пациентов с персистирующей формой ФП свидетельствуют о том, что ушко ЛП выступает в качестве важного источника, вызывающего и поддерживающего ФП у некоторых пациентов. Электрическая изоляция ушка ЛП путем катетерной абляции, хирургической резекции или лигирования эффективна в снижении количества рецидивов ФП. Однако данные, которые бы позволили напрямую сравнить эффективность и безопасность различных стратегий ЭИ ушка ЛП, весьма ограничены. К сожалению, риск тромбоза эмболии

после ЭИ ушка ЛП путем катетерной абляции остается высоким, особенно если прекращается антикоагулянтная терапия. В оптимальную стратегию лечения персистирующей формы ФП, несомненно, следует включать эффективные методы хирургической и электрической изоляции ушка ЛП, что будет приводить к снижению частоты рецидивов ФП и рисков развития эмболических осложнений аритмии. Ушко ЛП представляет собой значимую в научном понимании структуру для дальнейшего изучения.

**Конфликт интересов.** Конфликт интересов не заявляется.

### Библиографический список [References]

1. Lloyd-Jones D.M., Wang T.J., Leip E.P., Martin G.L., Daniel L., Ramachandran S.V. et al. Life-time risk for development of atrial fibrillation: The Framingham heart study.

- Circulation*. 2004; 110: 1042–6. DOI: 10.1161/01.cir.0000140263.20897.42
2. Stewart S.L., Hart C.L., Hole D.J., McMurray J.V. A population-based study of the long-term risks associated with atrial fibrillation: 20-year follow-up of the Renfrew/Paisley Study. *Am. J. Med.* 2002; 113: 359–64. DOI: 10.1016/s0002-9343(02)01236-6
  3. January C.T., Wann L.S., Alpert J.S., Hugh C., Joaquin E.C., Joseph C.C. et al. 2014 AHA/ACC/HRS Guideline for the Management of Patients with Atrial Fibrillation: Executive Summary. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014; 64: 2246–80. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.03.021
  4. Brooks A.G., Stiles M.K., Laborderie J., Dennis H.L., Pawel K., Nicholas J.S. et al. Outcomes of long-standing persistent atrial fibrillation ablation: Asystematic review. *Heart Rhythm*. 2010; 7: 835–46. DOI: 10.1016/j.hrthm.2010.01.017
  5. Verma A., Jiang C., Betts T.R., Jian C., Isabel D., Roberto M. et al. Approaches to catheter ablation for persistent atrial fibrillation. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372: 1812–9. DOI: 10.1056/nejmoa1408288
  6. Santangeli P., Zado E.S., Hutchinson M.D., Michael P.R., David L., David S.F. et al. Prevalence and distribution of focal triggers in persistent and long-standing persistent atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. 2016; 13: 374–82. DOI: 10.1016/j.hrthm.2015.10.023
  7. Holmes D.R., Reddy V.Y., Turi Z.G., Shephal K.D., Horst S., Maurice B. et al. Percutaneous closure of the left atrial appendage versus warfarin therapy for prevention of stroke in patients with atrial fibrillation: a randomized non-inferiority trial. *Lancet*. 2009; 374: 534–42. DOI: 10.1016/s0140-6736(09)61343-x
  8. Reddy V.Y., Sievert H., Halperin J., Shephal K.D., Maurice B., Petr N. et al. Percutaneous left atrial appendage closure vs warfarin for atrial fibrillation. *JAMA*. 2014; 312: 1988–98. DOI: 10.1001/jama.2014.15192
  9. Lakkireddy D., Afzal M.R., Lee R.J., Hosakote N., David T., Brett G. et al. Short and long-term outcomes of percutaneous left atrial appendage suture ligation: results from a US multicenter evaluation. *Heart Rhythm*. 2016; 13: 1030–6. DOI: 10.1016/j.hrthm.2016.01.022
  10. Naksuk N., Padmanabhan D., Yogeswaran V., Asirvatham S.J. Left atrial appendage: embryology, anatomy, physiology, arrhythmia and therapeutic intervention. *J. Am. Coll. Cardiol. EP*. 2016; 2: 403–12. DOI: 10.1016/j.jacep.2016.06.006
  11. Beige I.R., Wunderlich N.C., Ho S.Y., Arsanjani R., Siegel R.J. The left atrial appendage: anatomy, function, and noninvasive evaluation. *J. Am. Coll. Cardiol. Img.* 2014; 7: 1251–65. DOI: 10.1016/j.jcmg.2014.08.009
  12. De Barker J.M.T., Haur R.N.W., Bakker P.F.A., Becker A.E., Janse M.J., Robles De Medina E.O. Abnormal automaticity as mechanism of atrial tachycardia in the human heart – electrophysiologic and histologic correlation: A case report. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 1994; 5: 335–44. DOI: 10.1111/j.1540-8167.1994.tb01170.x
  13. Guo X.G., Zhang J.L., Ma J., Zheng Z., Wang H., Su X. et al. Management of focal atrial tachycardias originating from the atrial appendage with the combination of radio-frequency catheter ablation and minimally invasive atrial appendectomy. *Heart Rhythm*. 2014; 11: 17–25. DOI: 10.1016/j.hrthm.2013.10.017
  14. Yamada T., Murakami Y., Yoshida Y., Okada T., Yoshida N., Toyamae J. et al. Electrophysiologic and electrocardiographic characteristics and radiofrequency catheter ablation of focal atrial tachycardia originating from the left atrial appendage. *Heart Rhythm*. 2007; 4: 1284–91. DOI: 10.1016/j.hrthm.2007.06.008
  15. Di Biase L., Burkhardt J.D., Mohanty P., Sanchez J., Mohanty S., Horton R. et al. An under recognized trigger site of atrial fibrillation. *Circulation*. 2010; 122: 109–18. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.928903
  16. Hocini M., Shah A.J., Nault I., Sanders P., Wright M., Sanjiv M.N. et al. Localized reentry within the left atrial appendage: arrhythmogenic role in patients undergoing ablation of persistent atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. 2011; 8 (12): 1853–61. DOI: 10.1016/j.hrthm.2011.07.013
  17. Krul S.P.J., Berger W.R., Smit N.W., Amersfoorth S.C.M., Driessen A.H.G., Bovenet W.J. et al. Atrial fibrosis and conduction slowing in the left atrial appendage of patients undergoing thoracoscopic surgical pulmonary vein isolation for atrial fibrillation. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2015; 8: 288–95. DOI: 10.1161/circep.114.001752
  18. Ho S.Y., Sanchez-Quintana D., Cabrera J.A., Anderson R.H. Anatomy of the left atrium: implications for radiofrequency ablation of atrial fibrillation. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 1999; 10: 1525–33. DOI: 10.1111/j.1540-8167.1999.tb00211.x
  19. Di Biase L., Burkhardt J.D., Mohanty P., Mohanty S., Sanchez J.E., Chintan T. et al. Left atrial appendage isolation in patients with long-standing persistent AF undergoing catheter ablation BELIEF Trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2016; 68: 1929–40. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.07.770
  20. Yorgun H., Canpolat U., Kocyigit D., Çötelci C., Evranos B., Aytemir K. Left atrial appendage isolation in addition to pulmonary vein isolation in persistent atrial fibrillation: One-year clinical outcome after cryoballoon-based ablation. *Europace*. 2017; 19: 758–68. DOI: 10.1093/europace/eux005
  21. Lakkireddy D., Mahankali A.S., Kanmanthareddy A., Sridhar A.R.M., Pillarisetti J., Maybrook R. et al. Left atrial appendage ligation and ablation for persistent atrial fibrillation. The LAALA-AF Registry. *J. Am. Coll. Cardiol. EP*. 2015; 1: 153–60. DOI: 10.1016/s0735-1097(14)60390-9
  22. Friedman D.J., Black-Maier E.W., Barnett A.S., Pokorney S.D., Al-Khatib S.M., Jackson K.P. et al. Left atrial appendage electrical isolation for treatment of recurrent atrial fibrillation: a meta-analysis. *J. Am. Coll. Cardiol. EP*. 2018; 4: 112–20. DOI: 10.1016/j.jacep.2017.07.007
  23. Romero J., Michaud G.F., Avendano R., Briceño D.F., Kumar S., Diazet J.C. et al. Benefit of left atrial appendage electrical isolation for persistent and long-standing persistent atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *Europace*. 2018; 20: 1268–78. DOI: 10.1093/europace/eux372
  24. Rillig A., Tilz R.R., Lin T., Fink T., Heeger C., Arya A. et al. Unexpectedly high incidence of stroke and left atrial appendage thrombus formation after electrical isolation of the left atrial appendage for the treatment of atrial arrhythmias. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2016; 9 (e003461). DOI: 10.1161/circep.116.004556
  25. Odell J.A., Blackshear J.L., Davies E., W. Byrne J., Kollmorgen C.F., Edwardset W.D. et al. Thoracoscopic obliteration of the left atrial appendage: Potential for stroke reduction? *Ann. Thorac. Surg.* 1996; 61: 565–9. DOI: 10.1016/0003-4975(95)00885-3
  26. Blackshear J.L., Odell J.A. Appendage obliteration to reduce stroke in cardiac surgical patients with atrial fibrillation. *Ann. Thorac. Surg.* 1996; 61: 755–9. DOI: 10.1016/0003-4975(95)00887-x
  27. Goldman M.E., Pearce L.A., Hart R.G., Zabalgoitia M., Asinger R.W., Saffordet R. et al. Pathophysiologic correlates of thromboembolism in nonvalvular atrial fibrillation: I. Reduced flow velocity in the left atrial appendage (The stroke prevention in atrial fibrillation [SPAF-III] study). *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 1999; 12: 1080–7. DOI: 10.1016/s0894-7317(99)70105-7
  28. Kim Y.G., Shim J., Oh S.K., Lee K.N., Choi J.I., Kim Y.H. Electrical isolation of the left atrial appendage increases the risk of ischemic stroke and transient ischemic attack regardless of post-isolation flow velocity. *Heart Rhythm*. 2018; 15: 1746–53. DOI: 10.1016/j.hrthm.2018.09.012
  29. Masoudi F.A., Calkins H., Kavinsky C.J., Slotwiner D.J., Turi Z.G., Drozdaet J.P. et al. 2015 ACC/HRS/SCAI Left atrial appendage occlusion device societal overview: a professional societal overview from the American College of Cardiology, Heart Rhythm Society, and Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2015; 66: 1497–513. DOI: 10.1002/ccd.26170
  30. Healey J.S., Crystal E., Lamy A., Teoh K., Semelhago L., Hohnloser S.H. et al. Left atrial appendage occlusion study (LAAOS): results of a randomized controlled pilot study of left atrial appendage occlusion during coronary bypass surgery in patients at risk for stroke. *Am. Heart J.* 2005; 150: 288–93. DOI: 10.1016/j.ahj.2004.09.054
  31. Whitlock R.P., Vincent J., Blackall M.H., Hirsh J., Fremes S., Novick R. et al. Left atrial appendage occlusion study II (LAAOSII). *Can. J. Cardiol.* 2013; 29: 1443–7. DOI: 10.1016/j.cjca.2013.06.015
  32. Friedman D.J., Piccini J.P., Wang T., Zheng J., Malaisrie S.C., Holmes D.R. et al. Association between left atrial appendage occlusion and readmission for thromboembolism among patients with atrial fibrillation undergoing concomitant cardiac

- surgery. *JAMA*. 2018; 319: 365–74. DOI: 10.1001/jama.2017.20125
33. Whitlock R., Jeff H., Vincent J. et al. Rationale and trial design of the left atrial appendage occlusions study (LAAOSIII). *Ann. Cardiothorac. Surg.* 2014; 3: 45–54. DOI: 10.1055/s-0034-1367431
  34. Salzberg S.P., Hürlimann D., Corti R., Grünenfelder J. Heart team approach for left atrial appendage therapies: in addition to stroke prevention is electrical isolation important? *Ann. Cardiothorac. Surg.* 2013; 3: 75–7. DOI: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.12.04
  35. Tsai Y.-C., Phan K., Munkholm-Larsen S., Tian D.H., LaMeir M., Yan T.D. Surgical left atrial appendage occlusion during cardiac surgery for patients with atrial fibrillation: a meta-analysis. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2015; 47: 847–54. DOI: 10.1093/ejcts/ezu291
  36. Salzberg S.P., Plass A., Emmert M.Y., Desbiolles L., Alkadhi H., Grünenfelder J. et al. Left atrial appendage clip occlusion: Early clinical results. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2010; 139: 1269–74. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2009.06.033
  37. Starck C.T., Steffel J., Emmert M.Y., Plass A., Mahapatra S., Falk V. et al. Epicardial left atrial appendage clip occlusion also provides the electrical isolation of the left atrial appendage. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2012; 15: 416–8. DOI: 10.1093/icvts/ivs136
  38. Ellis C.R., Aznaurov S.G., Patel N.J., Williams J.R., Sandler K.L., Hoff S.J. et al. Angiographic efficacy of the Atriclip left atrial appendage exclusion device placed by minimally invasive thoracoscopic approach. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017; 3: 1356–65. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.03.008
  39. Hwang C., Wu T.-J., Doshi R.N., Peter C.T., Chen P.-S. Vein of Marshall cannulation for the analysis of electrical activity in patients with focal atrial fibrillation. *Circulation*. 2000; 101: 1503–5. DOI: 10.1161/01.cir.101.13.1503
  40. Bartus K., Bednarek J., Myc J., Kapelak B., Sadowski J., Lelakowski J. et al. Feasibility of closed-chest ligation of the left atrial appendage in humans. *Heart Rhythm*. 2011; 8:188–93. DOI: 10.1016/j.hrthm.2010.10.040
  41. Chatterjee S., Herrmann H.C., Wilensky R.L., Hirshfeld J., McCormick D., Frankel D.S. et al. Safety and procedural success of left atrial appendage exclusion with the Lariat device: a systematic review of published reports and analytic review of the FDA MAUDE database. *JAMA Intern. Med.* 2015; 175: 1104–9. DOI: 10.1001/jamainternmed.2015.1513
  42. Price M.J., Gibson D.N., Yakubov S.J., Schultz J.C., Di Biase L., Natale A. et al. Early safety and efficacy of percutaneous left atrial appendage suture ligation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014; 64: 565–72. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.03.057
  43. Bartus K., Han F.T., Bednarek J., Myc J., Kapelak B., Sadowski J. et al. Percutaneous left atrial appendage suture ligation using the LARIAT device in patients with atrial fibrillation: initial clinical experience. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 62: 108–18. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.06.046
  44. Lee R.J., Bartus K., Yakubov S.J. Catheter-based left atrial appendage (LAA) ligation for the prevention of embolic events arising from the LAA initial experience in a canine model. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2010; 3: 224–9. DOI: 10.1161/circinterventions.109.914978
  45. Friedman P.A., Asirvatham S.J., Dalegrave C., Kinoshita M., Danielsen A.J., Johnson S.B. et al. Percutaneous epicardial left atrial appendage closure: preliminary results of an electrogram guided approach. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2009; 20: 908–15. DOI: 10.1111/j.1540-8167.2009.01465.x
  46. Han F.T., Bartus K., Lakkireddy D., Rojas F., Bednarek J., Kapelak B. et al. The effects of LAA ligation on LAA electrical activity. *Heart Rhythm*. 2014; 11: 864–70. DOI: 10.1016/j.hrthm.2014.01.019
  47. Bartus K., Morelli R.L., Szczepanski W., Kapelak B., Sadowski J., Lee R.J. Anatomic analysis of the left atrial appendage after closure with the LARIAT device. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2014; 7: 764–7. DOI: 10.1161/circep.113.001084
  48. Kawamura M., Scheinman M.M., Lee R.J., Badhwar N. Left atrial appendage ligation in patients with atrial fibrillation leads to a decrease in atrial dispersion. *J. Am. Heart Assoc.* 2015; 4 (e001581): 1–8. DOI: 10.1161/jaha.114.001581
  49. Lee R.J., Lakkireddy D., Mittal S., Ellis C., Connor J.T., Saville B.R. et al. Percutaneous alternative to the Maze procedure for the treatment of persistent or long-standing persistent atrial fibrillation (aMAZEtrial): Rationale and design. *Am. Heart J.* 2015; 170: 1184–94. DOI: 10.1016/j.ahj.2015.09.019
  50. Romanov A., Pokushalov E., Artemenko S., Yakubov A., Stenin I., Kretov E. et al. Does left atrial appendage closure improve the success of pulmonary vein isolation? Results of a randomized clinical trial. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2015; 44: 9–16. DOI: 10.1007/s10840-015-0030-4
  51. Бокерия О.Л., Биниашвили М.Б., Мищенко А.Б., Бокерия Л.А. Применение устройства «ЛП-Эпиклип» для хирургической изоляции ушка левого предсердия. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2020; 21 (6, прилож.): 62. [Bockeria O.L., Biniashvili M.B., Michshenko A.B., Bockeria L.A. Application of the "LP-Epiclip" device for surgical isolation of the left atrial auricle. *Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Surgery*. 2020; 21 (6, appl.): 62 (in Russ.).]
  52. Бокерия О.Л., Биниашвили М.Б., Мищенко А.Б., Юркулиева Г.А. Хирургическая профилактика тромбоэмболий при фибрилляции предсердий. Перспектива отечественных систем для хирургической изоляции ушка левого предсердия. *Анналы аритмологии*. 2017; 14 (3): 142–9. DOI: 10.15275/annaritm.2017.3.3 [Bockeria O.L., Biniashvili M.B., Michshenko A.B., Yurkulieva G.A. Surgical prevention of the thromboembolism in atrial fibrillation. The prospect of domestic systems for surgical isolation of the left atrial auricle. *Annals of Arrhythmology*. 2017; 14 (3): 142–9 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritm.2017.3.3]

Поступила 25.02.2021

Принята к печати 03.03.2021