

© М.Б. БИНИАШВИЛИ, Т.Г. ЛЕ, Л.А. БОКЕРИЯ, 2022

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2022

УДК 616.125.2-089

DOI: 10.15275/annaritmol.2022.3.7

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЗАКРЫТИЕ УШКА ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

Тип статьи: обзорная статья

М.Б. Биниашвили, Т.Г. Ле, Л.А. Бокерия

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

Биниашвили Михаил Борисович, канд. мед. наук, вед. науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-2988-309X

Ле Татьяна Георгиевна, мл. науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0001-9523-0172

Бокерия Лео Антонович, доктор мед. наук, профессор, академик РАН и РАМН, президент Центра; orcid.org/0000-0002-6180-2619

Сегодня общеизвестно, что изоляция ушка левого предсердия (ЛП) может предотвратить риск развития инсульта у пациентов с фибрилляцией предсердий. В то время как применение устройств для чрескожного закрытия ушка ЛП продемонстрировало эффективность в снижении частоты развития инсульта, результаты хирургической окклюзии ушка ЛП до настоящего времени остаются противоречивыми. Хотя хирургическое исключение ушка ЛП посредством перевязки или наложения внутренних швов неэффективно в связи с высокой частотой развития реканализации, хирургическое иссечение и использование современных устройств для клипирования являются высокоэффективными методами полного закрытия ушка ЛП. На сегодняшний день отсутствуют данные, подтверждающие пользу от рутинного профилактического закрытия ушка ЛП во время проведения операции на сердце, но, согласно полученным результатам, такое вмешательство может положительно влиять на пациентов с высоким риском развития инсульта. К настоящему времени завершено самое крупное рандомизированное мультицентровое исследование LAAOS III (Left Atrial Appendage Occlusion Study), оценивающее эффективность окклюзии ушка ЛП в профилактике развития инсульта. Результаты исследования опубликованы в высокорейтинговом журнале, что свидетельствует о значимости исследовательских данных.

На базе НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева разработана первая отечественная система для клипирования ушка ЛП под рабочим названием «ЛП-Эпиклип». Изделия последней модификации показали высокую эффективность хирургической изоляции в хроническом эксперименте на крупных лабораторных животных. Дальнейшее развитие научно-исследовательской работы заключается в продолжении опытно-конструкторских и экспериментальных работ, накоплении материала по доклиническим исследованиям, регистрации устройства как медицинского изделия, проведении клинических исследований.

Ключевые слова: окклюзия ушка левого предсердия, фибрилляция предсердий, хирургическое лечение фибрилляции предсердий

SURGICAL CLOSURE OF THE LEFT ATRIUM AURICLE: PAST, PRESENT, FUTURE

M.B. Biniashvili, T.G. Le, L.A. Bockeria

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

Mikhail B. Biniashvili, Dr. Med. Sci., Leading Researcher, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-2988-309X

Tat'yana G. Le, Junior Researcher, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-9523-0172

Leo A. Bockeria, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of Russian Academy of Sciences and Russian Academy of Medical Sciences, President; orcid.org/0000-0002-6180-2619

Nowadays, it is well known that isolation of the left atrial auricle (LAA) may prevent the risk of stroke in patients with atrial fibrillation. While the use of devices for percutaneous closure of the LAA has demonstrated effectiveness in reducing the incidence of stroke, the results of surgical occlusion of the LAA still remain controversial. Although surgical exclusion of the LAA by ligation or internal suturing is ineffective due to the high frequency of recanalization, surgical excision and the use of modern clipping devices are highly effective methods of complete closure of the LAA. Today there are no data confirming the benefits of routine preventive closure of the LAA during heart surgery, but according to the obtained results such an intervention can have a positive effect on patients with a high risk of stroke. Today the largest randomized multicenter study LAAOS III (Left Atrial Appendage Occlusion Study) evaluating the effectiveness of LAA occlusion in stroke prevention has been completed. The results of the study are published in a highly rated journal, which indicates the importance of research data.

The Bakoulev Center has developed the first domestic system for clipping the LAA under the working name "LA-Epiclip". The latest modification of the device has shown high efficiency of surgical isolation in the chronic experiment on the large laboratory animals. The further research work consists on the continuation of the experimental work and the accumulation of the preclinical research material and the registration of the device as a medical device, after which the clinical research will be started.

Keywords: occlusion of the left atrium auricle, atrial fibrillation, surgical treatment of atrial fibrillation

Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) считается наиболее часто встречаемой аритмией с отягощенным прогнозом [1]. Она является одной из основных причин развития кардиогенного инсульта, увеличивая риск его развития в 5 раз по сравнению с общей популяцией больных [2]. В настоящее время в США более чем у 2,5 млн чел. диагностирована ФП и примерно у 15 из них каждый час развивается инсульт [3, 4]. У пациентов с неклапанной ФП наиболее частым местом тромбообразования является ушко левого предсердия (ЛП), на долю которого приходится более 90% выявленных тромбов [5, 6]. На основании данных компьютерной томографии анатомию ушка ЛП можно разделить на четыре группы («кактус», «цветная капуста», «крыло цыпленка» и «ветроуказатель»), из которых с повышенным риском инсульта при неклапанной ФП ассоциируется группа «цветной капусты» [7]. В проведенном обзоре мы рассматриваем методы хирургической окклюзии ушка ЛП, снижающей риск развития инсульта у пациентов с ФП [8–10].

Цель данной работы – рассмотрение различных подходов хирургического закрытия ушка ЛП и их эффективность, а также закрывающие ушко ЛП устройства, которые в настоящее время доступны или находятся в стадии разработки и доказательства эффективности закрытия ушка ЛП у разной категории пациентов. Несмотря на важность морфологии ушка ЛП при установке устройства, ее влияние на результат хирургического закрытия является незначимым.

Методы и эффективность хирургического закрытия ушка левого предсердия

Предложены разные хирургические методы окклюзии ушка ЛП, в том числе наложение шва со стороны эндокарда или эпикарда, иссечение/исключение с помощью степлера с усилением швов или без, наложение кисетного шва, торакоскопическое наложение швов или скобок и другие, которые в настоящее время находятся в стадии разработки. Основной целью всех указанных методов является полное исключение ушка ЛП для профилактики образования тромба. Двадцать лет назад был проведен первый систематический анализ данных пациентов, которым после хирургического вмешательства на митральном клапане и исключения ушка ЛП по показаниям проводили чреспищеводную эхокардиографию (ЧПЭхоКГ). Неполная окклюзия ушка ЛП была диагностирована в 36% случаев, из которых у половины регистрировались спонтанное эхоконтрастирование или тромб в оставшемся ушке ЛП, а 22% перенесли тромбоэмболическое событие после операции [11]. Несмотря на то, что ЧПЭхоКГ выполняли только определенному числу пациентов, полученные результаты поставили под сомнение предположение, что хирургическое закрытие ушка ЛП априори является полным, и подчеркнули необходимость оценки полноты выполненной окклюзии с помощью предложенных методов.

В пилотном исследовании Left Atrial Appendage Occlusion Study (LAAOS) сравнивали 77 пациентов с ишемической болезнью сердца и высоким риском инсульта по шкале

СНА₂DS₂-VAsc, которым была выполнена операция аортокоронарного шунтирования. Пациенты были рандомизированы в группу окклюзии ушка ЛП с использованием эпикардиальных швов или степлера (n = 52) с контрольной группой (n = 25) [12]. В группе окклюзии ушка ЛП у 20% пациентов развился разрыв ушка ЛП, потребовавший выполнения интраоперационной пластики. Через 8 нед после операции по данным ЧПЭхоКГ было выявлено, что полное закрытие ушка ЛП с применением швов было достигнуто только в 45% случаев, при использовании степлера – в 72% случаев. Признаком неадекватного закрытия ушка ЛП было наличие остаточного потока в ушке ЛП более 1 см. Несмотря на ограниченный успех в достижении полной окклюзии, выявлены факторы, подтверждающие необходимость проведения более крупных исследований, а именно окклюзия ушка ЛП не приводила к значимому увеличению длительности искусственного кровообращения или послеоперационных осложнений, включая кровотечение и ФП; была идентифицирована кривая обучения 4 случаев, после которых показатель успеха увеличивался с 43 до 87%; перипроцедурный инсульт развился только у 2,6% пациентов, и в дальнейшем в течение 1 года наблюдения случаев повторного инсульта не регистрировалось.

Учитывая результаты LAAOS и других исследований, для определения более эффективного метода хирургического закрытия ушка ЛП клиника Кливленда ретроспективно проанализировала у данной категории пациентов результаты ЧПЭхоКГ [13], согласно которым закрытие ушка ЛП было успешным только у 40% из 137 пациентов. Однако эффективность хирургического иссечения (73%) ушка ЛП значительно превосходила как эффективность исключения с применением швов (23%), так и при использовании степлера (0%). Это объясняется тем, что при интактном ушке ЛП швы или скобы, закрывающие устье, со временем разрушаются, способствуя развитию реканализации. Следует отметить, что даже при неполном исключении ушка ЛП тромбы у этих больных не выявлялись.

R. Lee et al. продемонстрировали, что хирургическое иссечение ассоциировалось с более низким риском развития инсульта или транзиторной ишемической атаки (ТИА) по сравнению с другими методами окклюзии ушка ЛП, включая лигирование и выключение/иссечение степлером (0,2% против 1,1%; p = 0,001), несмо-

тря на низкий риск развития поздних неврологических осложнений у пациентов, перенесших операцию по поводу ФП [14]. Основываясь на ретроспективных данных, авторы разработали дизайн пилотного проспективного рандомизированного контролируемого исследования для сравнения 3 хирургических методов окклюзии ушка ЛП: внутреннего лигирования, иссечения с помощью степлера и хирургического иссечения [15]. Общая частота неполной окклюзии ушка ЛП, определяемая наличием культи более 1 см или потока между ЛП и ушком ЛП, выявленная с помощью ЧПЭхоКГ, в данном исследовании составила 57%, без значимой разницы между группами. Важно отметить, что ранняя (интраоперационная) неполная окклюзия ушка ЛП была выявлена у 32% пациентов, что потребовало выполнения повторного вмешательства во время индексной операции. Полученные данные привели M. Gillinov к выводу, что уверенность хирургов в полной окклюзии ушка ЛП без доказательств нецелесообразна и что при окклюзии ушка ЛП имплантируемым устройством можно избежать осложнений, характерных для хирургического лечения [16].

Окклюдизирующие устройства ушка левого предсердия

В связи с выявленными недостатками традиционных хирургических методов окклюзии ушка ЛП разработано несколько хирургических устройств. Несмотря на представленные ранее доказательства в пользу иссечения среди традиционных методов, все эти устройства предназначены для окклюзии, а не иссечения ушка ЛП. Эффективность устройств зависит в первую очередь от их способности выдерживать высокое окклюзионное давление в отличие от методов лигирования и иссечения степлером. Несмотря на то что система Tiger Paw System (Maquet Medical Systems, Уэйн, Нью-Джерси) (рис. 1) в 2013 г. получила разрешение Food and Drug Administration (FDA), в 2015 г. после сообщений о разрывах ушка ЛП, которые привели к неблагоприятным событиям и смерти, FDA изъяло данное устройство из клинической практики [17]. Другие устройства, такие как система закрытия LARIAT (SentreHEART, Inc., USA) (рис. 2), которая сочетает в себе эпикардиальный и транскатетерный эндокардиальный подходы, а также системы Cardioblade Closure Device (Medtronic, Fridley, MN) и the Sierra Ligation System (Aegis Medical Innovations, Inc., Vancouver,

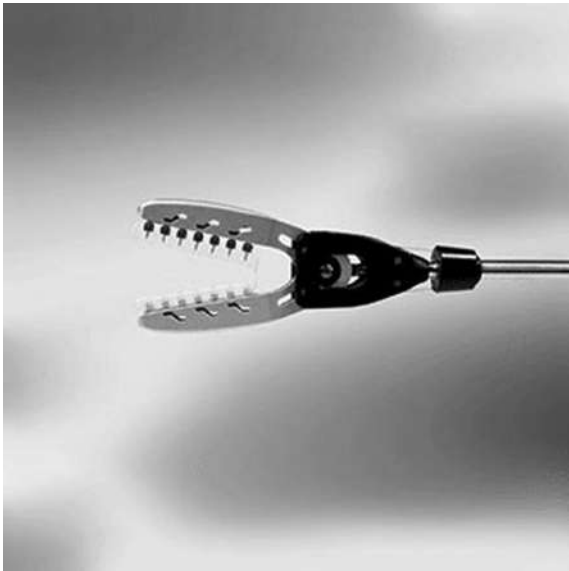


Рис. 1. Система Tiger Paw System (Maquet Medical Systems, Уэйн, Нью-Джерси)

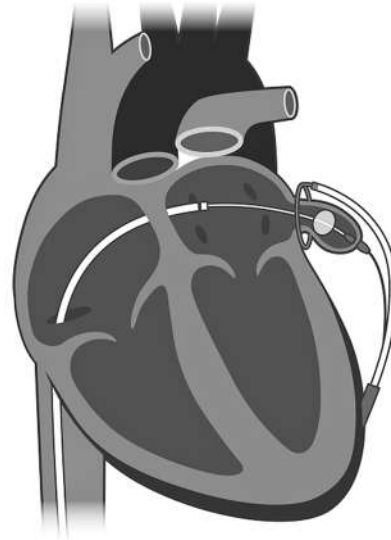


Рис. 2. Система LARIAT (SentreHEART, Inc., USA) сочетает в себе эпикардальный и транскатетерный эндокардальный подходы

ВС) все еще считаются исследуемыми (рис. 3) [18]. В настоящее время самый надежный клинический опыт связан с устройством AtriClip (Atricure, Dayton, OH) (рис. 4), являющимся параллельной самозакрывающейся клипсой с тканевым покрытием, которая оказывает равномерное давление на основание ушка ЛП. Действие устройства направлено на достижение атрофии ушка ЛП с помощью окклюзионного давления и имеет преимущества перед традиционными методами: быстрое размещение, возможность реориентации и повторного применения, достижение электрической изоляции ушка ЛП (для потенциального снижения аритмогенности ушка ЛП) и минимальный риск развития разрывов, кровотечений и повреждений артерий [19].

Окклюзия ушка ЛП с использованием устройства Atriclip была выполнена 70 пациентам с риском развития ФП и инсульта после операции на сердце в исследовании EXCLUDE [20]. Результаты оценивали с помощью ЧПЭхоКГ во время операции и компьютерной томографии

(КТ) через 3 мес после операции. Эффективность процедуры определяли как отсутствие остаточного протока более 1 см или миграции устройства. Согласно полученным данным, положительный результат был достигнут более чем в 95% случаев, не было выявлено побочных эффектов, связанных с устройством, отсутствовала периоперационная летальность. Через 3 мес более чем у 98% пациентов после выполнения ЧПЭхоКГ или КТ регистрировалось полное исключение ушка ЛП. Первые долгосрочные результаты для устройства AtriClip оценивали у 40 пациентов с ФП, перенесших плановую операцию на сердце с сопутствующей аблацией и установкой системы AtriClip [21]. Не связанная с устройством смертность регистрировалась у 10% пациентов, остальным 36 пациентам была



Рис. 3. Система Sierra Ligation System (Aegis Medical Innovations, Inc., Vancouver, BC)



Рис. 4. Устройство AtriClip FLEX•V Device (Atricure, Dayton, OH)

выполнена КТ через 3, 12, 24 и 36 мес после вмешательства. При средней продолжительности наблюдения 3,5 года в 100% случаев клипса была стабильной, без каких-либо смещений, также не было обнаружено тромбов в полости сердца или культы ушка ЛП. Что наиболее важно, не было зарегистрировано ни одного случая инсульта, ТИА или других нежелательных событий (кроме одного, связанного с ТИА, у пациента с каротидной бляшкой). Недавно сообщалось о полностью торакоскопическом доступе установки системы AtriClip с 94% успехом — по данным КТ через 3 мес после вмешательства, что доказывает возможность выполнения окклюзии ушка ЛП в качестве самостоятельной процедуры у некоторых пациентов [22]. Дальнейшие исследования эффективности устройства AtriClip и других устройств для окклюзии ушка ЛП не за горами и, безусловно, будут информативными в отношении безопасности и эффективности.

Когда следует закрывать ушко левого предсердия?

Учитывая, что ушко ЛП является основным источником образования тромбов у пациентов с ФП, перенесших инсульт, закрытие ушка ЛП предлагается как логичный способ предотвращения неблагоприятных неврологических событий. Первым исследованием, продемонстрировавшим не меньшую эффективность «локальной» окклюзии ушка ЛП любым устройством по сравнению с антикоагулянтной терапией варфарином у пациентов с неклапанной ФП, было PROTECT AF (Watchman Left Atrial Appendage System for Embolic Protection in Patients with Atrial Fibrillation) [23]. Установлено, что у пациентов с противопоказаниями к антикоагулянтной терапии эндоваскулярная установка устройства WATCHMAN снижает частоту развития инсульта на 77% (1,7% против 7,3%, ожидаемых по шкале CHADS₂) [24], а устройства PLAATO, снятого с производства — на 55% (3,8% против ожидаемых 6,6%) [25].

Стоит ли закрывать ушко левого предсердия у пациентов с фибрилляцией предсердий?

Как рандомизированные контролируемые исследования, так и данные регистров чрескожной окклюзии ушка ЛП все чаще подтверждают важность чрескожной окклюзии ушка ЛП в качестве альтернативы антикоагулянтной терапии у отдельных пациентов [26]. Ранний метаанализ

различных хирургических методов окклюзии ушка ЛП показал, что доказательств в поддержку окклюзии ушка ЛП у пациентов с ФП, перенесших операцию на сердце, недостаточно, в первую очередь из-за ограниченных показателей успеха (55–65%), и что неполная окклюзия может увеличить риск неблагоприятных неврологических событий [27]. С другой стороны, отдельные отчеты предоставили доказательства эффективности в снижении частоты развития инсульта даже при неполной перевязке ушка ЛП (6,7-кратное снижение риска при неполной перевязке против 11,9-кратного снижения риска при полной перевязке против отсутствия перевязки) [28]. Ранний опыт хирургической окклюзии ушка ЛП показал, что, несмотря на эффективность полной перевязки ушка ЛП, связанные с этой процедурой осложнения не являются незначимыми, а частота успешного закрытия (следовательно, защита от инсульта) в лучшем случае ограничена.

Благодаря многочисленным исследованиям накоплено достаточно данных в поддержку хирургического иссечения или исключения ушка ЛП в сочетании с хирургической аблацией ФП для профилактики тромбоэмболических осложнений. По данным The Society of Thoracic Surgeons 2017 Clinical Practice Guidelines for the Surgical Treatment of Atrial Fibrillation 2017 г., этот метод лечения получил рекомендацию класса IIa (уровень доказательности C, «ограниченные данные») [29]. Первое исследование в поддержку данной рекомендации представляло собой обновленный метаанализ, продемонстрировавший значимое снижение частоты развития инсульта через 30 дней (0,95% против 1,9%, $p = 0,005$) и в долгосрочном периоде наблюдения (1,4% против 4,1%, $p = 0,01$) у пациентов с ФП после выполнения окклюзии ушка ЛП при проведении сопутствующего хирургического вмешательства на сердце [30]. В данном исследовании окклюзия ушка ЛП также ассоциировалась со значимым снижением смертности от всех причин (1,9% против 5%, $p = 0,0003$).

Пилотное рандомизированное исследование LAAOS II, в которое были включены пациенты с ФП после операции на сердце и окклюзии ушка ЛП, продемонстрировало два ключевых вывода, относящихся к вопросу выполнения закрытия ушка ЛП у пациентов с предоперационной ФП [31]. Было выявлено, что среди 2000 кардиохирургических пациентов более 10% имели дооперационную ФП и почти половина из них соответствовала критериям рандомиза-

ции, а также закрытие ушка ЛП было безопасным при рандомизации 51 пациента в группы окклюзии и без, так как не отмечалось различий в показателях смертности или серьезных неблагоприятных сердечно-сосудистых и цереброваскулярных событий между группами в течение 1 года наблюдения.

В связи с успехом данного исследования было инициировано проведение исследования LAAOS III для оценки влияния окклюзии ушка ЛП на частоту развития ишемического инсульта или ТИА (выявляемых с помощью нейровизуализации) и/или системной артериальной эмболии у пациентов с ФП и CHA₂DS₂-VASc, равной 2 и более, перенесших операцию на сердце в условиях искусственного кровообращения [32]. В данном многоцентровом международном исследовании 4700 пациентов были рандомизированы в группы с окклюзией и без окклюзии ушка ЛП во время операции на сердце. Хотя ампутация с двухслойной линией является предпочтительной и рекомендуемой техникой при окклюзии ушка ЛП, закрытие с помощью степлера или другого устройства, одобренного FDA, также разрешено. Следует отметить, что пациентам, включенным в LAAOS III, кистетное закрытие ушка ЛП не выполняли.

Таким образом, в исследование LAAOS III включили 4770 пациентов с ФП, которым было показано кардиохирургическое вмешательство по поводу различной сердечно-сосудистой патологии — кардиомиопатии, ишемической болезни сердца, патологии клапанов сердца и восходящего отдела аорты. Пациентов разделили на две группы: в 1-й группе одновременно с хирургическим лечением проводили закрытие ушка ЛП, во 2-й группы — нет. Средний период наблюдения составил 3,8 года. Сравнительный анализ показал статистически значимую разницу между двумя группами: в 1-й группе количество ишемических инсультов было ниже, чем во 2-й, — 4,8% против 7,0%. Показатели частоты осложнений в раннем послеоперационном периоде (периоперационное кровотечение, инфаркт миокарда) между группами существенно не различались, что доказывает безопасность процедуры закрытия ушка ЛП.

Стоит ли закрывать ушко левого предсердия у пациентов без фибрилляции предсердий?

Несмотря на эффективность окклюзии ушка ЛП у пациентов с ФП, подвергшихся кардиохи-

рургическому вмешательству, профилактическое закрытие ушка ЛП у пациентов без ФП не является результативным. Недавний крупномасштабный анализ профилактического закрытия ушка ЛП с сопоставлением предрасположенности развития ФП показал, что данная процедура связана с увеличением частоты развития ранней послеоперационной ФП (скорректированное отношение шансов 3,88) и не снижает риск развития инсульта или смертности [33].

Несмотря на то, что выполнение рутинной перевязки ушка ЛП противопоказано, необходимы дальнейшие исследования для установления эффективности профилактического закрытия ушка ЛП у пациентов с высоким риском развития послеоперационной ФП. Например, шкалы CHADS₂ и CHA₂DS₂-VASc продемонстрировали эффективность в прогнозировании развития ФП после операции на сердце [34]. Исследование LAAOS, в котором рутинное закрытие ушка ЛП выполняли пациентам с повышенным риском развития ФП (CHADS₂ более 2), послужило пилотным, изучающим этот вопрос.

Поскольку успешное закрытие ушка ЛП было зарегистрировано только в 45% случаев, трудно рекомендовать выполнение закрытия ушка ЛП рутинно пациентам без ФП, даже при высоком риске развития послеоперационной ФП. Тем не менее выявлена значимая кривая, благодаря которой хирурги достигли почти 90% успеха после первых четырех случаев.

В связи с этими многообещающими данными о значительной эффективности закрытия ушка ЛП проводилось крупномасштабное рандомизированное исследование, изучающее профилактическое закрытие ушка ЛП у пациентов без предоперационной ФП, но с высоким риском развития послеоперационной ФП. В исследовании ATLAS были рандомизированы пациенты без документально подтвержденной ФП, но с высоким риском развития послеоперационной ФП (CHA₂DS₂-VASc 2 и более и HAS-BLED более 3), которым планировалось проведение плановой операции на сердце в группах исключения ушка ЛП с или без применения устройства AtriClip. Основной целью этого исследования было сравнение частоты возникновения и влияния послеоперационной ФП в исследуемых группах. Интересно, что предварительный вторичный анализ этого исследования заключается в оценке использования ресурсов здравоохранения (длительность госпитализации, повторная госпитализация и стоимость

лечения ФП) в каждой исследуемой группе. В исследование был включен в общей сложности 71 пациент (средний возраст 73 года), перенесший открытую операцию на сердце в 7 центрах США. Ушко ЛП у 1 пациента было слишком мало и не соответствовало критериям включения, у остальных 70 пациентов было успешно установлено устройство AtriClip. Интраоперационное успешное исключение ушка ЛП с помощью данного устройства было подтверждено у 67 (95,7%) из 70 пациентов. Побочные эффекты, регистрировавшиеся у 34 (48,6%) из 70 пациентов, не были связаны с устройством, также как и не было послеоперационной смертности. Через 3 мес наблюдения 1 пациент умер, и 65 (92,9%) из 70 пациентов были доступны для обследования. 60 (98,4%) из 61 пациента было выполнено успешное исключение ушка ЛП, что подтверждалось результатами КТ с контрастированием и ЧПЭхоКГ.

В этом небольшом исследовании было продемонстрировано, что безопасное и атравматичное исключение ушка ЛП может быть выполнено во время открытой кардиохирургической операции при помощи устройства AtriClip с успехом более 95%. Однако необходимы долгосрочные исследования для оценки эффективности профилактики инсульта в более отдаленном периоде.

Разработка отечественных систем для хирургической изоляции ушка левого предсердия

Разработка и совершенствование методов хирургического лечения ФП являются одними из приоритетных направлений в НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева. В Центре впервые в России выполнены операция «Лабиринт» и изоляция ЛП [35]. Как известно, одним из основных этапов этих операций является резекция ушка ЛП. Сегодня в большинстве случаев для нанесения аблационных воздействий традиционный хирургический разрез заменен на радиочастотную абляцию и криовоздействие [36], а вместо резекции ушка ЛП недавно была разработана первая отечественная система для клипирования ушка ЛП под рабочим названием «ЛП-Эпиклип» [37]. Данное устройство разработано с учетом возможности хирургической изоляции ушка ЛП как при сочетанных вмешательствах, так и в качестве отдельной процедуры с использованием малоинвазивных эндоскопических технологий. Хотя данная процедура по-прежнему подразумевает

«хирургический» подход, она может обладать рядом потенциальных преимуществ, включая:

- безопасность, минимальную вероятность осложнений;
- полную и последовательную изоляцию ушка ЛП с интраоперационным подтверждением;
- эпикардальную изоляцию ушка ЛП без инородного материала в полостях сердца;
- возможность проведения процедуры при всех возможных морфологиях ушка ЛП;
- немедленное прекращение приема антикоагулянтов;
- прямую визуализацию ушка ЛП;
- возможность электрической и сосудистой изоляции ушка ЛП;
- кратковременность процедуры;
- проведение без прокола межпредсердной перегородки;
- короткий срок госпитализации.

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, фиксируя их в заданном месте и положении. «ЛП-Эпиклип» выгодно отличается от уже существующих изделий для изоляции ушка ЛП отсутствием выступающих частей, которые способны травмировать окружающие ткани. Конструкция разработанной модели способствует быстрой установке клипсы во время операции, прочные атравматичные рабочие части покрыты эластичными полимерными материалами, гарантируют отсутствие гофрирования тканей ушка, тромбообразования, возникновения микрокровоотечений по линии наложения изделия, очагов микроинфарктов и микротромбов.

Конструкция «ЛП-Эпиклип» представляет собой титановые трубки малого диаметра необходимой длины с эластичным покрытием из полимерного материала, обшитые полиэфирной оболочкой и наличием, в зависимости от модификации, либо фиксирующей затяжной петли из прочной хирургической лавсановой нити, либо пружинных петель для фиксации и установки с использованием лавсановой нити, либо фиксирующего пружинного замка.

Размещенное между рабочими частями ушко ЛП во время операции равномерно с одинаковым усилием обеспечивает атравматичное пережатие просвета ушка ЛП с усилием, задаваемым фиксирующими элементами. Предусмотрены 3 модификации устройства, имеющие раз-

личия по длине разработанного изделия и способу фиксации.

Каждая модификация разработанного изделия имеет размерный ряд по длине в зависимости от размера ушка ЛП пациента, диагностируемого в клинике. Рабочие элементы разработанной клипсы обеспечивают атравматичное и равномерное пережатие ушка ЛП за счет жесткого основания из титановых трубок с достаточно мягким полимерным покрытием. При использовании разработанной клипсы рабочие элементы создают усилие пережима при параллельном положении не менее 5,5 Н, что обеспечивает полное перекрытие устья ушка ЛП, гарантируя отсутствие тромбообразования и гофрирования стенок ушка ЛП.

Нами были представлены экспериментальные исследования по хирургической изоляции ушка ЛП с помощью системы «ЛП-Эпиклип» различных модификаций, которые были выполнены на свиньях (n = 10) – 1-я группа; и на фиксированных трупах взрослых людей (n = 10) – 2-я группа [20]. Операции на свиньях проводили в условиях открытого пневмоторакса и ИВЛ. Методами исследования в 1-й группе были электрокардиография, измерение артериального давления, пульсоксиметрия, эхокардиография, патоморфологическое исследование. Метод исследования во 2-й группе – патоморфологическое исследование. В обеих группах оперативный доступ к ушку ЛП выполняли из левосторонней мини-торакотомии. Перикард линейно рассеклся на протяжении от корня аорты до боковой стенки ЛЖ, на 2 см медиальнее левого диафраг-

мального нерва. Визуализировалось ушко ЛП, которое осторожно захватывали с помощью зажима и отводили в медиальном направлении. В обеих группах клипсу «ЛП-Эпиклип» устанавливали на основание ушка ЛП. Далее оценивали адекватность экспозиции устройства на ушке ЛП, положение окружающих мягких тканей, долей левого легкого, а также расположение огибающей ветви левой коронарной артерии (рис. 5).

В 1-й группе полная хирургическая изоляция подтверждалась интраоперационно по данным эхокардиографии, а также отсутствием кровотока внутри полости после вскрытия просвета ушка ЛП и через 3 мес после операции. По данным патоморфологического исследования в обеих группах была задокументирована полная анатомическая изоляция основания ушка ЛП от полости ЛП с образованием гладкой эндокардиальной линии хирургической изоляции. Общая продолжительность процедуры составила около 20 мин. В 1-й группе кровотечений и хирургических осложнений не отмечалось. Центральная гемодинамика была стабильной. Во время манипуляций с ушком ЛП наблюдались единичные предсердные экстрасистолы.

В период с 2021 по 2022 г. в НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева в рамках прикладного научного исследования были разработаны модели клипсы «ЛП-Эпиклип» второго поколения (рис. 6).

Конструкция разработанной модели способствует быстрой установке клипсы во время операции, прочные атравматичные рабочие части, покрытые эластичными полимерными материалами, гарантируют отсутствие гофрирования

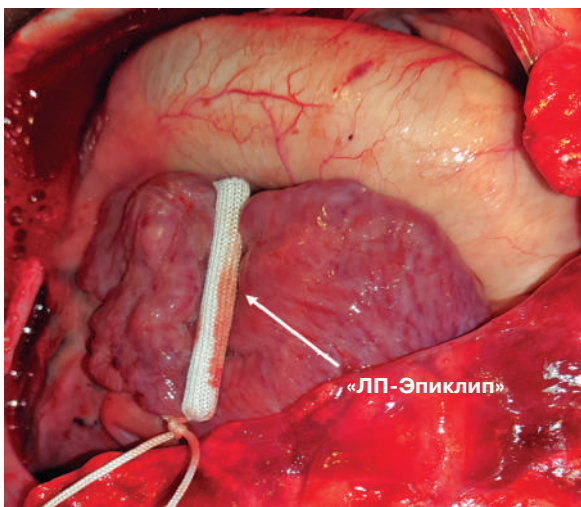


Рис. 5. Установка «ЛП-Эпиклип» первого поколения на основание ушка ЛП в условиях работающего сердца в эксперименте

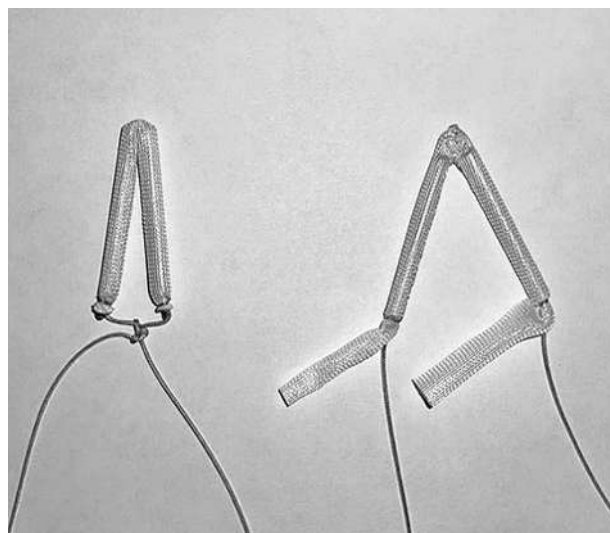


Рис. 6. Отечественная система для клипирования ушка ЛП второго поколения

тканей ушка, тромбообразования, возникновения микрокровоотечений по линии наложения изделия, очагов микронекрозов и микротромбов.

На основании результатов патологоморфологических исследований образцов тканей в месте имплантации клипс, выполненных в 2020 г., были внесены следующие изменения в конструкцию силового каркаса «ЛП-Эпиклип»:

1. Изменена конструкция места соединения двух половин клипсы. Изготовлены 2 варианта узла соединения: в первом варианте узел выполнен из одного витка цилиндрической пружины; во втором – из многовитковых нитиновых пружин.

2. Для предотвращения гофрирования тканей ушка при установке клипсы в связи с возможным смещением полимерного материала, покрывающего каркас клипсы вдоль трубок, или его кручением, последние были покрыты эластичным полимером – полиоргансилоксаном.

В конструкции клипсы второго поколения не используются технические решения, защищенные патентами зарубежных и отечественных аналогов.

В 2022 г. выполнены первые доклинические испытания клипсы второго поколения в хроническом эксперименте на базе научно-экспериментального отдела НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева. Две операции выполнены с имплантацией клипс размерами 45 и 50 мм на домашних свиньях с массой 18 и 26 кг.

Операции выполняли в условиях открытого пневмоторакса, тотального внутривенного наркоза и ИВЛ (пропофол + фентанил + ардуан). Оперативный доступ к ушку ЛП выполняли из левосторонней торакотомии. Эффективность

установки и хирургической изоляции ушка ЛП оценивали интраоперационно при помощи доплерографии (эпикардиальным датчиком сканирования), а также механическим вскрытием просвета ушка ЛП с подтверждением отсутствия кровотока.

Были получены предварительные результаты выполненных операций. В обоих случаях достигнута эффективная установка клипсы на основании ушка ЛП. Длительность операции составила 20 мин, при этом кровоотечений и хирургических осложнений не было зарегистрировано. При доплерографическом исследовании кровотока в месте наложения клипсы отмечено отсутствие кровотока над уровнем клипсы, что свидетельствует о полной механической изоляции ушка ЛП (рис. 7).

Для чистоты эксперимента полость ушка была вскрыта, подтверждая отсутствие кровотока внутри ушка (рис. 8).

Рентгеноскопия через 3 мес после операции подтвердила отсутствие миграции клипсы (рис. 9).

Таким образом, можно сделать предварительные выводы, исходя из полученных результатов. Устройства для клипирования второго поколения в сведенном состоянии (при параллельном

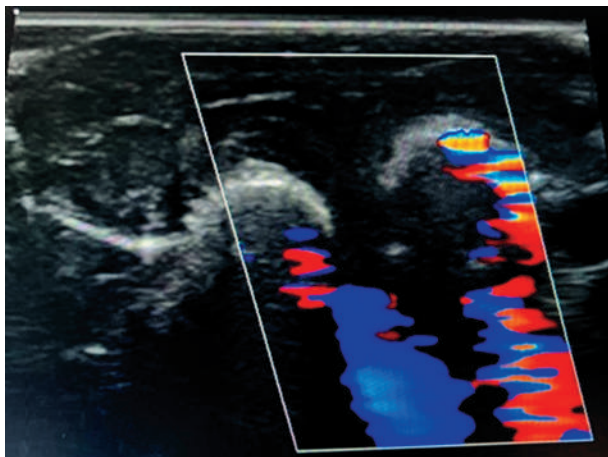


Рис. 7. Отсутствие кровотока в ушке ЛП выше наложения клипсы второго поколения по данным интраоперационной ультразвуковой доплерографии

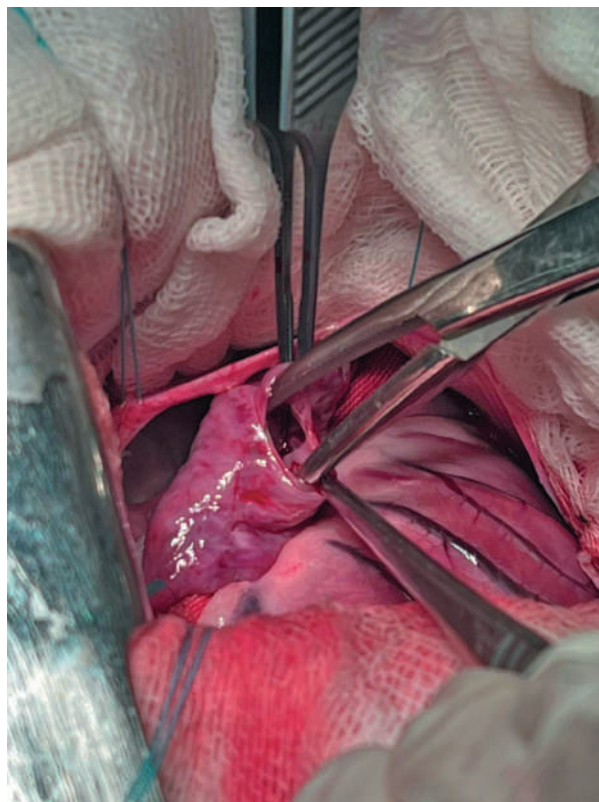


Рис. 8. Отсутствие кровотока при вскрытии ушка ЛП в условиях работающего сердца



Рис. 9. Отсутствие миграции клипсы, по данным рентгеноскопии через 3 мес после операции

положении трубок) имеют зазор в 1 мм между трубками, что снижает вероятность травмирования ткани ушка ЛП при закреплении и перевязке фиксирующей лигатуры. Использование в качестве упругого элемента многовитковой пружины позволяет упростить процесс наложения клипсы на основание ушка ЛП. В такой конструкции нормальное положение клипсы — открытое, конструкция стремится раскрыться (угол между трубками 180°). Это позволяет завести половину клипсы под основание ушка ЛП, и при стягивании фиксирующей лигатуры вторая половина, преодолевая сопротивление пружины, складывается и обхватывает основание симметрично с другой стороны. Также это позволяет обеспечить МР-совместимость данной конструкции ввиду того, что нитинол — материал пружины — обладает свойствами парамагнетика. На следующем этапе работ запланировано проведение соответствующих испытаний [38].

Заключение

В настоящее время проводятся масштабные клинические рандомизированные исследования по оценке эффективности использования современных устройств для изоляции ушка ЛП, по сравнению с антикоагулянтной терапией. Несмотря на то что устройства для изоляции ушка ЛП являются альтернативой терапии варфарином у пациентов с неклапанной формой ФП, при проведении исследований установлено, что отказаться от антикоагулянтов и/или антиагрегантов не представляется возможным в тех случаях, когда устройство расположено внутрисердечно. Таким образом, главный вопрос о том, с помощью каких устройств и техни-

ки их имплантации можно добиться полной, безопасно воспроизводимой и экономически наиболее выгодной процедуры хирургической изоляции ушка ЛП, остается открытым и широко дискуссионным [39].

По данным обзора клинических исследований, LAAOS III и ATLAS станут крупнейшими исследованиями по изучению эффективности окклюзии ушка ЛП в профилактике инсульта во время операций на сердце у пациентов с и без ФП. Предыдущий опыт показал, что традиционные хирургические методы исключения неэффективны из-за развивающейся реканализации ушка ЛП. Хирургическое иссечение является эффективным методом в том случае, если хирург выполняет контрольную оценку полноты процедуры. Эффективным методом окклюзии ушка ЛП также является использование устройства AtriClip. В настоящее время отсутствуют данные, подтверждающие результативность рутинного профилактического закрытия ушка ЛП у кардиохирургических пациентов, но со временем, возможно, будут выявлены отдельные группы пациентов, которым данный метод принесет пользу.

Первоначальные экспериментальные данные свидетельствуют о высокой эффективности и безопасности разработанной первой отечественной системы «ЛП-Эпиклип» для хирургической изоляции ушка ЛП. Основная цель доклинических исследований, которые сейчас активно ведутся, является полноценная механическая и электрическая изоляция ушка ЛП, а именно механическая изоляция и отсутствие миграции с целью подтверждения отсутствия сообщения с полостью предсердия, а также электрическая изоляция, что подтверждается отсутствием проведения электрического импульса на область ушка при стимуляции предсердия в стандартных позициях картирования, и оценка функции ЛП в отдаленном периоде с целью доказательства того, что изоляция ушка с помощью клипсы не нарушает гемодинамическую функцию ЛП.

Дальнейшее развитие научно-исследовательской работы заключается в продолжении опытно-конструкторских и экспериментальных работ, накоплении материала по доклиническим исследованиям, регистрации устройства как медицинского изделия, проведении клинических исследований. После получения результатов доклинических испытаний устройств для клипирования ЛП первого и второго поколений начата разработка устройства для клипирования уш-

ка ЛП третьего поколения, в том числе с возможностью модификации и разработки средств доставки данных устройств при малоинвазивных вмешательствах на сердце.

Конфликт интересов. Конфликт интересов не заявляется.

Библиографический список/References

- Go A.S., Mozaffarian D., Roger V.L., Benjamin E.J., Berry J.D., Baha M.J. et al. Heart disease and stroke statistics – 2014 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2014; 129 (3): e28–e292. DOI: 10.1161/01.cir.0000441139.02102.80
- Wolf P.A., Abbott R.D., Kannel W.B. Atrial fibrillation as an independent risk factor for stroke: the Framingham Study. *Stroke*. 1991; 22 (8): 983–8. DOI: 10.1161/01.str.22.8.983
- Colilla S., Crow A., Petkun W., Singer D.E., Simon T., Liu X. Estimates of current and future incidence and prevalence of atrial fibrillation in the U.S. adult population. *Am. J. Cardiol*. 2013; 112 (8): 1142–7. DOI: 10.1016/j.amjcard.2013.05.063
- Chen-Scarabelli C., Scarabelli T.M., Ellenbogen K.A., Halperin J.L. Device-detected atrial fibrillation: what to do with asymptomatic patients? *J. Am. Coll. Cardiol*. 2015; 65 (3): 281–94. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.10.045
- Al-Saady N.M., Obel O.A., Camm A.J. Left atrial appendage: structure, function, and role in thromboembolism. *Heart*. 1999; 82 (5): 547–54. DOI: 10.1136/hrt.82.5.547
- Blackshear J.L., Odell J.A. Appendage obliteration to reduce stroke in cardiac surgical patients with atrial fibrillation. *Ann. Thorac. Surg*. 1996; 61 (2): 755–9. DOI: 10.1016/0003-4975(95)00887-x
- Kimura T., Takatsuki S., Inagawa K., Katsumata Y., Nishiyama T., Nishiyama N. et al. Anatomical characteristics of the left atrial appendage in cardiogenic stroke with low CHADS2 scores. *Heart Rhythm*. 2013; 10 (6): 921–5. DOI: 10.1016/j.hrthm.2013.01.036
- Sievert H., Lesh M.D., Trepels T., Omran H., Bartorelli A., Della B.P. et al. Percutaneous left atrial appendage transcatheter occlusion to prevent stroke in high-risk patients with atrial fibrillation: early clinical experience. *Circulation*. 2002; 105 (16): 1887–9. DOI: 10.1161/01.cir.0000015698.54752.6d
- Holmes D.R., Reddy V.Y., Turi Z.G., Doshi S.K., Sievert H., Buchbinder M. et al. Percutaneous closure of the left atrial appendage versus warfarin therapy for prevention of stroke in patients with atrial fibrillation: a randomised non-inferiority trial. *Lancet*. 2009; 374 (9689): 534–42. DOI: 10.1161/01.cir.0000015698.54752.6d
- Reddy V.Y., Doshi S.K., Sievert H., Buchbinder M., Neuzil P., Huber K. et al. Percutaneous left atrial appendage closure for stroke prophylaxis in patients with atrial fibrillation: 2.3-year follow-up of the PROTECT AF (Watchman Left Atrial Appendage System for Embolic Protection in Patients with Atrial Fibrillation) Trial. *Circulation*. 2013; 127 (6): 720–9. DOI: 10.1161/circulationaha.112.114389
- Katz E.S., Tsiamsiouris T., Applebaum R.M., Schwartzbard A., Tunick P.A., Kronzon I. Surgical left atrial appendage ligation is frequently incomplete: a transesophageal echocardiographic study. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2000; 36 (2): 468–71. DOI: 10.1016/s0735-1097(00)00765-8
- 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 (2): 288–93. DOI: 10.1016/j.ahj.2004.09.054
- Kanderian A.S., Gillinov A.M., Pettersson G.B., Blackstone E., Klein A.L. Success of surgical left atrial appendage closure: assessment by transesophageal echocardiography. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2008; 52 (11): 924–9. DOI: 10.1016/j.jacc.2008.03.067
- Lee R., Jivan A., Kruse J., McGee E.C., Malaisrie S.C., Bernstein R. et al. Late neurologic events after surgery for atrial fibrillation: rare but relevant. *Ann. Thorac. Surg*. 2013; 95 (1): 126–31. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2012.08.048
- Lee R., Vassallo P., Kruse J., Malaisrie S.C., Rigolin V., Andrei A.C., McCarthy P. A randomized, prospective pilot comparison of 3 atrial appendage elimination techniques: Internal ligation, stapled excision, and surgical excision. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg*. 2016; 152 (4): 1075–80. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2016.06.009
- Gillinov M. The left atrial appendage: Won't get fooled again. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg*. 2016; 152 (4): 1081–2. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2016.06.032
- Tiger Paw System II by Maquet Medical Systems: Class I Recall – May Cause Tears and Bleeding in Heart Tissue. 2017.
- Saw J., Lempereur M. Percutaneous left atrial appendage closure: procedural techniques and outcomes. *JACC Cardiovasc. Interv*. 2014; 7 (11): 1205–20. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.05.026
- Salzberg S.P., Gillinov A.M., Anyanwu A., Castillo J., Filsou F., Adams D.H. Surgical left atrial appendage occlusion: evaluation of a novel device with magnetic resonance imaging. *Eur. J. Cardiothorac. Surg*. 2008; 34 (4): 766–70. DOI: 10.1016/j.ejcts.2008.05.058
- Ailawadi G., Gerdisch M.W., Harvey R.L., Hooker R.L., Damiano R.J., Salamon T., Mack M.J. Exclusion of the left atrial appendage with a novel device: early results of a multicenter trial. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg*. 2011; 142 (5): 1002–9. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2011.07.052
- Emmert M.Y., Puippe G., Baumüller S., Alkadhi H., Landmesser U., Plass A. et al. Safe, effective and durable epicardial left atrial appendage clip occlusion in patients with atrial fibrillation undergoing cardiac surgery: rst long-term results from a prospective device trial. *Eur. J. Cardiothorac. Surg*. 2014; 45 (1): 126–31. DOI: 10.1093/ejcts/ezt204
- 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. *JACC Clin. Electrophysiol*. 2017; 3 (12): 1356–65. DOI: 10.1016/j.jacep.2017.03.008
- Reddy V.Y., Sievert H., Halperin J., Doshi S.K., Buchbinder M., Neuzil P. et al. Percutaneous left atrial appendage closure vs warfarin for atrial fibrillation: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2014; 312 (19): 1988–98. DOI: 10.1001/jama.2014.15192
- Sharma D., Reddy V.Y., Sandri M., Schulz P., Majunke N., Hala P. et al. Left Atrial appendage closure in patients with contraindications to oral anticoagulation. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2016; 67 (18): 2190–2. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.02.053
- Block P.C., Burstein S., Casale P.N., Kramer P.H., Teirstein P., Williams D.O., Reisman M. Percutaneous left atrial appendage occlusion for patients in atrial fibrillation suboptimal for warfarin therapy: 5-year results of the PLAATO (Percutaneous Left Atrial Appendage Transcatheter Occlusion) Study. *JACC Cardiovasc. Interv*. 2009; 2 (7): 594–600. DOI: 10.1016/j.jcin.2009.05.005
- Holmes D.R., Lakkireddy D.R., Whitlock R.P., Waksman R., Mack M.J. Left atrial appendage occlusion: opportunities and challenges. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2014; 63 (4): 291–8. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.08.1631
- Dawson A.G., Asopa S., Dunning J. Should patients undergoing cardiac surgery with atrial fibrillation have left atrial appendage exclusion? *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg*. 2010; 10 (2): 306–11. DOI: 10.1510/icvts.2009.227991

28. García-Fernández M.A., Pérez-David E., Quiles J., Peralta J., García-Rojas I., Bermejo J. et al. Role of left atrial appendage obliteration in stroke reduction in patients with mitral valve prosthesis: a transesophageal echocardiographic study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2003; 42 (7): 1253–8. DOI: 10.1016/s0735-1097(03)00954-9
29. Badhwar V., Rankin J.S., Damiano R.J., Gillinov A.M., Bakaen F.G., Edgerton J.R. et al. Society of Thoracic Surgeons 2017 Clinical Practice Guidelines for the Surgical Treatment of Atrial Fibrillation. *Ann. Thorac. Surg.* 2017; 103 (1): 329–41. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2016.10.076
30. Tsai Y.C., Phan K., Munkholm-Larsen S., Tian D.H., La M.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 (5): 847–54. DOI: 10.1093/ejcts/ezu291
31. Whitlock R.P., Vincent J., Blackall M.H., Hirsh J., Frenes S., Novick R. et al. Left Atrial Appendage Occlusion Study II (LAAOS II). *Can. J. Cardiol.* 2013; 29 (11): 1443–7. DOI: 10.1016/j.cjca.2013.06.015
32. Whitlock R., Healey J., Vincent J., Brady K., Teoh K., Royse A. et al. Rationale and design of the Left Atrial Appendage Occlusion Study (LAAOS) III. *Ann. Cardiothorac. Surg.* 2014; 3 (1): 45–54. DOI: 10.1055/s-0034-1367431
33. Melduni R.M., Scha H., Lee H.C., Gersh B.J., Noseworthy P.A., Bailey K.R. et al. Impact of left atrial appendage closure during cardiac surgery on the occurrence of early postoperative atrial fibrillation, stroke, and mortality: a propensity score-matched analysis of 10 633 patients. *Circulation.* 2017; 135 (4): 366–78. DOI: 10.1161/circulationaha.116.021952
34. Chua S.K., Shyu K.G., Lu M.J., Lien L.M., Lin C.H., Chao H.H., Lo H.M. Clinical utility of CHADS₂ and CHA₂DS₂-VASc scoring systems for predicting postoperative atrial fibrillation after cardiac surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2013; 146 (4): 919–26.e1. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2013.03.040
35. Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Умаров В.М. и др. Случай успешного хирургического лечения фибрилляции предсердий с помощью операции «Лабиринт III»: 18 лет спустя. *Annals aritmologii.* 2012; 9 (1): 61–5.
- Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Умаров В.М. et al. A case of successful surgical treatment of atrial fibrillation using the operation Maze III: 18 years later. *Annaly Aritmologii.* 2012; 9 (1): 61–5 (in Russ.).
36. Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Меликулов А.Х., Заварина А.Ю., Мордвинова А.С. Хирургическое лечение фибрилляции предсердий: современное состояние проблемы. *Annals aritmologii.* 2009; 2: 5–11.
- Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Меликулов А.Х., Заварина А.Ю., Мордвинова А.С. Surgical treatment of atrial fibrillation: the current state of the problem. *Annaly Aritmologii.* 2009; 2: 5–11 (in Russ.).
37. 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. *Annals aritmologii.* 2017; 14 (3): 142–9. DOI: 10.15275/annaritmol.2017.3.3
- Бокерия О.Л., Биниашвили М.Б., Мищенко А.Б., Юркулиева Г.А. Surgical prevention of thromboembolism in atrial fibrillation. The prospect of domestic systems for the left atrial appendage surgical isolation. *Annaly Aritmologii.* 2017; 14 (3): 142–9 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritmol.2017.3.3
38. Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Биниашвили М.Б., Ле Т.Г. Электрическая изоляция ушка левого предсердия в хирургическом лечении фибрилляции предсердий. *Annals aritmologii.* 2021; 18 (1): 4–14. DOI: 10.15275/annaritmol.2021.1.1
- Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Биниашвили М.Б., Ле Т.Г. Electrical isolation of the left atrial appendage in the surgical treatment of atrial fibrillation. *Annaly Aritmologii.* 2021; 18 (1): 4–14 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritmol.2021.1.1
39. Жигалкович А.С. Хирургическая изоляция ушка левого предсердия у пациентов с фибрилляцией предсердий: анализ проблемы. *Annals aritmologii.* 2018; 15 (2): 76–83. DOI: 10.15275/annaritmol.2018.2.1
- Zhigalkovich A.S. Surgical isolation of the left atrial appendage in patients with atrial fibrillation: the analysis of the problem. *Annaly Aritmologii.* 2018; 15 (2): 76–83 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritmol.2018.2.1

Поступила 15.08.2022

Принята к печати 09.09.2022