

© О.Ю.ПИДАНОВ, 2016
© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2016

УДК 616.125-008.313.2-089.819
DOI: 10.15275/annaritmol.2016.4.2

ТОРАКОСКОПИЧЕСКАЯ АБЛАЦИЯ – НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Тип статьи: обзорная статья

О.Ю. Пиданов

ФГБУ «Клиническая больница» Управления делами Президента Российской Федерации,
ул. Лосиноостровская, 45, Москва, 107150, Российская Федерация

Пиданов Олег Юрьевич, канд. мед. наук, E-mail: 9681@mail.ru

Фибрилляция предсердий (ФП) является самой частой аритмией, и ее доля в популяции увеличивается пропорционально возрасту пациентов. Инсульт головного мозга, риск которого повышается в 5–6 раз, является наиболее значимым осложнением фибрилляции предсердий. Наряду с этим ФП приводит к развитию аритмогенной кардиопатии и застойной сердечной недостаточности, являясь частой причиной инвалидизации и ухудшения прогноза у пациентов с различными заболеваниями сердечно-сосудистой системы.

Операция Cox Maze III с самого начала своего внедрения в клиническую практику показала превосходные результаты лечения вне зависимости от вида ФП. Это позволяет считать ее «золотым стандартом» лечения ФП. Вместе с тем оригинальная операция Cox Maze III по технологии cut-and-sew сопряжена с техническими сложностями выполнения и значимым уровнем осложнений. Применение альтернативных источников энергии для нанесения абляционных линий позволило значительно упростить технику выполнения процедуры и сократить ее продолжительность. Тем не менее проведение Cox Maze III по-прежнему требует стернотомии и искусственного кровообращения. Для того чтобы избежать травматичного доступа и нежелательных эффектов искусственного кровообращения, была предложена методика полной торакоскопической абляции левого предсердия. Непосредственные и отдаленные результаты торакоскопической абляции сопоставимы с результатами Cox Maze III и оказались значительно лучше результатов катетерных изоляций легочных вен, в особенности у пациентов с непароксизмальными формами ФП. Торакоскопическая абляция левого предсердия стала значимым шагом в эволюции развития хирургических методов лечения ФП и сформировала прочную основу для мультидисциплинарного подхода в восстановлении и длительном удержании синусового ритма.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий; операция «Лабиринт»; хирургическая абляция; миниинвазивная хирургия; торакоскопическая абляция.

THORACOSCOPIC ABLATION – NEW HORIZONS OF SURGICAL TREATMENT OF ATRIAL FIBRILLATION

O.Yu. Pidanov

Clinical Hospital of the Presidential Administration, ulitsa Losinoostrovskaya, 45, Moscow, 107150,
Russian Federation

Pidanov Oleg Yur'evich, MD, PhD, E-mail: 9681@mail.ru

Atrial fibrillation (AF) remains the most common sustained arrhythmia with an expected increase in our aging population. In addition to the significant morbidity that is secondary to hemodynamic compromise and tachycardia-induced cardiomyopathy, stroke remains the most feared complication with a 5-fold increased risk.

Since introducing in clinical practice the Cox Maze III procedure, with more than 2 decades of documented follow-up, revealed excellent long-term success rates independent of the type of AF, though it is technically challenging and associated with significant morbidity.

Alternative energy sources have enabled surgeons to create lines of ablation to replace most incisions of the original cut-and-sew technique, which shortened and simplified the procedure. However, Cox Maze III procedure still needs cardiopulmonary bypass (CPB) and sternotomy approach. To escape traumatic approach and adverse effects of CPB totally thoracoscopic ablation (TTA) of left atrium was developed and introduced

in clinical practice. The 1–2 years follow-up revealed better results of TTA than catheter pulmonary vein isolations, especially for patients with non-paroxysmal AF. As a procedure with high efficiency with a low mortality and morbidity TTA became a significant evolution step of surgical treatment of AF. Reproducibility and safety of TTA open new levels of surgical treatment and form new perspectives for multidisciplinary approach of rhythm-control therapy for patients with AF.

Keywords: atrial fibrillation; Maze surgery; surgical ablation; minimally invasive surgery; totally thoracoscopic ablation.

В 1987 г. американский хирург Джеймс Кокс (James Cox) сообщил о первом успешном опыте хирургического лечения фибрилляции предсердий (ФП) в Вашингтонском университете в Сент-Луисе [1–3]. Первые модификации процедуры Cox Maze подразумевали выполнение большого количества разрезов по левому и правому предсердию, что делало невозможным существование ФП. В дальнейшем операция Cox Maze претерпела несколько трансформаций в сторону уменьшения количества разрезов. В клиническую практику вошла процедура Cox Maze III, которая благодаря своей эффективности стала «золотым стандартом» лечения ФП.

В Вашингтонском университете в период с 1988 по 2001 г. 112 пациентам с изолированной формой ФП была проведена операция Cox Maze III. Отдаленное наблюдение на протяжении $5,4 \pm 3,0$ года показало свободу от ФП у 96% пациентов [4, 5]. Наблюдение за больными в течение 14 лет подтвердило эффективность операции в 92% случаев при 80%-ной свободе от приема антиаритмических препаратов [5]. Подобные результаты были получены и в других кардиохирургических клиниках по всему миру [6–11].

Несмотря на высокую эффективность, операция Cox Maze III не получила широкого распространения из-за высокой травматичности, необходимости применения искусственного кровообращения, высокого риска осложнений, длительного времени пережатия аорты. Для упрощения операции, а следовательно, и снижения вероятности развития хирургических осложнений было предложено заменить разрезы оригинальной методики Cox Maze III на аблационные линии, которые наносились с применением различных источников энергии [12–14]. Такая операция получила название Cox Maze IV. В настоящее время наиболее распространена модификация, использующая для нанесения аблационных линий радиочастотную и/или криоэнергию. Применение IV модификации Cox Maze показало высокую эффективность лечения ФП (91% пациентов свободны от ФП в течение 12 мес), сопоставимую с оригинальной техникой cut-and-sew, а упроще-

ние методики привело к сокращению времени пережатия аорты (с 93 ± 43 до 41 ± 12 мин, $p < 0,001$), что значительно расширило ее применение в лечении ФП [15].

Операция Cox Maze имеет ключевое значение в объяснении механизмов существования ФП. Высокая эффективность процедуры является существенным аргументом в фундаментальном споре о том, что лежит в электрофизиологической основе существования ФП. В настоящее время ни у кого нет сомнений в том, что в основе ФП лежит существование множественных волн макрориентри [2, 16–18]. Для выбора оптимального метода лечения огромное значение имеет то, насколько велики эти петли.

Большинство электрофизиологов считают, что за поддержание некоординированной электрической активности кардиомиоцитов левого предсердия ответственен локус до 2 см в диаметре, который возможно верифицировать и устранить путем локальной аблации при помощи катетерной технологии [18]. Если бы это всегда было так, то процедура Cox Maze III не смогла бы показать такую высокую эффективность. Дело в том, что расстояние между разрезами на предсердиях при Cox Maze позволяет существовать 2-сантиметровой макрориентри-петле, но делает невозможным существование петель диаметром 5–6 см. Именно успешные результаты лечения ФП при помощи Cox Maze III позволяют нам полагать, что в большинстве случаев за существование ФП ответственны 1–2 петли макрориентри диаметром 5–6 см.

Для полного понимания электрофизиологических основ ФП следует вспомнить работы M. Haissaguerre et al., которые представили доказательства индукции ФП из локусов, в 90% случаев расположенных в устьях легочных вен, при пароксизмальной форме ФП [19].

Теория триггерной природы ФП при пароксизмальной форме и макрориентри-петель диаметром 5–6 см, ответственных за существование любой формы ФП, наиболее полно объясняет эффективность и неудачи различных методов лечения ФП.

Принципиально в настоящее время можно выделить два вида вмешательств для немедикаментозного лечения ФП: изоляция легочных вен и фрагментация левого предсердия (Cox Maze).

Целью изоляции легочных вен является разобщение пускового триггера ФП и ткани левого предсердия. Методика изоляции легочных вен может быть выполнена как хирургическим способом (во время сочетанной операции или как самостоятельное вмешательство), так и при помощи катетерной методики. Эффективность изоляции легочных вен сопоставима при любом способе ее выполнения и будет определяться скорее видом ФП, чем методом проведения операции. Очевидно, что изоляция легочных вен показывает свою высокую эффективность при пароксизмальной форме ФП, где существует пусковой триггер. При персистирующих формах, где для поддержания ФП триггер не нужен, эффективность изоляции легочных вен значительно ниже. Так, M. Castella et al. (2010 г.) показали эффективность хирургического способа изоляции легочных вен (videoassisted minimally invasive surgery) у пациентов с пароксизмальной формой в 82% случаев, тогда как при персистирующей длительно существующей форме эффективность составила не более 20% [20]. Эти данные коррелируют с результатами многочисленных исследований эффективности катетерных способов изоляции легочных вен [21–23]. Таким образом, изоляция легочных вен может рассматриваться как эффективная процедура для лечения только пароксизмальных форм ФП. В связи с хорошей воспроизводимостью и малой травматичностью катетерная изоляция легочных вен сегодня по праву считается процедурой первого выбора для лечения пароксизмальной формы ФП. И хотя хирургические методы изоляции легочных вен превосходят по эффективности катетерные методы, особенно при повторных вмешательствах [20, 24–26], последние имеют меньшую травматичность, что, несомненно, делает их более привлекательными для лечения изолированных форм пароксизмальной ФП [27].

Однако популяционные исследования установили, что пароксизмальная форма представлена только у 25% пациентов, 25% больных имеют персистирующую форму ФП и 50% – постоянную [28]. А это означает, что практически у 75% пациентов с ФП изоляция легочных вен будет малоэффективна. У таких больных только изоляции легочных вен будет недостаточно. Более выраженные изменения в ткани предсердий при

непароксизмальных формах требуют более агрессивной модификации предсердного субстрата. Другими словами, 3/4 пациентов с ФП могут нуждаться в «лабиринтоподобных» процедурах. К сожалению, выполнение расширенных катетерных аблаций до процедуры а-ля «Лабиринт» влечет за собой повышение трудоемкости операции, значительное увеличение лучевой нагрузки как на пациента, так и на врача, повышение риска инцизионных нарушений ритма и количества осложнений [29, 30]. Добавив к этому необходимость множественных вмешательств, можно понять, что для лечения реального пациента с персистирующей формой ФП использование катетерной методики становится практически неприемлемым. С другой стороны, выполнение процедуры Cox Maze с применением стернотомии и искусственного кровообращения при изолированной форме ФП встречает обоснованное сопротивление как у врачей-кардиологов, так и у самих пациентов. По факту складывается ситуация, когда больные с непароксизмальной формой ФП практически обречены на симптоматическое медикаментозное лечение, которое, если оценить все риски приема препаратов, а также нерегулярность их применения пациентами, сложно назвать оптимальным.

Подобная ситуация стала толчком для развития миниинвазивных хирургических вмешательств, которые могли бы сохранить эффективность против персистирующих форм ФП на уровне процедуры Cox Maze, избегая при этом применения искусственного кровообращения и стернотомического доступа.

Появление таких процедур стало возможным с внедрением в кардиохирургическую практику эндоскопических технологий. Операции получили название торакоскопических вмешательств.

Первое упоминание о торакоскопическом вмешательстве по поводу изолированной формы ФП относится к 2003 г. A.E. Saltman et al. сообщают об успешном выполнении микроволновой аблации с использованием полностью торакоскопического доступа [31]. В связи с тем что микроволновая технология нанесения абляционных линий имеет существенные недостатки, применение радиочастотной энергии имело больший успех, и сегодня, говоря о первых торакоскопических процедурах, мы вспоминаем работу R.K. Wolf et al. (2005 г.), которые сообщили об успешном выполнении биполярной изоляции легочных вен и выключения ушка левого

предсердия у 27 пациентов с изолированной ФП [32]. Эффективность процедуры составила 91,3%. Стоит отметить, что операция по данной методике не являлась полностью торакоскопической процедурой, в ней использовалась эндоскопическая техника как видеоподдержка, выполняемая через 5-сантиметровые торакотомные разрезы. Поэтому такую операцию правильнее называть не торакоскопической, а миниинвазивной с видеоподдержкой (videoassisted minimally invasive surgery). Кроме того, R.K. Wolf et al. технически выполнили только изоляцию легочных вен, дополнив ее исключением ушка левого предсердия хирургическим степлером. Операция не устраняла полностью возможность существования ФП, подобно Cox Maze, а высокую эффективность процедуры в представленной серии можно объяснить тем, что 2/3 пациентов имели пароксизмальную форму ФП. Тем не менее данная работа доказала возможность выполнения хирургической процедуры для лечения ФП миниинвазивным доступом и без использования искусственного кровообращения.

Дальнейшее развитие идея эпикардиальной хирургической фрагментации левого предсердия получила в работах J.R. Edgerton et al., которые в 2009 г. сообщили об успешном выполнении абляции по схеме Dallas lesion set (см. рисунок), имитирующей левостороннюю часть Cox Maze III. Первые операции были выполнены через мини-

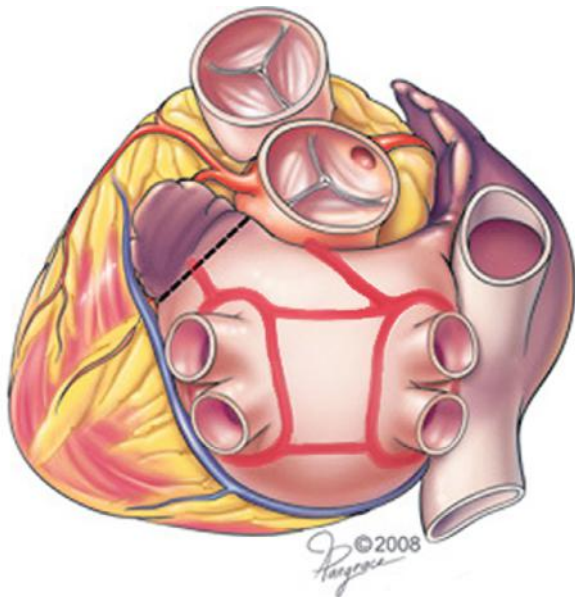


Схема операции по методике Dallas lesion set (J.R. Edgerton et al.). Красным цветом показаны линии радиочастотной абляции, пунктиром — линия ампутации ушка левого предсердия

доступ с видеоподдержкой, последние 10 в представленной серии — полностью в торакоскопической технике [33]. Формально абляция по схеме Dallas lesion не является копией методики Cox Maze, но ее эффективность достигает 90–96% при любой форме ФП, что вполне сопоставимо с оригинальным вариантом Cox Maze [34, 35].

Несмотря на многообещающие результаты аблаций через торакоскопический доступ, развитие методики, как и оценка ее эффективности и безопасности, не лишено курьезов. Говоря о торакоскопическом методе лечения ФП, часто забывают, что торакоскопия является всего лишь доступом к выполнению хирургической процедуры. Сама же операция может быть как только изоляцией легочных вен, так и полной фрагментацией левого предсердия. Как было сказано выше, эффективность процедуры будет зависеть от ее вида (изоляция легочных вен или фрагментация левого предсердия) и от того, какой вид ФП отмечен у пациентов, включенных в исследование. В связи с этим в литературе появляется много неоднозначно трактуемых исследований, что затрудняет оценку эффективности применения методики.

S. Wang et al. (2014 г.) и DeMaat et al. (2015 г.) сообщают о результатах лечения пациентов с пароксизмальной формой ФП при помощи торакоскопической изоляции легочных вен [25, 26]. Эффективность операции в этих исследованиях составила 83 и 89% соответственно, что коррелирует с данными катетерных методик. Но подобные результаты очевидны и ожидаемы. Такие исследования сравнивают не эффективность принципиальных методик изоляции легочных вен и фрагментации левого предсердия, а всего лишь технологию выполнения изоляции легочных вен. При этом катетерные методики достигли своего потолка эффективности в лечении пароксизмальных форм, и применять для лечения таких форм ФП заведомо более инвазивную методику, как и проводить сравнительные исследования у данной группы пациентов не имеет никакого смысла.

Другие исследователи оценивали торакоскопическую изоляцию легочных вен у пациентов с персистирующей формой ФП [36, 37]. В этом случае эффективность зависела от того, насколько триггерзависима ФП у конкретного больного. Курьезность ситуации состоит в том, что различие в результатах заложено уже в дизайне исследования. В таких исследованиях слишком высока доля случайного результата.

Исходя из этого напрашивается логичный вывод, что, если мы беремся применять торакоскопический доступ для проведения аблации, ограничиваться только изоляцией легочных вен не совсем правильно. Разумнее стремиться выполнить схему с максимальной эффективностью. На сегодняшний день такой схемой является Dallas lesion set, предложенная J.R. Edgerton et al. (2010 г.). Минусом данной схемы по сравнению с оригинальным вариантом Cox Maze является наличие аблационных линий только в левом предсердии. Метаанализ S.D. Barnett и N. Ad (2006 г.) показал наибольшую эффективность выполнения биатриальной аблационной процедуры [38]. В этом ключе торакоскопическая аблация может выглядеть менее эффективной, поскольку при ней невозможно выполнить правостороннюю часть оригинальной методики Cox Maze. Но этот недостаток легко исправляется, если к торакоскопическому Dallas lesion set добавить интервенционную процедуру. В связи с тем что аблация в правых отделах сердца, в частности аблация каватрикуспидальной перешейки, является легко воспроизводимой катетерной процедурой, сегодня актуально выполнение гибридного вмешательства мультидисциплинарной командой специалистов.

La Meir et al. (2012 г.) показали повышение эффективности одномоментного гибридного вмешательства против одиночного торакоскопического подхода с 82 до 91% [39]. Однако это сопровождалось увеличением числа геморрагических осложнений и значительным повышением стоимости процедуры. Причина этого состоит именно в одномоментности проводимого вмешательства. Дело в том, что тканевая диссекция при торакоскопическом вмешательстве выполняется в основном тупым способом. Потребность введения прямых антикоагулянтов во время катетерного этапа приводит к появлению значимых гипокоагуляционных кровотечений торакоскопических ран.

Принимая во внимание то, что катетерная технология позволяет не только дополнить торакоскопическую схему до Cox Maze, но и выполнять контроль хирургического этапа вмешательства, катетерный этап рационально проводить спустя 3 мес. Двухэтапный подход, разнесенный по времени, позволяет снизить количество кросс-осложнений, связанных с техническими особенностями каждого из гибридных этапов. Выполнение второго, катетерного, этапа гибридного вмешательства только у боль-

ных с рецидивом ФП или проявлением трепетания предсердий, позволяет значительно снизить экономические затраты на лечение пациентов.

Осложнения и травматичность операций всегда являлись основными ограничивающими факторами, сдерживающими распространение хирургических методов лечения среди больных с изолированной формой ФП. Так было с Cox Maze, так происходит и с торакоскопической аблацией. Экспертный консенсус признает, что торакоскопическая аблация значительно превосходит катетерные и медикаментозные методы терапии контроля ритма, но и предупреждает о значительном количестве осложнений, сопровождающих торакоскопические операции. Последнее снижает уровень рекомендаций по применению торакоскопической аблации у пациентов с изолированной формой ФП. Но так ли справедливы выводы, включаемые в профессиональные рекомендации по лечению ФП? Прямое сравнение частоты осложнений при торакоскопической аблации, которое осуществляется в работах, включенных в доказательную базу клинических рекомендаций по лечению ФП, является некорректным по ряду причин.

Во-первых, сравнительная характеристика чаще всего проводится с катетерными процедурами, тогда как торакоскопические вмешательства и катетерная аблация показаны для лечения пациентов с разными формами ФП.

Во-вторых, осложнения различных градаций тяжести суммируются простым арифметическим сложением, что приводит к заблуждению в определении степени безопасности процедуры. В исследовании FAST (2012 г.) заявлены показатели частоты осложнений после торакоскопической и катетерной процедур 23 и 3,2% соответственно, при этом пневмоторакс, не потребовавший даже удлинения срока госпитализации, поставлен в один ряд с тампонадой сердца и острым нарушением мозгового кровообращения, а гидроторакс, разрешенный плевральной пункцией в отдаленном периоде, стоит в одном ряду со смертью от геморрагического инсульта [24].

В-третьих, следует понимать, что часть отклонений, относимых к осложнениям, являются естественным следствием хирургического вмешательства. Любой хирург понимает, что если осуществлялся вход в плевральную полость, то неизбежно появление гидроторакса, который может быть разрешен банальной плевральной пункцией, не влияющей на качество и продолжительность лечения пациента [40].

И наконец, важно отметить, что методика торакоскопической аблации существует в клинической практике менее 10 лет и данные о безопасности процедуры мы получаем из публикаций групп авторов, внедряющих эту методику. Другими словами, это данные learning curve. С накоплением опыта безопасность процедуры возрастает в разы. В метаанализе С. van Laar et al. (2016 г.) представлены данные 14 исследований, охвативших 1171 пациента. И если в первых публикациях мы видим количество осложнений после торакоскопических аблаций на уровне десятков процентов (25%), то в представляемом метаанализе суммарное количество осложнений составило 2,9% при уровне значимых осложнений 0,17–0,85% [41].

Подводя итог вышесказанному, можно с уверенностью заявлять, что хирургические методы лечения остаются наиболее эффективным способом восстановления и удержания синусового ритма у пациентов с фибрилляцией предсердий. Превосходные результаты хирургических методов лечения объясняются прежде всего тем, что при них проводится фрагментация ткани предсердий, делающая невозможным существование фибрилляции предсердий вне зависимости от ее вида. Выбирая метод хирургического лечения ФП, следует помнить, что на сегодняшний день принципиально существует две методики операции: изоляция легочных вен и фрагментация ткани левого предсердия. Результаты лечения будут напрямую зависеть от выбора схемы аблации при конкретно взятой форме ФП, а не от способа ее выполнения.

Применение торакоскопической методики не является новым способом лечения фибрилляции предсердий. Торакокопия – это хирургический доступ, дающий возможность выполнения фрагментации левого предсердия по схеме, электрофизиологически эквивалентной Cox Maze. Хирургам, проводящим торакоскопическую процедуру, следует всегда помнить об этой возможности, не ограничивая себя только изоляцией легочных вен, особенно при персистирующих формах ФП. Миниинвазивность процедуры и отсутствие необходимости применения искусственного кровообращения позволяет хирургам достигать уровня безопасности при торакоскопической процедуре, сопоставимой с катетерными методами изоляции легочных вен. Несомненно, такой уровень безопасности наряду с эффективностью процедуры, сопоставимой с Cox Maze, позволит торакоскопической

аблации занять достойное место среди современных методов лечения ФП и получит свое отражение в новых рекомендациях к применению в реальной клинической практике уже в ближайшее время.

Несмотря на многообещающие перспективы, которые открываются с применением торакоскопической хирургии ФП, данная методика не является идеальной для каждого отдельно взятого пациента. Поскольку большинство недостатков торакоскопической процедуры может быть устранено применением катетерных технологий и оптимального медикаментозного сопровождения, самая оптимальная стратегия контроля ритма при ФП будет лежать в области мультидисциплинарного подхода, где вышеперечисленные методы будут не конкурировать, а равноправно дополнять друг друга в повышении эффективности и снижении рисков лечения.

Конфликт интересов

Конфликт интересов не заявляется.

Библиографический список / References

1. Cox J.L. The surgical treatment of atrial fibrillation. IV. Surgical technique. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1991; 101 (4): 584–92.
2. Cox J.L., Canavan T.E., Schuessler R.B., Cain M.E., Lindsay B.D., Stone C. et al. The surgical treatment of atrial fibrillation. II. Intraoperative electrophysiologic mapping and description of the electrophysiologic basis of atrial flutter and atrial fibrillation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1991; 101 (3): 406–26.
3. Cox J.L., Ad N., Palazzo T. Impact of the maze procedure on the stroke rate in patients with atrial fibrillation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1999; 118 (5): 833–40.
4. Damiano R.J. Jr., Voeller R.K. Batrial lesion sets. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2007; 20 (3): 95–9.
5. McCarthy P.M., Gillinov A.M., Castle L., Chung M., Cosgrove D. 3rd. The Cox-Maze procedure: the Cleveland Clinic experience. *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2000; 12 (1): 25–9.
6. Prasad S.M., Maniar H.S., Camillo C.J., Schuessler R.B., Boineau J.P., Sundt T.M. 3rd et al. The Cox maze III procedure for atrial fibrillation: long-term efficacy in patients undergoing lone versus concomitant procedures. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2003; 126 (6): 1822–8.
7. Schaff H.V., Dearani J.A., Daly R.C., Orszulak T.A., Danielson G.K. Cox-Maze procedure for atrial fibrillation: Mayo Clinic experience. *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2000; 12 (1): 30–7.
8. Arcidi J.M. Jr., Doty D.B., Millar R.C. The maze procedure: the LDS Hospital experience. *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2000; 12 (1): 38–43.
9. Ballaux P.K., Geuzebroek G.S., van Hemel N.M., Kelder J.C., Dossche K.M., Ernst J.M. et al. Freedom from atrial arrhythmias after classic maze III surgery: a 10-year experience. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2006; 132 (6): 1433–40.
10. Jessurun E.R., van Hemel N.M., Defauw J.A., Stofmeel M.A., Kelder J.C., de la Riviere A.B., Ernst J.M. Results of maze surgery for lone paroxysmal atrial fibrillation. *Circulation.* 2000; 101 (13): 1559–67.
11. Lönnerholm S., Blomström P., Nilsson L., Oxelbark S., Jideus L., Blomström-Lundqvist C. Effects of the maze operation on health-related quality of life in patients with atrial fibrillation. *Circulation.* 2000; 101 (22): 2607–11.
12. Khargi K., Hutten B.A., Lemke B., Deneke T. Surgical treatment of atrial fibrillation: a systematic review. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2005; 27 (2): 258–65.

13. Damiano R.J. Jr. Alternative energy sources for atrial ablation: judging the new technology. *Ann. Thorac. Surg.* 2003; 75 (2): 329–30.
14. Melby S.J., Lee A.M., Damiano R.J. Jr. Advances in surgical ablation devices for atrial fibrillation. In: Naccarelli G.V. et al. (Eds.) *New arrhythmia technologies*. Malden, Massachusetts: Blackwell Publishing; 2005: 233–41.
15. Lall S.C., Melby S.J., Voeller R.K., Zierer A., Bailey M.S., Guthrie T.J. et al. The effect of ablation technology on surgical outcomes after the Cox-maze procedure: a propensity analysis. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2007; 133 (2): 389–96.
16. Moe G.K., Abildskov J.A. Atrial fibrillation as a self-sustaining arrhythmia independent of focal discharge. *Am. Heart J.* 1959; 58 (1): 59–70.
17. Narayan S.M., Krummen D.E., Shivkumar K., Clopton P., Rappel W.J., Miller J.M. Treatment of atrial fibrillation by the ablation of localized sources: CONFIRM (Conventional Ablation for Atrial Fibrillation With or Without Focal Impulse and Rotor Modulation) trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012; 60: 628–36.
18. Haissaguerre M., Hocini M., Denis A., Shah A.J., Komatsu Y., Yamashita S. et al. Driver domains in persistent atrial fibrillation. *Circulation.* 2014; 130 (7): 530–8.
19. Haissaguerre M., Jais P., Shah D.C., Takahashi A., Hocini M., Quiniou G. et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N. Engl. J. Med.* 1998; 339 (10): 659–66.
20. Castella M., Pereda D., Mestres C.A., Gómez F., Quintana E., Mulet J. Thoracoscopic pulmonary vein isolation in patients with atrial fibrillation and failed percutaneous ablation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2010; 140 (3): 633–8.
21. Calkins H., Reynolds M.R., Spector P., Sondhi M., Xu Y., Martin A. et al. Treatment of atrial fibrillation with antiarrhythmic drugs or radiofrequency ablation: two systematic literature reviews and meta-analyses. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2009; 2 (4): 349–61.
22. Ganesan A.N., Shipp N.J., Brooks A.G., Kuklik P., Lau D.H., Lim H.S. et al. Long-term outcomes of catheter ablation of atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *J. Am. Heart Assoc.* 2013; 2 (2): e004549.
23. Verma A., Jiang C.Y., Betts T.R., Chen J., Deisenhofer I., Mantovan R. et al. Approaches to catheter ablation for persistent atrial fibrillation. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372 (19): 1812–22.
24. Boersma L.V., Castella M., van Boven W., Berruezo A., Yilmaz A., Nadal M. et al. Atrial fibrillation catheter ablation versus surgical ablation treatment (FAST): a 2-center randomized clinical trial. *Circulation.* 2012; 125 (1): 23–30.
25. Wang S., Liu L., Zou C. Comparative study of video-assisted thoracoscopic surgery ablation and radiofrequency catheter ablation on treating paroxysmal atrial fibrillation: a randomized, controlled short-term trial. *Chin. Med. J. (Engl.)* 2014; 127 (14): 2567–70.
26. De Maat G.E., Pozzoli A., Scholten M.F., Van Gelder I.C., Blaauw Y., Mulder B.A. et al. Long-term results of surgical minimally invasive pulmonary vein isolation for paroxysmal lone atrial fibrillation. *Europace.* 2015; 17 (5): 747–52.
27. Kirchhof P., Benussi S., Kotecha D., Ahlsson A., Atar D., Casadei B. et al. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2016; 50 (5): e1–88.
28. Zoni-Berisso M., Lercari F., Carazza T., Domenicucci S. Epidemiology of atrial fibrillation: European perspective. *Clin. Epidemiol.* 2014; 6: 213–20.
29. Sawhney N., Anousheh R., Chen W., Feld G.K. Circumferential pulmonary vein ablation with additional linear ablation results in an increased incidence of left atrial flutter compared with segmental pulmonary vein isolation as an initial approach to ablation of paroxysmal atrial fibrillation. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2010; 3 (3): 243–8.
30. Shah A.J., Jadidi A., Liu X., Miyazaki S., Forclaz A., Nault I. et al. Atrial tachycardias arising from ablation of atrial fibrillation: a proarrhythmic bump or an antiarrhythmic turn? *Cardiol. Res. Pract.* 2010; 2010: ID 950763.
31. Saltman A.E., Rosenthal L.S., Francalancia N.A., Lahey S.J. A completely endoscopic approach to microwave ablation for atrial fibrillation. *Heart Surg. Forum.* 2003; 6 (3): E38–41.
32. Wolf R.K., Schneeberger E.W., Osterday R., Miller D., Merrill W., Flege J.B. Jr., Gillinov A.M. Video-assisted bilateral pulmonary vein isolation and left atrial appendage exclusion for atrial fibrillation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2005; 130 (3): 797–802.
33. Edgerton J.R., Jackman W.M., Mack M.J. A new epicardial lesion set for minimal access left atrial maze: the Dallas lesion set. *Ann. Thorac. Surg.* 2009; 88 (5): 1655–7.
34. Sirak J.H., Schwartzman D. Interim results of the 5-box thoracoscopic maze procedure. *Ann. Thorac. Surg.* 2012; 94 (6): 1880–4.
35. Weimar T., Vosseler M., Czesla M., Boscheinen M., Hemmer W.B., Doll K.N. Approaching a paradigm shift: Endoscopic ablation of lone atrial fibrillation on the beating heart. *Ann. Thorac. Surg.* 2012; 94 (6): 1886–92.
36. Hu Q.M., Li Y., Xu C.L., Han J., Zhang H.B., Han W. et al. Analysis of risk factors for recurrence after video-assisted pulmonary vein isolation of lone atrial fibrillation – results of 5 years of follow-up. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2014; 148: 2174–80.
37. Zheng S., Li Y., Han J., Zhang H., Zeng W., Xu C. et al. Long-term results of a minimally invasive surgical pulmonary vein isolation and ganglionic plexi ablation for atrial fibrillation. *PLoS One.* 2013; 8: 1–8.
38. Barnett S.D., Ad N. Surgical ablation as treatment for the elimination of atrial fibrillation: a meta-analysis. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2006; 131 (5): 1029–35.
39. La Meir M., Gelsomino S., Lucà F., Pison L., Parise O., Coiella A. et al. Minimally invasive surgical treatment of lone atrial fibrillation: early results of hybrid versus standard minimally invasive approach employing radiofrequency sources. *Int. J. Cardiol.* 2013; 167 (4): 1469–75.
40. Dindo D., Demartines N., Clavien P.A. Classification of surgical complications. A new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann. Surg.* 2004; 240 (2): 205–13.
41. Van Laar C., Kelder J., van Putte B.P. The totally thoracoscopic maze procedure for the treatment of atrial fibrillation. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2017; 24: 102–11.

Поступила 25.11.2016

Принята к печати 06.12.2016