

ХИРУРГИЧЕСКОЕ И ИНТЕРВЕНЦИОННОЕ ЛЕЧЕНИЕ ИЗОЛИРОВАННОЙ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева, Москва

Рассматриваются электрофизиологические механизмы, лежащие в основе изолированной фибрилляции предсердий, вопросы хирургического и интервенционного лечения пациентов, страдающих этим нарушением ритма.

Ключевые слова: изолированная фибрилляция предсердий, левое предсердие, легочные вены, радиочастотная катетерная абляция, операция Лабиринт

Electrophysiological mechanisms which are in the basis of isolated atrial fibrillation as well as issues of surgical and interventional treatment of patients with the arrhythmia are considered.

Key words: isolated atrial fibrillation, left atrium, pulmonary veins, radiofrequency catheter ablation, "Labyrinth" operation.

Фибрилляция предсердий (ФП) является одним из наиболее распространённых видов нарушений ритма сердца и встречается по данным разных авторов от 0,15% до 1% случаев в общей популяции населения большинства стран Европы, Америки и Азии. ФП ассоциируется с увеличенным риском ишемического инсульта, сердечной недостаточности и общей смертности [1, 9].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Согласно клиническим рекомендациям HRS/EHR/ECAS 2009 Consensus Statement on Catheter and Surgical Ablation of AF, а также ВНОА (2009) по диагностике и лечению пациентов с ФП, различают следующие формы аритмии:

- пароксизмальная, если аритмия купируется самостоятельно;
- персистирующая, в случае если аритмия продолжается более 7 дней;
- длительно существующая персистирующая, при длительности аритмии более 1 года;
- постоянная форма, при которой попытки кардиоверсии являются неэффективными, либо они не предпринимались [2, 18].

В настоящее время в медицинской литературе используется термин «изолированная» («stand-alone») или первичная ФП для обозначения селективной группы пациентов с ФП, не имеющих доказанного структурного заболевания сердца. При первичной ФП выполняется изолированное хирургическое вмешательство, т.е. не связанное с вмешательством на клапанах сердца или реваскуляризацией миокарда. Создатели операции Лабиринт сначала предполагали и использовали эту процедуру как операцию при изолированной ФП. Кардиохирурги чаще всего имеют дело с сопутствующей ФП, возникающей вторично на фоне патологии митрального клапана, клапана аорты, ишемической болезни сердца или сердечной недостаточности. Такая аритмия часто называется сопутствующей, но правильнее её будет называть вторичной. При вторичной ФП выполняется операция, сопутствующая основному хирургическому вмешательству на клапанах сердца или коронарных артериях.

МЕХАНИЗМЫ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Гипотеза множественных волн была разработана Г.К.Мое и соавторами и предполагала, что ФП - это результат наличия множественных волн re-entry, возникающих одновременно в левом и правом предсердиях. Количество волн в каждый момент времени зависит от скорости предсердного проведения, рефрактерного периода и массы предсердий. Поддержание ФП облегчается замедленным проведением, укороченным рефрактерным периодом и увеличенной массой предсердий. Повышенная пространственная дисперсия рефрактерности способствует re-entry по причине возникновения блокад и замедления проведения. Разработка операции Лабиринт была основана на этой модели ФП и концепции, что для поддержания ФП необходимо критическое число циркулирующих волн re-entry, каждая из которых требует критической массы предсердной ткани [27].

Благодаря наблюдению М.Naisaquette с соавторами известно, что ФП часто индуцируется фокальным источником в устьях легочных вен (ЛВ), и абляция такого фокального триггера может избавлять от ФП. Эти данные привели к систематическому подходу в лечении пароксизмальной формы ФП путем картирования и абляции фокусов эктопической активности [22].

Н.Nathan и М.Eliakim первыми обратили внимание на наличие муфт мышечной ткани, распространяющихся на ЛВ [30]. Мышечные муфты ЛВ - это важный источник фокальной активности, который может запускать и поддерживать ФП. В качестве основного механизма фокальной активности в ЛВ было выявлено нарушение регуляции кальциевого потока и натриево-кальциевого обмена. R.Agora и соавторы доказали, что ЛВ и задняя стенка левого предсердия (ЛП) часто являются местом аритмий по механизму re-entry [4]. ФП индуцируется фокальными триггерами из ЛВ и поддерживается как быстрый круг re-entry в пределах ЛВ. J.Kalifa и соавторы сообщили, что при повышении давления в ЛП выше 10 см водного столба, соединение ЛП-ЛВ становится источником доминирующих роторов, что объясняет клиническую связь между ФП и повышенным давлением в предсердии [25]. M.Nocini и

S.Y. Но выявили зоны замедленного проведения во всех ЛВ. Зоны замедленного проведения связаны с резкими изменениями ориентации волокон: это обстоятельство способствует возникновению re-entry [24]. S.A. Chen и соавторы показали важную роль соединения ЛП-ЛВ в поддержании re-entry [8].

За последнее время опубликовано большое количество работ, показывающих значение длительности цикла предсердной активации в поддержании ФП, роль преломления волн активации и re-entry на задней стенке ЛП, наличия иерархической организации и градиента частоты электрической активности слева направо. Данные исследования позволяют объяснить необходимость циркулярных и линейных аблаций, включающих не только ЛВ, но и большую часть ЛП у пациентов с персистентной формой ФП. Данные F. Atonio и соавторов показали, что источники на самом деле являются циклами re-entry и расположены вне ЛВ [5]. P. Sanders и соавторы используя спектральный анализ и картирование для локализации доминантных частот активации показали, что у пациентов с пароксизмальной формой ФП высокочастотные источники расположены в области устьев ЛВ и ФП может быть остановлена радиочастотной аблацией (РЧА) в этих зонах [36]. Однако при длительно существующей персистентной ФП редко можно обнаружить доминантную частоту активации в области ЛВ, что согласуется с низкой частотой успеха РЧА у этих пациентов.

ИНТЕРВЕНЦИОННОЕ ЛЕЧЕНИЕ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Целью интервенционного лечения ФП является ликвидация триггерного (иницирующего) фактора либо воздействие на аритмогенный субстрат. За прошедшие десятилетия было предложено несколько стратегий интервенционного лечения, которые были направлены на устранение различных пусковых факторов и механизмов аритмии.

Первой концепцией, предложенной J.F. Swartz и соавт. в 1994 г., была попытка воссоздать линейные повреждения, наносимые во время операции Лабиринт [39]. Целью этой процедуры было разделение предсердия на сегменты настолько малые по размеру, чтобы не было достаточной массы миокарда для поддержания re-entry, но достаточные для обеспечения электрической активации большей части предсердий в синусовом ритме и предотвращения тромбообразования.

Вторая стратегия, разработанная группой специалистов из Бордо (Франция) во главе с M. Haissaguerre в 1994 г., заключалась в обнаружении аритмогенной вены и аблации аритмогенного фокуса внутри легочной вены [23]. Прямая катетерная аблация триггеров ограничена редкостью ситуации, когда ФП может быть воспроизводимо индуцирована триггером во время интервенционной процедуры. Также к ограничениям такого подхода относятся часто обнаруживаемые множественные источники триггерной активности. Для преодоления этих недостатков M. Haissaguerre с соавторами разработали подход электрической изоляции муфт ЛВ. Такая сегментарная изоляция ЛВ состояла в последовательной идентификации и аблации устьев ЛВ

в местах наиболее ранней активации. Обычно во время такой процедуры производятся воздействия на 30-80% окружности ЛВ. Конечной точкой процедуры являлась электрическая изоляция как минимум трех ЛВ.

Альтернативная методика, основанная на создании окружных воздействий вокруг ЛВ, под контролем систем трехмерного электроанатомического картирования была предложена C. Pappone в 1999 г [33]. Возникновение стенозов ЛВ как осложнения радиочастотных воздействий внутри ЛВ, а также тот факт, что места инициации и/или поддержания ФП часто локализируются в преддверии ЛВ, привели к появлению стратегии «антральной аблации». РЧА выполнялась сегментарно под контролем циркулярного картирующего катетера, расположенного в антральной части ЛВ, или путем создания непрерывных окружных воздействий вокруг правых и левых ЛВ. РЧА-изоляция ЛВ может быть выполнена под контролем систем электроанатомического картирования, флюороскопии или внутрисердечной эхокардиографии (ЭхоКГ). Конечными точками этой процедуры являются: уменьшение амплитуды сигнала в месте воздействия, устранение (или диссоциация) потенциалов ЛВ и создание блокада выхода из ЛВ.

К достоинствам последней процедуры можно отнести значительно меньшее время флюороскопии, отсутствие зависимости от типа сердечного ритма пациента во время операции, меньшая длительность процедуры. Однако есть и ряд проблем, возникающих во время этой операции: трудности, связанные со сложностью создания непрерывной линии аблации, высокая стоимость процедуры, значительно больший риск развития инцизионных аритмий, а также редкое, но грозное осложнение, описанное в литературе, - эзофагеально-предсердная фистула. По данным C. Pappone, эффективность операции при пароксизмальной форме ФП составляет 91%, при хронической - 83% [33].

Как известно, у одной трети пациентов триггеры ФП расположены за пределами ЛВ. Триггеры ФП за пределами ЛВ обнаруживаются чаще у пациентов с персистирующей формой ФП. У отдельных пациентов устранение лишь источника аритмии вне ЛВ приводило к устранению ФП [7]. Места локализации триггеров ФП включают в себя заднюю стенку ЛП, верхнюю полую вену, пограничный гребень, овальную ямку, коронарный синус позади Евстахиева клапана, участки вдоль связки Маршалла и прилегающую ткань у фиброзных колец атриовентрикулярных клапанов [8]. Кроме того, циклы re-entry, поддерживающие ФП, могут быть локализованы в правом и левом предсердиях. Провоцирующие маневры, такие как введение изопроterenолола в нарастающей дозе до 20 мкг/мин и/или кардиоверсия индуцированной и спонтанной ФП могут помочь в обнаружении триггеров в ЛВ и вне их. Дополнительная аблация ганглионарных сплетений может повысить эффективность процедуры. Четыре главных ганглионарных сплетения в ЛП (верхнее левое, нижнее левое, переднее правое и нижнее правое) локализируются в эпикардальной жировой подушке и могут быть определены с помощью высокочастотной стимуляции и положительного вагусного ответа на высокочастотную стимуляцию.

Области со сложными фракционированными предсердными электрограммами (СФПЭ) потенциально представляют собой субстрат ФП и являются целью аблации при ФП [29, 32]. СФПЭ - это электрограммы с высокофракционированными потенциалами или с короткой длиной цикла (менее 120 мс). Это обычно низкоамплитудные множественные потенциалы между 0,06 и 0,25 мВ. Первичные конечные точки во время РЧА ФП при использовании этого подхода: полное устранение областей со СФПЭ, купирование ФП и неиндуцируемость ФП. Конечные точки при аблации зон СФПЭ включают полную элиминацию данной активности и/или локальное замедление/организацию. Неизвестно требуется ли аблация всех зон с подобной активностью или достаточно нацеленная на определенные зоны аблация, которая ограничит таким образом ненужные воздействия и повреждение тканей.

Электрофизиологические механизмы, лежащие в основе ФП, имеют важное значение при выборе стратегии аблации при различных формах ФП. При пароксизмальной форме ФП производится изоляция ЛВ, которая эффективна у 70% пациентов. Хотя неиндуцируемость аритмии сочетается с лучшими результатами при пароксизмальной ФП (успех на 20% больше), индукция стабильной аритмии может вести к ненужным воздействиям и повреждениям в ЛП. Более того, ни определение индуцируемости, ни протоколы, используемые для определения, не являются унифицированными. У пациентов с персистирующей и перманентной формами ФП конечные точки процедуры не определены. Восстановление синусового ритма во время аблации, без использования антиаритмических агентов или электрической кардиоверсии, представляется идеальной конечной точкой аблации, хотя достижение массивного повреждения также является конечной точкой.

Проведено много исследований, оценивавших зависимость между размерами ЛП и эффективностью РЧА. Ранние наблюдения показали зависимость между увеличенными размерами ЛП и рецидивом ФП после аблации. Большинство этих исследований выявили корреляцию между диаметром ЛП, измеренного эхокардиографически с помощью М-модального режима, и частотой успеха РЧА [34]. S.H.Shin и соавт. показали, что объем ЛП, вычисленный с помощью биплановой двухмерной (2D) эхокардиографии (ЭхоКГ) имеет большую предиктивную значимость [37]. Два последних исследования, основанных на измерении объема ЛП, показали строгую корреляционную взаимосвязь между увеличенным объемом ЛП и частотой успеха интервенционной процедуры.

В исследовании S.S.Parikh и соавт. статистически значимыми предикторами рецидива ФП после интервенционного вмешательства были такие факторы как персистирующая форма аритмии (коэффициент вероятности (КВ) 6,4, $P < 0,001$), объем ЛП по данным компьютерной томографии (КВ 4,8, $P = 0,01$) и диаметр ЛП, вычисленный в виде среднего арифметического значения, вычисленного из трех позиций во время чреспищеводного ЭхоКГ-исследования (КВ 3,5, $P = 0,03$). Частота рецидива ФП находится в линейной зависимости от объема ЛП. Точка изгиба на линейном графике нахо-

дится на значении 130 мл: при объеме ЛП больше 130 мл происходит резкое увеличение частоты рецидивов аритмии. Частота рецидивов ФП в течение 1 года после интервенционного вмешательства составляет $>30\%$ при диаметре ЛП $>4,9$ см по данным чреспищеводной ЭхоКГ и объеме ЛП >117 мл по данным компьютерной томографии. Частота рецидивов аритмии после РЧА у пациентов с объемами ЛП >130 мл составляет более 90%. Указанную частоту рецидивов трудно распространять на всю популяцию больных и она во многом зависит от индивидуальных условий.

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ: ОПЕРАЦИЯ ЛАБИРИНТ

Золотой стандарт хирургического лечения ФП - операция Лабиринт (Maze) была введена в клиническую практику в 1987 г. доктором James Cox [10]. Данная операция предполагала создание лабиринта из хирургических разрезов в миокарде предсердий, исключающего поддержание кругового движения волн масго re-entry, причем импульс от синусового узла мог попасть в любую зону предсердий. Хирургические разрезы при данной операции наносят таким образом, чтобы электрический импульс, выходя из любой точки предсердия, не мог вернуться в эту же точку без пересечения линии шва. При этом обеспечивают единственный выход в электрический лабиринт через синусно-предсердный узел, один истинный маршрут следования электрического импульса по направлению к выходу из «лабиринта» через атриовентрикулярный узел и несколько тупиков вдоль основного маршрута. Такая операция создавала условия, при которых электрический импульс, генерируемый синусно-предсердным узлом, приходит к атриовентрикулярному узлу, активируя в то же время миокард предсердий.

J.L.Cox и соавт. сообщили о результатах операции Лабиринт, выполненной 346 пациентам. Стабильный синусовый ритм регистрировался у 99% пациентов, и только 2% пациентов потребовалось назначение антиаритмических препаратов после операции. Оперативная летальность составила 2%. На эффективность операции не влияли такие обстоятельства, как наличие патологии митрального клапана, размеры ЛП и форма аритмии. Послеоперационная ФП встречалась у 38% пациентов. Данное обстоятельство связывали с укорочением эффективного рефрактерного периода предсердий в раннем послеоперационном периоде. Важным является тот факт, что послеоперационная ФП была временным явлением и не влияла на отдаленные результаты. Необходимость в имплантации электрокардиостимулятора возникла у 15% прооперированных пациентов. По мнению авторов это было связано с исходной дисфункцией синусового узла, а не с собственно операцией. Несмотря на многочисленные надрезы в предсердиях, эффективная транспортная функция была сохранена в 98% случаев в правом предсердии и в 93% случаев в ЛП. Очень важным, в дополнении к восстановлению синусового ритма, является то обстоятельство, что операция Лабиринт позволила предотвратить тромбэмболические осложнения ФП [11, 12, 14].

J.C.Pruitt и соавт (2006) сообщают о серии наблюдений из 112 пациентов, которым выполнена операция Лабиринт. Средний период наблюдения составил $5,4 \pm 2,9$ лет. 92% пациентов были свободны от аритмии к 14 годам, лишь 20% пациентов на фоне антиаритмической терапии. В этой группе был только один случай инсульта и 88% пациентам не требовалась длительная антикоагулянтная терапия. Единственным предиктором неэффективности была дооперационная длительность аритмии.

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ: АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Несмотря на доказанную эффективность, операция Лабиринт не получила широкого распространения. В попытке упростить операцию и сделать её более доступной для кардиохирургов, группы исследователей по всему миру заменили традиционный подход разрезов cut-and-sew операции Cox-Maze на линейные аблации. Эти линейные повреждения создавались с использованием различных источников энергии, включая радиочастотную энергию, микроволновую энергию, криоабляцию и высокоинтенсивный сфокусированный ультразвук [17, 19, 20, 26, 41]. Различные технологии могут быть объединены в две большие группы с использованием униполярных и биполярных источников энергии.

Униполярные источники энергии (криотермия, униполярный радиочастотный ток, микроволновая техника, высокоинтенсивный сфокусированный ультразвук) распространяют своё воздействие из одного источника. Но, ни одно из униполярных устройств не дает хирургу признаков трансмурального повреждения. После того, как такие системы аблации начали применяться в клинической практике без дозо-зависимых исследований, их использование привело к периодически возникающему нежелательному повреждению внутрисердечных и экстракардиальных структур. Более того, при использовании униполярных источников энергии существуют трудности создания трансмурального повреждения при применении их на эпикардальной поверхности работающего сердца (по причине циркулирования крови внутри сердца). При использовании микроволнового воздействия существует прямая взаимосвязь между глубиной проникновения повреждения и степенью внутриполостного тока крови. Высокоинтенсивный сфокусированный ультразвук создает сфокусированное воздействие. Однако этот источник имеет относительно фиксированную глубину проникновения.

Биполярная радиочастотная абляция лишена некоторых этих недостатков. Так как воздействие осуществляется между двумя близко расположенными электродами, встроенными в лапки зажимного устройства, воздействие сфокусировано и приводит к образованию относительно дискретных повреждений. Воздействие ограничивается пределами лапок зажима и этим самым снижается возможность повреждения окружающих структур. Для такой аблации разработаны алгоритмы, использующие значения импеданса

тканей между двумя электродами, для определения трансмуральности повреждения в экспериментальных условиях. Развитие этих новых технологий аблации улучшило хирургическое лечение ФП за счет того, что сделало технически сложную и длительную операцию выполнимой для кардиохирургов.

S.Gaynor и соавторы (2004) провели проспективное одноцентровое клиническое исследование по результатам операции Лабиринт с использованием биполярной аблации. 40 пациентам выполнена операция Лабиринт с использованием биполярной РЧА. 19 пациентам выполнена изолированная операция Лабиринт, 21 - операция Лабиринт в сочетании с оперативным пособием по поводу органической патологии сердца. Показаниями к операции были: плохая переносимость аритмии, неэффективность антиаритмической терапии, тромбоэмболические осложнения и сочетанное оперативное вмешательство на сердце. Более чем половина разрезов, предусмотренных операцией Лабиринт III, были заменены на линии РЧА с созданием антральных ипсилатеральных повреждений вокруг устьев ЛВ. Уменьшили количества предсердных разрезов до двух в правом предсердии и до одного в ЛП в сочетании с ампутацией ушка ЛП. Использовалась мощность 75 Вт и 750 мА. Блокада проведения использовалась в качестве критерия трансмуральности повреждения. Электрическая изоляция ЛВ подтверждалась с помощью стимуляции с мощностью стимула 20 мА до и после аблации. Результаты исследования с использованием ядерно-магнитного резонанса через 1 месяц после операции показали отсутствие стенозов устьев ЛВ и сохранную контрактильную функцию предсердий у всех пациентов. 91% пациентов (21/23) находились на синусовом ритме в сроки наблюдения до 6 месяцев [20]. Ограничениями исследования S.Gaynor и соавт. являются относительно небольшая когорта пациентов и короткий период наблюдения.

K.Khargi и соавторы (2005) провели систематический обзор на основе баз данных PubMed и Medline, где дали оценку хирургическому лечению ФП с использованием альтернативных источников энергии (радиочастотной, микроволновой и криоаблации - группа №1) и классической операции Лабиринт III (группа №2) с эффективностью 97-99%. Обзор представлен на основе 48 исследований, включавших 3832 пациента; из них 2279 находились в первой группе, в которой использовали альтернативные источники энергии, и 1553 во второй группе, в которой выполнялась классическая операция Лабиринт. Длительность аритмического анамнеза, размеры ЛП и фракции выброса левого желудочка составили 5,4 г. и 5,5 г. ($p=0,90$), 55,5 мм и 57,8 мм ($p=0,23$) и 57% и 58% ($p=0,63$), соответственно. Частота синусового ритма в послеоперационном периоде в 1 и во 2 группах составила 78,3% и 84,9% ($p=0,03$). Однако, операция Лабиринт выполнялась в группе пациентов более молодого возраста (55,0 лет и 61,2 года; $p=0,005$), чаще для лечения пароксизмальной формы ФП (22,9% и 8,0%; $p=0,05$) и изолированной ФП (19,3% и 1,6%). Альтернативные источники энергии использовались преимущественно для лечения постоянной ФП (92%), почти всегда в качестве сопут-

ствующей хирургической процедуры (98,4%) и в большей степени в комбинации с хирургией немитральных пороков (18,5%). После устранения этих различий частота синусового ритма в послеоперационном периоде в первой и второй группах значительно не отличалась ($p=0,260$). На основании этих данных авторы сделали следующие выводы: не выявлено статистически достоверных различий в частоте восстановления синусового ритма после классической операции Лабиринт и операцией Лабиринт с использованием альтернативных источников энергии, которые применяются в хирургическом лечении ФП [26].

Основным ограничением систематического обзора, представленного K.Khargi и соавторами является отсутствие проспективных рандомизированных исследований по хирургическому лечению ФП, все включенные исследования были обсервационными и нерандомизированными, что исключало сравнение между группами. Кроме того, произведена оценка только англоязычной литературы по вопросам хирургического лечения ФП. Исследуемая группа пациентов была неоднородной, для улучшения интерпретации результатов применялись статистические корректировки.

В исследовании S.C.Lall и соавторов (2007) тщательный анализ с сопоставлением пациентов, подвергшихся радиочастотной модификации операции Лабиринт с таковыми, после традиционной операции «cut-and-sew» Лабиринт III, не показал различий в свободе от ФП к 3, 6 и 12 месяцам наблюдения (по Каплану-Мейеру). Ограничениями данного исследования являлись: относительно небольшое количество паци-

ентов в группах наблюдения, методы сбора данных - ретроспективный в группе пациентов после операции Лабиринт и проспективный в группе пациентов, которым выполнялась РЧ-модификация операции Лабиринт. Другим недостатком данного исследования являлся метод оценки рецидива аритмии. В группе больных после РЧ-модификации операции Лабиринт ЭКГ зарегистрирована кратностью 1, 3, 6 и 12 мес. ЭКГ или ХМ ЭКГ также регистрировались при наличии жалоб на перебои в работе сердца у пациентов обеих групп. Если пациенту имплантировался электрокардиостимулятор, при проверке последнего можно было определить рецидив ФП. Положительным качеством исследования является полнота наблюдения [28].

Необходимо отметить, что на определение частоты успеха хирургического лечения ФП большое значение имеет метод оценки ритма сердца. J.R.Edgerton и соавт. показали, что использование только ЭКГ для оценки ритма сердца по сравнению с длительным ХМ ЭКГ недооценивает наличие ФП в 16-25% случаев [17]. В другом исследовании сравнивали частоту детекции ФП с помощью ЭКГ и имплантированного прибора для детекции ФП (у пациентов с ФП на фоне антиаритмической терапии) и выявили превышение частоты ФП почти в 2 раза, от 46 до 88% [38].

Таким образом, современные подходы нефармакологического лечения изолированной ФП включают в себя интервенционные и хирургические методы устранения аритмии и представляют собой достойную альтернативу пожизненной антиаритмической и антикоагулянтной терапии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бокерия Л.А. Тахикардии: диагностика и хирургическое лечение. Л., 1989, 296 с.
2. Бокерия Л.А., Ревиншвили А.Ш. Рекомендации Всероссийского научного общества специалистов по клинической электрофизиологии, аритмологии и кардиостимуляции по проведению клинических электрофизиологических исследований, катетерной абляции и имплантации антиаритмических устройств. Москва, 2009.
3. Ревиншвили А.Ш., Сергуладзе С.Ю., Шмоль А.В., Рашбаева Г.С. Показания и результаты хирургического лечения изолированных тахикардий в условиях «открытого» сердца // Информационный сборник НЦССХ им А.Н. Бакулева 2010, №2, с 32-34.
4. Arora R, Verheule S, Scott L et al. Arrhythmogenic substrate of the pulmonary veins assessed by high-resolution optical mapping // *Circulation* 2003, Vol. 107, P 1816-1821.
5. Atienza F., Almendral J, Moreno J et al. Activation of inward rectifier potassium channels accelerates atrial fibrillation in humans: evidence for a reentrant mechanism // *Circulation* 2006, Vol. 114, P 2434-2442.
6. Bagge L., Blomstrom P., Nilsson L. et al. Epicardial off-pump pulmonary vein isolation and vagal denervation improve long-term outcome and quality of life in patients with atrial fibrillation // *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009; 137:1265-1271.
7. Callahan TD, DiBiase L, Horton R et al. Catheter ablation of atrial fibrillation // *Cardiol Clin* 2009; 27: 163-178.
8. Chen SA., Tai CT Catheter ablation of atrial fibrillation originating from the non-pulmonary vein foci // *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2005, Vol. 16, P. 229-232.
9. Corley SD, Epstein AE, DiMarco et al. Relations between sinus rhythm, treatment and survival in the Atrial Fibrillation Follow-Up Investigation of Rhythm Management (AFFIRM) Study // *Circulation* 2004; 109 (12): 1509-13.
10. Cox J.L, Schuessler R.B., Cain M.E et al. Surgery for Atrial Fibrillation // *Semin Thorac Cardiovasc Surgery* 1989; 1:67-73.
11. Cox J.L., Canavan T.E., Schuessler R.B. 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: 406-426.
12. Cox J.L., Schuessler R.B., D'Agostino H.J. et al. The surgical treatment of atrial fibrillation. III. Development of a definitive surgical procedure // *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 101: 569-583.
13. Cox J.L. The surgical treatment of atrial fibrillation. IV. Surgical technique // *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 101: 584-592.
14. Cox J.L., Schuessler RB, Boineau JP. The development of the Maze procedure for the treatment of atrial fibrillation // *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2000, Vol. 12, P. 2-14.

15. Cox JL. Cardiac surgery for arrhythmias // *PACE* 2004; 27: 266-282.
16. Cox JL. The longstanding, persistent confusion surrounding surgery for atrial fibrillation // *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010; 139(6): 1374-1385.
17. Edgerton J.R. Minimally Invasive Pulmonary Vein Isolation and Partial Autonomic Denervation for Surgical Treatment of Atrial Fibrillation./ JR Edgerton, ZJ Edgerton et al. // *Ann. Thorac. Surg.* - 2008 - Vol. 86 - 3. 35-39.
18. Fuster V, Ryden LE, Cannom DS et al. ACC/AHA/ESC Guidelines for the Management of Patients With Atrial Fibrillation: Executive Summary A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines and Policy Conferences (Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Atrial Fibrillation) Developed in Collaboration With the North American Society of Pacing and Electrophysiology // *Circulation* 2009; 48: e149-246.
19. Gammie JS, Laschinger JC, Brown JM et al. A Multi-institutional Experience with the CryoMaze Procedure // *Ann Thorac Surg* 2005; 80: 876-80.
20. Gaynor S.L., Diodato M.D., Prasad S.M. et al. A prospective, single-center clinical trial of a modified Cox maze procedure with bipolar radiofrequency ablation // *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; 128:535-542.
21. Gillinov AM, Bhavani S, Blackstone EH et al. Surgery for Permanent Atrial Fibrillation: Impact of Patient Factors and Lesion Set // *Ann Thorac Surg* 2006; 82: 502-513.
22. Haissaqueur M., Jais P., Shah D.C. et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in pulmonary veins // *N Engl J Med* 1998; 339: 659-666.
23. Haissaqueur M., Hocini M., Sanders P. et al. Catheter ablation of long-lasting persistent atrial fibrillation: clinical outcome and mechanism of subsequent arrhythmias // *J Cardiovasc Electrophysiol* 2005; 16: 1138-1147.
24. Hocini M., Ho SY, Kawara T et al. Electrical conduction in canine pulmonary veins: electrophysiologic and anatomic correlation // *Circulation* 2002, Vol. 105, P. 2442-2448.
25. Kalifa J., O Jalife, Zaitzev AV et al. Intra-atrial pressure increases rate and organization of waves emanating from the pulmonary veins in patients with atrial fibrillation // *Circulation* 2003, Vol. 108, P. 668 - 671.
26. Khargi K, Hutten BA, Lemke B, Deneke T. Surgical Treatment of Atrial Fibrillation: Systematic Review // *Eur J Cardiothorac Surg* 2005; 27:233-241.
27. Kourliourus A, Savelieva I, Kiotsekoglou A et al. Current concepts in the pathogenesis of atrial fibrillation // *Am Heart J* 2009; 157:243-252.
28. Lall S.C., Damiano R.J. The effect of ablation technology on surgical outcomes after the Cox-maze procedure: A propensity analysis // *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007;133:389-96.
29. Nademanee K, McKenzie J, Kosar E et al. A New Approach for Catheter Ablation of Atrial Fibrillation: Mapping of the Electrophysiologic Substrate // *J Am Coll Cardiol* 2004; 43: 2044-2053.
30. Nathan H., Eliakim M. The junction between the left atrium and the pulmonary veins. An anatomy study of human hearts // *Circulation* 1966, Vol. 34, P. 412-422.32.
31. Nattel S. New ideas about atrial fibrillation 50 years on // *Nature* 2002; 415:219-226.
32. Oral H, Chugh A, Yochida K et al. A randomised assessment of the incremental role of ablation of complex fractionated atrial electrograms after antral pulmonary vein isolation for long-lasting persistent atrial fibrillation // *J Am Coll Cardiol* 2009; 53: 782-789.
33. Pappone C., Santinelli V. Atrial fibrillation ablation: state of art // *Am. J. Cardiol.* 2005; 96: 59L-64L.
34. Parikh S.S, Johns C, McNitt S et al. Predictive Capability of Left Atrial Size Measurement by CT, TEE, and TTE for Recurrence of Atrial Fibrillation Following Radiofrequency Catheter Ablation // *PACE.* 2010;33; (5), 532-540.
35. Prasad SM, Maniar HS, Camillo CJ 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;126:1822-8.
36. Sanders P., Berenfeld O, Hocini M et al. Spectral analysis identifies sites of high-frequency activity maintaining atrial fibrillation in humans // *Circulation* 2005, Vol. 112, P. 789-797.
37. Shin SH, Park MY, Oh WJ et al. Left Atrial Volume Is A Predictor of Atrial Fibrillation Recurrence after Catheter Ablation // *L Am Soc Echocardiogr* 2008; 21:697-702.
38. Stulak JM, Sundt TM, Dearani JA et al. 10-year experience with the Cox Maze Procedure for atrial fibrillation: How we define Success? // *Ann Thorac Surg* 2007;83:1319-24.
39. Swartz JF, Pellerseis G, Silvers J et al. Catheter Based Curative Approach to Atrial Fibrillation in Humans // *Circulation* 1994; 90:1-335.
40. Voeller RK, Bailey MS, Zierer A et al. Isolating the Posterior Left Atrium Improves Surgical outcome after the Cox Maze procedure // *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008;135:870-7.
41. Williams MR. Knaut M, Berube D, Oz MC. Application of microwave energy in cardiac tissue ablation: from in vitro analyses to clinical use // *Ann Thorac Surg* 2002; 74(5):1500-05.