

DOI: 10.31082/1728-452X-2019-202-4-59-68

УДК 616-006.325.03:616.12-008.1

ФИБРИЛЛЯЦИЯ ПРЕДСЕРДИЙ: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ

Р.М. ТУЛЕУТАЕВ, <https://orcid.org/0000-0001-6011-7073>,
А.А. ОШАКБАЕВ, <https://orcid.org/0000-0002-1068-8596>,
У.Е. ИМАММЫРЗАЕВ, <https://orcid.org/0000-0001-8302-6879>,
Б.А. РАКИШЕВ, <https://orcid.org/0000-0001-6920-5520>,
Н.А. НУРОЛЛАЕВА, <https://orcid.org/0000-0002-7949-8467>,
Д.О. УРАЗБЕКОВ, <https://orcid.org/0000-0001-5186-7235>,
Т.Ю. ИБРАГИМОВ, <https://orcid.org/0000-0001-6151-8565>,
А.Б. ҚҰДАЙБЕРГЕН, <https://orcid.org/0000-0002-2725-7530>

Национальный научный центр хирургии имени А.Н. Сызганова, г. Алматы, Республика Казахстан



Тұлеутаев Р.М.

Фибрилляция предсердий (ФП) является наиболее распространенной сердечной аритмией в современной клинической практике с предполагаемой распространенностью 1,5-2%. Ожидается, что в ближайшие десятилетия распространенность ФП удвоится, прогрессируя с возрастом и все чаще становясь глобальным медицинским вызовом. Первым этапом лечения ФП чаще всего является консервативное лечение с контролем частоты пульса или антиаритмическими средствами для контроля ритма, в дополнение к антикоагулянтам, таким как варфарин для профилактики инсульта у пациентов с риском. Катетерная абляция возникла как альтернатива для лечения ФП, которая включает в себя очаговые повреждения миокардиальной ткани, чтобы нарушить основные триггеры и субстраты для возникновения ФП. Также были разработаны хирургические подходы для лечения ФП, в частности для пациентов, которым требуется симультанная кардиохирургическая операция, или для тех, которые не поддаются консервативному лечению и лечению катетерной абляцией. С момента введения операции - Лабиринт (Cox-Maze III) эта операция получила несколько современных вариаций, в том числе использование альтернативных источников энергии (Cox-Maze IV), таких как радиочастотная энергия, криоэнергетика и микроволновая энергия, а также минимально-инвазивные торакоскопические эпикардиальные подходы. Другим недавно введенным в практику методом является гибридный подход к абляции, где одновременно кардиоторакальный хирург и кардиолог выполняют как торакоскопические абляционные повреждения со стороны эпикарда, так и со стороны эндокарда с помощью катетерной абляции. Остаются споры вокруг оптимального подхода к абляции ФП, источникам энергии и наборам повреждений.

Целью данной статьи является обзор современных вариантов лечения ФП, классификация, патофизиология.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий (ФП); абляции; катетерная абляция; торакоскопическая абляция; гибридная абляция.

Для цитирования: Тұлеутаев Р.М., Ошакбаев А.А., Имаммырзаев У.Е., Ракишев Б.А., Нуrolлаева Н.А., Уразбеков Д.О., Ибрагимов Т.Ю., Құдайберген А.Б. Фибрилляция предсердий: современные методы лечения // Медицина (Алматы). – 2019. - №4(202). – С. 59-68

Т Ұ Ж Ы Р Ы М**ЖҮРЕКШЕЛЕРДІҢ ФИБРИЛЛЯЦИЯСЫ: ЗАМАНАУИ ЕМДЕУ ӘДІСТЕРІ**

Р.М. ТУЛЕУТАЕВ, <https://orcid.org/0000-0001-6011-7073>,
А.А. ОШАКБАЕВ, <https://orcid.org/0000-0002-1068-8596>,
У.Е. ИМАММЫРЗАЕВ, <https://orcid.org/0000-0001-8302-6879>,
Б.А. РАКИШЕВ, <https://orcid.org/0000-0001-6920-5520>,
Н.А. НУРОЛЛАЕВА, <https://orcid.org/0000-0002-7949-8467>,
Д.О. УРАЗБЕКОВ, <https://orcid.org/0000-0001-5186-7235>,
Т.Ю. ИБРАГИМОВ, <https://orcid.org/0000-0001-6151-8565>,
А.Б. ҚҰДАЙБЕРГЕН, <https://orcid.org/0000-0002-2725-7530>

*А.Н. Сызганов атындағы Ұлттық ғылыми хирургия орталығы,
 Алматы қ., Қазақстан Республикасы*

Жүрекшелердің фибрилляциясы (ЖФ) қазіргі заманғы клиникалық тәжірибеде ең көп таралған кардиологиялық аритмия болып табылады, бұл шамамен 1,5-2% құрайды. Алдағы онжылдықта ЖФ-нің таралуы екі есе артады деп күтілуде. ЖФ емдеудегі бірінші кезең жиі жүрекке жиілігін бақылау немесе ритммен күресу үшін антиаритмикалық агенттермен, сонымен қатар тәуекелге ұшыраған науқастарда инсульттің алдын алу үшін варфарин сияқты антикоагулянттардан басқа консервативті емдеу болып табылады. ЖФ-ның пайда болуына арналған негізгі триггерлер мен субстраттардың бұзылуын болдырмау үшін миокард тінінің фокальды зақымдануларын қамтитын ЖФ емдеу үшін балама ретінде катетерлі абляция пайда болды. Хирургиялық тәсілдер ЖФ-ны емдеу үшін, оның ішінде бір мезгілде кардиохирургияны қажет ететін науқастар үшін немесе катетермен абсолютті емдеу

Контакты: Құдайберген Асхат
 Болатулы, резидент -
 кардиохирург, отделение
 кардиохирургии и
 трансплантации сердца,
 ННЦХ им. А.Н. Сызганова,
 г. Алматы, ул. Желтоқсан, 51,
 индекс 050000.
 E-mail: kudaibergen_med@mail.ru

Contacts: Askhat B Kudaibergen,
 resident-cardiac surgeon,
 Department of Cardiac Surgery and
 Heart Transplantation NSC
 n.a. A.N. Syzganov,
 Almaty, Zheltoksan st., 51,
 index 050000.
 E-mail: kudaibergen_med@mail.ru

Поступила 28.02.2019

және консервативті емдеуге жатпайтын адамдар үшін әзірленген. Операцияны енгізген уақыттан бастап - Labyrinth (Cox-Maze III) операциясы енгізілгеннен бері бұл операция радио жиілігі, криоэнергетика және микротолқынды энергия сияқты альтернативті энергия көздерін (Cox-Maze IV) пайдалануды қоса алғанда бірнеше заманауи вариацияларға ие болды, және минималды инвазивті торакоскопиялық эпикардиалды тәсілдер. Таяуда практикаға енгізілген тағы бір әдіс абляцияға гибридік тәсіл болып табылады, онда кардиохирург пен кардиолог бір мезгілде эпикардтан және эндокардтан торакоскопиялық абляциялық зақымдарды катетерлі абляция арқылы қолданады. ЖФ-нің энергия көздерін және зақымданулар жиынтығын оңтайландыру туралы даулар әліде даулар қалуда.

Осы мақаланың мақсаты ЖФ классикалық және патофизиологиядағы емдеудің ағымдағы нұсқаларын қарау болып табылады.

Негізгі сөздер: жүрекшелердің фибрилляциясы (ЖФ); абляция; катетерді абляция; торакоскопиялық абляция; гибридік абляция.

SUMMARY

ATRIAL FIBRILLATION: MODERN TREATMENT METHODS

RM TULEUTAYEV, <https://orcid.org/0000-0001-6011-7073>,
AA OSHAKBAYEV, <https://orcid.org/0000-0002-1068-8596>,
UE IMAMIRZAEV, <https://orcid.org/0000-0001-8302-6879>,
BA RAKISHEV, <https://orcid.org/0000-0001-6920-5520>,
NA NUROLLAEVA, <https://orcid.org/0000-0002-7949-8467>,
DO URAZBEKOV, <https://orcid.org/0000-0001-5186-7235>,
TYU IBRAGIMOV, <https://orcid.org/0000-0001-6151-8565>,
AB KUDAIBERGEN, <https://orcid.org/0000-0002-2725-7530>

National Scientific Center of Surgery n.a. A.N. Syzganov, Almaty c., Republic of Kazakhstan

Atrial fibrillation (AF) is the most common cardiac arrhythmia in modern clinical practice with an estimated prevalence of 1.5-2%. In the coming decades, the prevalence of AF is expected to double, progressing with age and increasingly becoming a global medical challenge. The first stage in the treatment of AF is often conservative treatment with heart rate monitoring or antiarrhythmic agents for rhythm control, in addition to anticoagulants such as warfarin for the prevention of stroke in patients at risk. Catheter ablation has emerged as an alternative for the treatment of AF, which includes focal lesions of myocardial tissue, in order to disrupt the main triggers and substrates for the occurrence of AF. Surgical approaches have also been developed for the treatment of AF, in particular for patients who require simultaneous cardiac surgery, or for those who are not amenable to conservative treatment and treatment with catheter ablation. Since the introduction of the operation - Labyrinth (Cox-Maze III), this operation has received several modern variations, including the use of alternative energy sources (Cox-Maze IV), such as radio frequency energy, cryogenic energy and microwave energy, as well as minimally invasive thoracoscopic epicardial approaches. Another method recently introduced into practice is a hybrid approach to ablation, where a cardiothoracic surgeon and a cardiologist simultaneously perform both thoracoscopic ablative lesions from the epicardium and from the endocardium using catheter ablation. Disputes remain around the optimal approach to the ablation of AF, energy sources, and damage sets.

The purpose of this article is to review current treatment options for AF, classification, and pathophysiology.

Keywords: atrial fibrillation (AF); ablation; catheter ablation; thoracoscopic ablation; hybrid ablation.

For reference: Tuleutayev RM, Oshakbayev AA, Imamirzaev UE, Rakishev BA, Nurollaeva NA, Urazbekov DO, Ibragimov TYu, Kudaibergen AB. Atrial fibrillation: modern treatment methods. *Meditsina (Almaty) = Medicine (Almaty)*. 2019;4 (202):59-68 (In Russ.). DOI: 10.31082/1728-452X-2019-202-4-59-68



Фибрилляция предсердий (ФП) является наиболее распространенным типом сердечной аритмии. С постоянно стареющим населением также увеличивается распространенность ФП [1]. Ее можно охарактеризовать как быстрая и нерегулярная деполяризация предсердий с отсутствием Р-волн на электрокардиограммах. В результате, кровь в предсердии остается статической и может способствовать образованию сгустка крови и увеличению риска развития инсульта. Это может привести к пагубным симптомам, ухудшить функциональные возможности организма и снизить качество жизни [2]. В последнее время успехи в медицинской технике помогли нам получить более глубокое понимание ФП и механизмов ее возникновения, установлено, что легочные вены (ЛВ) являются основным источником развития ФП. В результате было разработано много новых фармакологических

и нефармакологических методов лечения, которые могут контролировать или потенциально предотвращать ФП.

Целью данной статьи является обзор современных вариантов лечения ФП, классификация, патофизиология.

Распространенность и заболеваемость

Было показано, что по всему миру идет рост распространенности и заболеваемости ФП. Фактически, распространенность ФП в Соединенных Штатах, согласно прогнозам, возрастет с 2,3 млн. с 1996-1997 годов до 5,6 млн. человек к 2050 году [3]. Согласно другим отчетам, к 2050 году прогнозируемая распространенность будет достигать 7,56 млн. человек [4]. Возраст, пол, раса и географическое положение играют определенную роль в распространенности ФП. ФП встречается редко у детей и здоровых молодых людей, распространенность ФП увеличивается с возрастом [5]. В то время как общая распространенность

ФП составляет приблизительно 1%, у лиц старше 75 лет показатель распространенности значительно выше и достигает 9% [6].

Типы ФП

Существуют три основных формы ФП, которые были разделены по продолжительности эпизода. Первый тип - прерывистый или пароксизмальный тип ФП, который возникает спонтанно и обычно разрешается сам по себе или при консервативном лечении в течение 7 дней [7]. Он характеризуется эпизодами нерегулярного сердечного ритма, которые могут возникать с различными частотами и периодами времени. Персистирующая форма ФП - это ФП более 7 дней даже при лечении или кардиоверсии с имплантацией ИКД [8]. Несмотря на это, персистирующая форма ФП может в конечном итоге прекратиться сама по себе или после консервативного лечения. Длительно персистирующая форма ФП - это ФП продолжающиеся дольше 12 месяцев, при этом термин «постоянная ФП» используется, когда все средства лечения для восстановления синусового ритма были не эффективны [8]. Если пациент решает пройти дальнейшее лечение или если доступны новые методы лечения, статус постоянная ФП пациентов может измениться [7]. Иногда бывает трудно провести различие между пароксизмальной и персистирующей ФП, поскольку врачи часто решают прекратить недавно возникшую ФП фармакологическими или электрофизиологическими методами [3]. Это означает, что неизвестно, спонтанно ли ритм восстановился или на фоне терапии, и поэтому такая точная классификация может быть технически очень сложной [3]. Со временем нелеченая пароксизмальная и стойкая форма ФП также может ухудшиться и привести к постоянной форме ФП [9]. Кроме того, у пациентов, перенесших кардиохирургические оперативные вмешательства, может возникать новообразованная ФП, что значительно отягощает послеоперационные осложнения [10]. Независимо от типа ФП пациенты обычно имеют характерные симптомы, такие как сердцебиение и одышка [3]. Как правило, учащенное сердцебиение чаще встречается при пароксизмальной форме ФП, а одышка более характерна для хронической формы ФП. ФП также может иметь другие неспецифические симптомы, такие как усталость [10]. Однако не все типы ФП имеют клинику, у пациентов с пароксизмальной ФП болезнь чаще всего протекает бессимптомно [10]. ФП также были разделены на клапанные и неклапанные, однако эти понятия не были определены последовательно [11]. Как правило, причина развития клапанной ФП связана с имплантированным искусственным сердечным клапаном или выраженным митральным стенозом [7]. Доля пациентов с клапанной ФП составляет от 4 до 30% от всех пациентов с ФП.

Патофизиология

Существует множество патофизиологических механизмов, с помощью которых возникает ФП. Они варьируются от структурных и электрофизиологических аномалий, ремоделирования тканей и от наличия воспаления [12]. Когда ткань предсердия имеет морфофункциональные дефекты, сокращения предсердий становятся нерегулярными, и в желудочках возникает нескоординированный поток крови. ФП может явиться причиной серьезных гемодина-

мических нарушений, вызвать большие изменения артериального давления и сердечного выброса.

Предполагается, что ФП вызвана определенными триггерами, такими как: появление одиночных эктопических очагов возбуждения в предсердиях [12]. Впоследствии это может привести к нарушению проводимости импульса в сердце. Исследования показали, что эти очаги возбуждения чаще всего появляются в легочных венах или устьях легочных вен [12]. В этих местах имеется ткань миокарда, которая может инициировать периодические возбуждения или, в некоторых случаях, активировать эпизодическую реципрокную тахикардию [13]. В то время как менее распространенная, кратковременная эктопическая активность может также возникать из мышечных слоев верхней полой вены, коронарного синуса или связки Маршалла [13]. Точные механизмы инициирования ФП из-за быстрого фрагментирования не были полностью выяснены, но могут быть связаны с повышенной автоматической, микро-вторной или инициированной активностью [40]. Очаговая активность в предсердиях, по-видимому, является причиной пароксизмальной ФП и является основанием для изоляции легочных вен как варианта лечения. В то время как триггеры для персистирующей ФП обычно также расположены в устьях легочных вен, только лишь изоляция устьев легочных вен при персистирующей форме ФП имеет низкий уровень успеха [13, 14]. Таким образом, можно предположить, что имеются и другие триггеры, которые еще не выявлены [14].

Постоянная форма ФП может поддерживаться за счет нарушений в строении ткани предсердий, что может быть причиной возникновения атипичного или замедленного проведения импульса. В результате возникают множественные коротковолновые возбуждения, которые, распространяясь через миокард предсердий, приводят к аритмии. Высокие показатели неэффективности изоляции одних лишь легочных вен у пациентов с персистирующей формой ФП, возможно, связаны с отсутствием лечения аномального предсердного субстрата, сохраняющего ФП [15]. Было высказано предположение о наличии «доменов-драйверов», расположенных в областях предсердия, которые могут стимулировать нестабильные циклы повторного входа (re-entry), характеризующиеся медленной проводимостью и короткими рефрактерными периодами [15]. Очаговые триггеры могут также действовать в сочетании с повторной активацией для поддержания ФП [16]. Об этом свидетельствует то, что у нескольких пациентов с персистирующей формой ФП было от 2 до 4 очагов в каждом предсердии, из которых исходили патологические волны [14,16].

Считается, что прогрессия пароксизмальной до персистирующей формы ФП является результатом структурных и электрофизиологических изменений в предсердии. Фиброз является структурным изменением в предсердиях, который, как было показано, создает аномальные субстраты для возникновения ФП, которые могут дополнительно усугубить течение ФП [17]. Фибробласты связываются посредством электрической связи с кардиомиоцитами до пролиферации и стимулирования эктопической активности и/или возникновения волны re-entry [13]. Наряду с

этим индуцибельность ФП постепенно увеличивается с увеличением уровня фиброза в сердце. Это может потенциально вызвать создание схем re-entry, которые способны далее распространять ФП [17]. Электрофизиологические изменения могут возникать в течение нескольких минут после начала ФП, сокращение периода рефрактерности, постепенно увеличивается схожесть с персистирующей формой ФП [17].

Однако даже после 14-дневной персистирующей ФП восстановление нормального синусового ритма может привести к немедленному реверсу электрофизиологического ремоделирования [17]. Дефекты сердечного ионного канала также могут вызывать эктопический очаг возбуждения путем гиперактивации внутриклеточных ионных каналов [13]. Эта симпатическая активация предсердий может вызвать такое ремоделирование сердечной автономной нервной ткани, что она начнет способствовать дальнейшему сохранению и рецидиву ФП [17]. Было показано, что все эти изменения происходят в присутствии ФП, объясняя концепцию, что «ФП вызывает ФП» [3]. Поэтому длительные периоды непрерывной ФП отрицательно влияют на способность пациента восстанавливать и поддерживать нормальный синусовый ритм [18]. Наряду с этим существует также ограниченная возможность спонтанного окончания ФП [19].

В литературе выявлено множество факторов риска для ФП [12]. Во-первых, есть данные, свидетельствующие о наличии генетического фактора риска для развития ФП [19]. Во Фрамингемском исследовании сердца в 2004 году было установлено, что если у одного из обоих родителей была ФП, независимый риск развития ФП у потомства был значительно повышен. Было также показано, что ожирение повышает риск развития ФП, хотя патогенез не был полностью выяснен. Было показано, что увеличение индекса массы тела на единицу увеличивает риск развития ФП на 4%. После корректировки на возраст, пол и независимый ИМТ предсказывалась прогрессия к развитию постоянной ФП. Показано, что ожирение катализирует переход из пароксизмальной формы ФП в постоянную ФП. Ожирение также связано с умеренно более высоким риском развития ФП после кардиохирургической операции [20]. Кроме того, более 70% пациентов с обструктивным апноэ во сне (СОАС) имеют избыточный вес или ожирение [20]. Это еще больше увеличивает риск возникновения ФП, так как СОАС может самостоятельно увеличить риск развития ФП через потенциальные механизмы, которые включают в себя: нарушения вегетативного тонуса, растяжения предсердий и гипоксии. Было также показано, что потребление алкоголя [20], экстремальные виды упражнений на выносливость и кофеин увеличивают риск развития ФП.

Консервативное лечение ФП

Перед тем, как лечить ФП, важно определить клинические особенности исследуемой аритмии. Это можно сделать с помощью детального сбора анамнеза и физического осмотра [4]. Наряду с этим провести эхокардиографию и исследование функции щитовидной железы для оценки активности сердца и щитовидной железы [4]. Это необходимо сделать, чтобы гарантировать, что план лечения

конкретного пациента с ФП не имеет каких-либо потенциальных побочных эффектов, которые могут быть вызваны другими основными сердечными заболеваниями.

Антиаритмическая медикаментозная терапия

Для большинства пациентов, которые не требуют немедленной кардиоверсии, можно использовать медикаментозную антиаритмическую терапию. Дигоксин может использоваться для замедления сердечного ритма желудочков, но он имеет очень медленное начало и поэтому не очень эффективен у пациентов с гиперadrenergией [1, 3]. Таким образом, может быть использовано внутривенное введение блокаторов кальциевых каналов, таких как дилтиазем и верапамил, и бета-блокаторы, такие как эсмолол и метопролол [8]. Эти препараты более эффективны, чем дигоксин, поскольку они вызывают более быстрый ответ, независимо от симпатического тона пациента [8]. Существует также синергизм между этими препаратами и дигоксином. Антиаритмические препараты были очень эффективны при преобразовании ФП в нормальный синусовый ритм, если их немедленно вводили после начала ФП и при достаточно высокой дозе [8]. Постоянный электрокардиографический мониторинг пациента был рекомендован в течение первых 48-72 часов после первоначальной дозы антиаритмического препарата [8]. В то время как лечение антиаритмическими препаратами эффективно для немедленного лечения только возникшей ФП, у многих из этих пациентов (67%) ритм спонтанно возвращается к синусовому в течение 24 часов после начала терапии [8].

Ранняя антикоагулянтная терапия

Если наступление ФП не может быть точно определено, антикоагулянтную терапию необходимо проводить перед попыткой кардиоверсии. Антикоагулянтная терапия необходима, поскольку пациенты с ФП более подвержены тромбообразованию в предсердиях, что в дальнейшем может привести к инсульту [2, 8]. Для пациентов с ФП, которые не получают антикоагулянтной терапии, риск образования тромба достигает 23,5% у пациентов в возрасте от 80 до 89 лет [21]. Выбор антикоагулянтных препаратов должен учитывать сопутствующие заболевания пациента, потенциальные взаимодействия с лекарственными средствами и способность пациента строго придерживаться графика приема лекарств [8].

Для пациентов с изолированной ФП и без замены клапана могут использоваться варфарин или ингибиторы фактора свертывания крови Ха или тромбина, такой как ривароксабан, дабигатран или апиксабан [22]. Исследования продемонстрировали аналогичную эффективность для ривароксабана, дабигатрана и варфарина у пациентов с ФП [21, 22].

Кардиоверсия

Синхронная кардиоверсия обычно не применяется в раннем начале ФП, если у пациента нет других сердечных осложнений, таких как преждевременное возбуждение [8]. Чаще всего, кардиоверсия предпринимается, если ФП длится дольше 7 дней, так как вероятность его спонтанной конверсии в нормальный ритм после очень мала [22]. Для пациентов, которым требуется кардиоверсия, необходимо немедленно начинать адекватную антикоагулянтную терапию [8, 22].

Во многих случаях электрическая кардиоверсия сочетается с введением антиаритмического препарата. Комбинация электрического тока с внутривенным препаратом, таким как амиодарон и ибутилид, увеличивает вероятность восстановления и поддержания синусового ритма [23].

Лечение на основе катетерной абляции

Катетерная абляция для лечения ФП все чаще используется в качестве альтернативы медикаментозному лечению или когда оно признано неэффективным, или непереносимым [24]. Это эффективный вариант лечения у некоторых пациентов, которые имеют персистирующую ФП и систолическую дисфункцию [8], когда препараты неэффективны или имеют пагубные инотропные эффекты [8]. В катетерной абляции ФП проводится с целью локального повреждения сердца, что приводит к электрическому изолированию небольших участков ткани, где возникают аномальные электрические сигналы. В соответствии с процедурой необходимо имплантировать постоянный кардиостимулятор для поддержания частоты сердечных сокращений [8]. В то время как абляция не устраняет ФП как таковую, она может ограничить скорость желудочков таким же образом, что и препараты для ФП. Она обеспечивает это, устраняя триггеры и изменяя электрофизиологические связи в сердце [25].

Нанесение очаговых повреждений

Повреждения, при абляции, направлены на мышечный слой легочных вен (ЛВ) или реже другие предсердные участки: верхнюю полую вену, коронарный синус, заднюю стенку ЛП, межпредсердную перегородку и вену Маршалла [23].

Источники энергии

В двух одобренных Американским Управлением по Контролю за Продуктами и Лекарствами вариантах катетерной абляции используется радиочастотная энергия, которая нагревает целевые участки, и криоабляция, которая замораживает зоны. Криоабляция может быть выполнена с использованием либо фокального катетера (как при радиочастотной абляции), либо с помощью баллонного катетера. Исследования по сравнению эффективности и безопасности радиочастот и криоабляции/криобаллону демонстрируют не меньшую эффективность [26], криобаллонная абляция показала 1-летнее отсутствие ФП, но более короткие времена флюороскопии и большую производительность [26]. Кроме того, метаанализ только рандомизированных данных не выявил существенных различий между радиочастотой и криобаллонной абляцией [27]. Однако, затем стали последовательно сокращать длительность процедуры поэтапной радиочастотной абляции [25]. Что касается криоабляции в сравнении с криобаллонной, было высказано предположение, что криобаллонная абляция позволяет поражать смежные участки, что приводит к значительно более высокой эффективности, чем фокальная криоабляция [27].

Результаты

Несколько рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) продемонстрировали впечатляющие результаты восстановления нормального синусового ритма в сравнении катетерной абляции с антиаритмической лекарственной терапией, несмотря на то, что некоторые

пациенты нуждаются в неоднократных процедурах абляции [28]. Когда катетерная абляция используется в сочетании с антиаритмической лекарственной терапией, показатель успешности достижения нормального синусового ритма составил 71% [95% -доверительный интервал (ДИ), 65-77%], которая превосходит использование только антиаритмической лекарственной терапии 57% (95% ДИ, 50-64%) [28]. Катетерная абляция дает частоту рецидива ФП в 20%, что выше, чем у 75% пациентов, принимающих только антиаритмическую лекарственную терапию [28]. Недавний систематический обзор, сравнивающий катетерную абляцию и хирургическую абляцию ФП, показал, что хирургическая абляция демонстрирует более высокую эффективность лечения ФП [29], хотя осложнения, в том числе тампонада и показатели имплантации имплантата, были выше у пациентов, перенесших хирургическую абляцию. В общей сложности радиочастотная катетерная абляция является методом лечения, который, как было показано, повышает качество жизни пациента, а также улучшает функцию желудочков у значительной части пациентов [28, 29]. Для пациентов с аномальным эктопическим очагом из фокального источника можно использовать фокальную радиочастотную абляцию [27]. Однако идентификация точного местоположения эктопического очага может быть затруднена [11].

Хирургическое лечение

Область изучения ФП стала быстро развиваться с появлением чрескожной и хирургической интервенционной терапии как безопасных альтернатив восстановления нормального синусового ритма. Операция Cox-Maze III является «золотым стандартом» лечения пациентов с ФП, хотя остается технически сложной. Внедрение новых технологий абляции сделало процедуру намного проще и безопаснее, и в настоящее время она широко распространена. Минимально инвазивные модификации и появление гибридной абляции, сочетающие чрескожное и хирургическое вмешательство, сделали важный шаг к разработке самостоятельной процедуры лечения ФП с низким количеством осложнений. В этом разделе обзора основное внимание уделяется истории прошлых хирургических операций, современным хирургическим вариантам и будущему направлению хирургического лечения.

Показания к применению

В Заключении Экспертного Консенсуса HRS/EHRA/ECAS 2012 года о катетерной и хирургической абляции фибрилляции предсердий рекомендовано: I) уместно рассмотреть всех пациентов с симптоматической ФП, перенесших другие кардиохирургические операции для абляции ФП, и II) самостоятельные операции по лечению ФП следует рассматривать для пациентов с симптоматическими ФП, которые предпочитают хирургический подход, у которых одна или несколько попыток катетерной абляции закончились неудачно или они не были кандидатами на катетерную абляцию [30]. Уровень доказательности С Па и класса IIb, соответственно.

Источники энергии

Современный кардиохирург имеет в своем арсенале множество источников энергии с наборами повреждений на выбор [30].

Монополярная радиочастотная абляция

Монополярная радиочастотная абляция имеет множество доступных зондов, способных к созданию рубцовой ткани с высокой температурой, и часто орошается, обеспечивая более равномерное распределение тепла и предотвращая обугливание [8, 11]. Хотя по сравнению с другими источниками энергии они менее эффективны, более тромбогенны и могут, в редких случаях, приводить к развитию атриозофагеальной фистулы, поскольку энергия направлена в одну сторону. Однополярная радиочастота всасывания - это метод равномерного прилипания зонда к поверхности предсердия для более надежного трансмурального поражения [11, 27], хотя клинический опыт ограничен этой методикой.

Биполярная радиочастотная абляция

Биполярная радиочастотная абляция является безопасным и более эффективным методом достижения трансмуральных повреждений, чем однополярная радиочастотная абляция. Этот метод выполняется путем зажима ткани предсердий и нагрева его между двумя электродами до тех пор, пока не произойдет необратимая денатурация белка. Его структурированное устройство с зажимами имеет явное преимущество, позволяя в реальном масштабе времени оценивать трансмуральные повреждения путем измерения импеданса, поскольку ткань предсердий зажимается и подвергается абляции. Техника выполняется на работающем сердце [27, 28]. Кроме того, поскольку радиочастотная энергия остается между двумя электродами, в отличие от монополярного метода, она не вызывает побочного повреждения окружающих тканей. Хотя, подобно монополярному методу, она также может быть тромбогенной, не является оптимальной для повреждения вокруг клапанов, которые требуют эндокардиального подхода и могут в редких случаях приводить к стенозу легочной вены. По сравнению с монополярной радиочастотной абляцией биполярная имеет лучший успех при достижении глубины повреждения с более коротким временем [28].

Микроволновая абляция

Микроволновая абляция имеет более низкий риск тромбоэмболии по сравнению с радиочастотной абляцией, однако имеет высокий риск развития перфорации при более высоких энергетических уровнях [31]. Кроме того, биполярная радиочастотная абляция считается более высокой по сравнению с микроволновой абляцией в достижении трансмуральности [31].

Ультрасонография с высокой степенью направленности

Ультрасонография с высокой степенью направленности - это быстрый метод, который приводит к созданию удовлетворительных трансмуральных повреждений, хотя он ограничен эпикардиальным методом абляции с риском повреждения соседних тканей. Он также имеет фиксированную глубину проникновения, что делает его проблематичным в ситуациях анатомической изменчивости толщины стенки предсердия [13].

Криоабляция

При использовании метода криоабляции определенные участки сердечной ткани охлаждаются до температуры от

-100 до -120 градусов ниже нуля, замораживая и тем самым «отключая» клетки сердца, которые создают нарушение сердечного ритма. С помощью этого метода одновременно лечится как заболевание клапанов сердца, так и связанное с этим заболеванием нарушение сердечного ритма. На более ранних стадиях заболевания метод криоабляции применяют с использованием катетеров. Если пациент нуждается в хирургической операции на сердце, то в этом случае метод применяют во время операции. В месте проведения операции на клапанах сердца замораживаются опеределенные точки, благодаря чему происходит выравнивание электрической активности сердечного ритма. Процесс замораживания не является стандартной процедурой. Точки, температура и продолжительность заморозки могут варьировать индивидуально для каждого пациента. Это обусловлено структурой стенки сердца и степенью поражения сердечной мышцы [31, 32].

Окклюзия ушка левого предсердия

Во время хирургической абляции сопутствующая окклюзия ушка левого предсердия (ОУЛП) появилась как потенциальный метод улучшения оперативных результатов [33]. Несмотря на то, что в настоящее время имеются ограниченные данные исследований, изучающих это, недавний метаанализ показал, что ОУЛП может значительно снизить частоту инсульта и послеоперационной смертности от всех причин [33]. Тем не менее, процедура ОУЛП остается спорной, и в настоящее время проводятся долгосрочные исследования для решения этого вопроса.

Минимально-инвазивная хирургическая абляция

Несмотря на эффективность, которая была достигнута при традиционной стернотомии для одиночной абляции ФП, она не получила широкого применения из-за нежелания и восприятия как инвазивной техники. Таким образом, с появлением новой технологии были предприняты попытки трех основных минимально-инвазивных подходов, включая I) правостороннюю торакоскопическую изоляцию легочной вены на работающем сердце с использованием нескольких технологий; II) правостороннюю торакотомию на неработающем сердце; и III) двухстороннюю торакотомию с биполярной радиочастотной абляцией на работающем сердце.

Правосторонний торакоскопический доступ на работающем сердце

Был описан односторонний подход справа с двумя или тремя портами с микроволновой абляцией, что приводило к короткой продолжительности пребывания пациента в стационаре (1-4 дня) [30, 32, 33]. Односторонний подход ограничивает оператора в использовании только монополярного устройства, не может быть использован двунаправленный блок проводимости. Кроме того, основным ограничением этого подхода является невозможность удалить левый предсердный придаток, который может быть ахиллесовой пятой для долгосрочного лечения ФП, в результате чего необходимы дополнительные послеоперационные вмешательства на основе катетера [34].

Правосторонний торакоскопический доступ на неработающем сердце

С помощью криоабляции этот метод имел успех у пациентов с одиночной ФП с результатами достижения сво-

боды от ФП, приближающейся к 90% через 6 месяцев [34]. Этот метод имеет преимущество при достижении полного лабиринта и является перспективным методом лечения одиночной ФП.

Двухсторонний торакоскопический доступ на работающем сердце

Этот подход состоит из двусторонних портов и видеоправляемого торакоскопа для создания очагов повреждения для изоляции легочной вены, как правило, с абляцией ганглиозного сплетения, разделения связки Маршалла и клипированием ушка левого предсердного. Наиболее распространенным источником энергии, используемым для этого метода, является биполярная радиочастотная абляция [35]. Представленные результаты демонстрируют 75-90% -ную свободу от ФП [36]. Успешная абляция ФП с помощью этого метода, по-видимому, зависит от подтипа ФП с 96% в персистирующей, 93% пароксизмальной и 71% с длительно персистирующей ФП [35].

Рандомизированное контролируемое исследование, сравнивающее минимально инвазивную хирургическую абляцию с катетерной абляцией [27], демонстрирует превосходную свободу от ФП в течение 12 месяцев при использовании хирургической абляции, хотя за счет более высокой частоты нежелательных явлений (23% против 3% в группе катетерной абляции; $P < 0,001$). Неблагоприятные эффекты включали в себя потребность в кардиостимуляторах (5%), гемотораксе (3%), повреждении диафрагмального нерва (3%), транзиторной ишемической атаке (1%) и легочной эмболии (1%) [35]. Результаты из базы данных Общества Торакальных Хирургов (ОТХ) [2005-2010]. В сравнении со стернотомией минимально инвазивная хирургическая абляция для одиночной ФП продемонстрировала приемлемую степень осложнений: 0,7% для смертности или инсульта, 1% - потребность в кардиостимуляторе и средняя длительность пребывания пациента в стационаре 4 дня [36]. Главная техническая задача к минимально инвазивным подходам - это трудный доступ к задней стенке левого предсердия и ушка левого предсердия. Оптимизации технологии абляции, оценки повреждения, воздействия и манипуляций необходимы для обеспечения обширных вмешательств или миниинвазивной хирургической абляции.

Гибридная абляция

Идеальная стратегия абляции должна: 1) приводить к долговременному эффекту; 2) предлагать возможность адаптировать подход к абляции для пациента; 3) всегда обеспечивать трансмуральность, когда это требуется; и 4) быть минимально инвазивным [37].

Хотя эпикардиальная хирургическая абляция приводит к превосходной трансмуральности и долговечности по сравнению с катетерной абляцией [38], она рассматривается как инвазивная процедура. Катетерные абляции менее инвазивны, чем хирургическая абляция; однако абляция на работающем сердце не всегда создает повреждения, которые распространяются на митральное или трехстворчатое кольцо. Они оставляют возможность для ятрогенных схем с предрасположенностью к трепетанию предсердия [39].

С появлением гибридных процедур абляции ФП, сильные стороны хирургической эпикардиальной абляции могут сочетаться с сильными сторонами эндокардиальной

абляции на основе катетера в одноэтапной методике, чтобы минимизировать их отдельные недостатки. Гибридная (эпикардиальная и эндокардиальная) абляция может быть выполнена одновременно или поэтапно [40], где одновременная абляция может ограничить потенциал нестабильных ятрогенных трепетаний, которые усложняют эпикардиальную абляцию. Напротив, ступенчатая абляция может приводить к доработке эпикардиальных повреждений для оценки пробелов в линиях абляции. Гибридная абляция предлагает подробные трехмерные электроанатомические картографические системы и многополярные катетеры для обеспечения адекватности изоляции легочной вены, блокировать линии абляции, а также целенаправленную абляцию для остаточных аритмий из неполного трансмурального эпикардиального повреждения [41]. Этот подход также дает доступ к областям предсердий труднодоступных для эпикардиальной абляции, таким как кавотрикуспидальный перешеек, митральный перешеек и межпредсердная перегородка. Недавние исследования и систематический обзор литературы [40] показывают, что гибридная терапия одиночной ФП представляется безопасной методикой с удовлетворительными результатами за 1 год и антиаритмическим показателем успеха без лекарственного средства, который выше, чем в отдельных процедурах.

Гибридная абляция ФП требует мультидисциплинарного подхода к уходу за пациентом с ФП в тесном сотрудничестве с хирургами, электрофизиологами и кардиологами. Изменения в уходе за пациентами, которые необходимо будет принять, включают в себя создание команды аритмии, которая будет участвовать в предоперационном принятии решений, чтобы обеспечить подход, учитывающий индивидуальные требования пациента, а не на основе методики, чтобы обеспечить результаты без осложнений и высокую эффективность лечения. Гибридная абляция демонстрирует очевидный положительный результат, хотя остается много вопросов, которые необходимо решить. К ним относятся экономическая эффективность процедуры, когда необходимы дополнительные повреждения в дополнение к стандартной изоляции легочной вены и абляции левого предсердия, идеальное время для процедуры, одномоментная или многоступенчатая процедура и контингент пациентов, в котором гибридная абляция ФП наиболее вероятно будет эффективной. Рандомизированное контролируемое исследование, в котором сравнивается гибридная абляция ФП с другими методами абляции, оправдано в пользу гибридных процедур в абляции ФП.

ВЫВОДЫ

За последние несколько десятилетий исследования в области ФП значительно возросли. Благодаря этому улучшилось и наше понимание патофизиологии и тактики лечения ФП. Препараты, нацеленные на конкретные каналы, приближаются к ранним стадиям клинических исследований. Существуют также новые и захватывающие области исследований ФП, такие как генная терапия, клеточная терапия и микроРНК и их функция ремоделирования тканей. С нашим стареющим населением и все большей распространенностью ФП необходимы оптимизированные планы

лечения для лиц с ФП. Несмотря на успехи в технологиях, которые помогли выявить многие аспекты ФП, многие вопросы все еще остаются не решенными. При продолжении исследований ФП мы можем ожидать, что в ближайшем будущем будут разработаны более эффективные методы лечения, в том числе и абляции.

Прозрачность исследования

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авто-

ры несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях

Все авторы принимали участие в разработке концепции статьи и написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за статью.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Adelman S. Strategies for Risk Analysis and Disease Classification in Atrial Fibrillation // *J Cardiovasc. Electrophysiol.* – 2016. – Vol.27. – №11. – P. 1271–1273. DOI: 10.1111/jce.13081
- Bruggenjurgen B., Rossnagel K., Roll S., et al. The impact of atrial fibrillation on the cost of stroke: the Berlin acute stroke study // *Value Health.* – 2007. – Vol. 10. – P. 137-143. DOI: 10.1111/j.1524-4733.2006.00160.x
- Bialy D., Lehmann M.N., Schumacher D.N., et al. Hospitalization for arr- hythmias in the United States: importance atrial fibrillation (abstract) // *J Am Coll Cardiol.* – 1992. – No19. – 41A. doi.org/10.1161/01.CIR.93.6.1262.
- Coyne K.S., Paramore C., Grandy S., et al. Assessing the direct costs of treating nonvalvular atrial fibrillation in the United States // *Value Health.* – 2006. – Vol. 9. – P. 348-356. DOI: 10.1111/j.1524-4733.2006.00124.x
- Davies M.J., Pomerance A. Pathology of atrial fibrillation in man // *Br. Heart J.* – 1972. – Vol. 34. – P. 520-525. Address: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5031645/>
- Chugh R Havmoeller, K Narayanan D Singh. Worldwide epidemiology of atrial fibrillation: a Global Burden of Disease 2010 Study // *Circulation.* – 2013. – C. CIRCULATIONAHA. 113.005119. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.005119.
- Fuster V., Ryden L. E., Cannom D. S. et al. ACC/AHA/ESC 2006 Guidelines for the management of patients with atrial fibrillation // *J. Europace.* – 2006. – Vol. 8. – P. 651-745. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.177292.
- Kirchhof P., Benussi S., Kotecha D., Ahlsson A., Atar D., Casadei B. Hindricks G. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS // *European Heart Journal.* – 2016. – Vol. 37(38). – P. 2893-2962. doi: 10.1093/eurheartj/ehw210.
- Cox J.L. A brief overview of surgery for atrial fibrillation // *Ann Cardiothorac Surg.* – 2014. – No3. – P. 80-88, doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2014.01.05.
- Apostolakis S., Lane D.A., Buller H., et al. Comparison of the CHADS2, CHA2DS2 -VASc and HAS-BLED scores for the prediction of clinically relevant bleeding in anticoagulated patients with atrial fibrillation: The AMADEUS trial // *Journal of Thrombosis and Haemostasis.* – 2013. – Vol. 110 – P. 1074-1079. doi: 10.1016/j.jacc.2013.11.013.
- Camm A.J., Kirchhof P., Lip G.Y., Schotten U., Savelieva I., Ernst S., Heidbuchel H. Guidelines for the management of atrial fibrillation // *European Heart Journal.* – 2010. – ehq278. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq278
- Haissaguerre M., Jaïs P., Shah D. C., Takahashi A., Hocini M., Quiniou G., ... Clémenty J. (1998). Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins // *New England Journal of Medicine.* – 1998. – Vol. 339(10). – P. 659-666. DOI: 10.1056/NEJM199809033391003
- Ball J., Carrington M.J., McMurray J.J., et al. Atrial fibrillation: profile and burden of an evolving epidemic in the 21st century // *The International Journal of Cardiology.* – 2013. – Vol. 167(5). – P. 1807-1824. DOI: 10.1016/j.ijcard.2012.12.093
- Cheung D.W. Electrical activity of the pulmonary vein and its

REFERENCES

- Adelman S. Strategies for Risk Analysis and Disease Classification in Atrial Fibrillation. *J Cardiovasc. Electrophysiol.* 2016;27(11):1271–1273. DOI: 10.1111/jce.13081
- Bruggenjurgen B, Rossnagel K, Roll S, et al. The impact of atrial fibrillation on the cost of stroke: the Berlin acute stroke study. *Value Health.* 2007;10:137-143. DOI: 10.1111/j.1524-4733.2006.00160.x
- Bialy D, Lehmann MN, Schumacher DN, et al. Hospitalization for arr- hythmias in the United States: importance atrial fibrillation (abstract). *J Am Coll Cardiol.* 1992;19:41A. DOI: doi.org/10.1161/01.CIR.93.6.1262
- Coyne KS, Paramore C, Grandy S, et al. Assessing the direct costs of treating nonvalvular atrial fibrillation in the United States. *Value Health.* 2006; 9:348-356. DOI: 10.1111/j.1524-4733.2006.00124.x
- Davies M J, Pomerance A. Pathology of atrial fibrillation in man. *Br. Heart J.* 1972; 34:520-525. Address: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5031645/>
- Chugh R Havmoeller, K Narayanan D Singh. Worldwide epidemiology of atrial fibrillation: a Global Burden of Disease 2010 Study. *Circulation.* 2013. CIRCULATIONAHA. 113.005119. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.005119.
- Fuster V, Ryden L E, Cannom D S, et al. ACC/AHA/ESC 2006 Guidelines for the management of patients with atrial fibrillation. *J. Europace.* 2006;8:651-745. DOI: 10.1161/CIRCULATION-AHA.106.177292
- Kirchhof P, Benussi S, Kotecha D, Ahlsson A, Atar D, Casadei B., Hindricks G. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *European Heart Journal.* 2016; 37(38):2893-2962. DOI: 10.1093/ejcts/ezw313
- Cox JL. A brief overview of surgery for atrial fibrillation. *Ann Cardiothorac Surg.* 2014;3:80-88. doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2014.01.05
- Apostolakis S, Lane DA, Buller H, et al. Comparison of the CHADS2, CHA2DS2 -VASc and HAS-BLED scores for the prediction of clinically relevant bleeding in anticoagulated patients with atrial fibrillation: The AMADEUS trial. *Journal of Thrombosis and Haemostasis.* 2013;110:1074-1079. doi: 10.1016/j.jacc.2013.11.013
- Camm A J, Kirchhof P, Lip GY, Schotten U, Savelieva I, Ernst S, Heidbuchel H. Guidelines for the management of atrial fibrillation. *European Heart Journal.* 2010; ehq278. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq278
- Haissaguerre M, Jaïs P, Shah D C, Takahashi A, Hocini MG, ... Clémenty J. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *New England Journal of Medicine.* 1998;339(10):659-666. DOI: 10.1056/NEJM 199809033391003
- Ball J, Carrington MJ, McMurray JJ, et al. Atrial fibrillation: profile and burden of an evolving epidemic in the 21st century. *The International Journal of Cardiology.* 2013;167(5):1807-1824. DOI: 10.1016/j.ijcard.2012.12.093
- Cheung DW. Electrical activity of the pulmonary vein and its interaction with the right atrium in the guinea-pig. *The Journal of Physiology.* 1981;314(1):445-456. PMID: PMC1249444
- Chen SA, Hsieh MH, Tai CT, Tsai CF, Prakash VS, Yu WC, Chang MS. Initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating

- interaction with the right atrium in the guinea-pig // *The Journal of Physiology*. – 1981. – Vol. 314(1). – P. 445-456. PMID: PMC1249444
- 15 Chen S.A., Hsieh M.H., Tai C.T., Tsai C.F., Prakash V.S., Yu W.C., Chang M.S. Initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating from the pulmonary veins // *Circulation*. – 1999. – Vol. 100(18). – P. 1879-1886. PMID: 10545432
- 16 Jaïs P., Hocini M., Macle L., Choi K. J., Deisenhofer I., Weerasooriya R., Le Metayer P. (2002). Distinctive electrophysiological properties of pulmonary veins in patients with atrial fibrillation // *Circulation*. – 2002. – Vol. 106(19). – P. 2479-2485. PMID: 12417546
- 17 Maloney J. D., Milner L., Barold S., Czerska B., Markel M. Two-staged Batrial Linear and Focal Ablation to Restore Sinus Rhythm in Patients with Refractory Chronic Atrial Fibrillation: Procedure Experience and Follow-up Beyond 1 Year // *Pacing and Clinical Electrophysiology*. – 1998. – Vol. 21(11). – P. 2527-2532. doi: 10.1186/cvm-2-2-067
- 18 Verma A., Sanders P., Macle L., Deisenhofer I., Morillo C.A., Chen J., Mantovan R. Substrate and trigger ablation for reduction of atrial fibrillation trial—part II (STAR AF II): design and rationale // *American Heart Journal*. – 2012. – Vol. 164(1). – P. 1-6. DOI: 10.1056/NEJMoa1408288
- 19 Verma A., Jiang C.Y., Betts T.R., Chen J., Deisenhofer I., Mantovan R., Albenque J. P. (2015). Approaches to catheter ablation for persistent atrial fibrillation // *New England Journal of Medicine*. – 2015. – Vol. 372(19). – P. 1812-1822. DOI: 10.1056/NEJMoa1408288
- 20 Olgin J.E., Jayachandran J.V., Engesstein E., Groh W., Zipes D.P. (1998). Atrial macroreentry involving the myocardium of the coronary sinus: a unique mechanism for atypical flutter // *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. – 1998. – Vol. 9(10). – P. 1094-1099
- 21 Bosworth H.B., Granger B.B., Mendys P., et al. Medication adherence: A call for action // *American Heart Journal*. – 2011. – Vol. 162. – P. 412-24. DOI: doi.org/10.1111/j.1540-8167.1998.tb00886.x
- 22 Fuster V., Rydn L.E., Cannom D.S., et al. ACC/AHA/ESC 2006 Guidelines for the Management of Patients with Atrial Fibrillation: 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 (Writing Committee to Revise the 2001 Guidelines for the Management of Patients With Atrial Fibrillation): developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association and the Heart Rhythm Society // *Circulation*. - 2006 Aug 15. – Vol. 114(7). - e257-354. [Medline]. [Full Text]. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.07.009
- 23 Haïssaguerre M., Hocini M., Sanders P., Takahashi Y., Rotter M., Sacher F., Bordachar P. (2006). Localized sources maintaining atrial fibrillation organized by prior ablation // *Circulation*. – 2006. - Vol. 113(5). – P. 616-625. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.546648
- 24 Haïssaguerre M., Hocini M., Takahashi Y., O'neill M.D., Perna A., Sanders P., Matsuo S. Impact of catheter ablation of the coronary sinus on paroxysmal or persistent atrial fibrillation // *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. – 2007. – Vol. 18(4). – P. 378-386. DOI: 10.1111/j.1540-8167.2007.00764.x
- 25 Jais P., Haïssaguerre M., Shah D.C., Chouairi S., Gencel L., Cle J. A focal source of atrial fibrillation treated by discrete radiofrequency ablation // *Circulation*. – 1997. – Vol. 95(3). – P. 572-576. PMID: 9024141
- 26 Gillinov A.M., McCarthy P.M., Marrouche N., et al. Contemporary surgical treatment for atrial fibrillation // *Pacing Clin Electrophysiol*. – 2003. – No 26. – P. 1641–1644. doi: 10.7555/JBR.28.20130191
- 27 Cox J.L., Schuessler R.B., Boineau J.P. The surgical treatment of atrial fibrillation. I. Summary of the current concepts of the mechanisms of atrial flutter and atrial fibrillation // *J Thorac Cardiovasc Surg*. – 1991. - No101. – P. 402–405. PMID: 1999933
- 28 Cox J.L., Canavan T.E., Schuessler R.B., et al. The surgical treatment of atrial fibrillation. II. Intraoperative electrophysiologic from the pulmonary veins. *Circulation*. 1999;100(18):1879-1886. PMID: 10545432
- 16 Jaïs P., Hocini M., Macle L., Choi K.J., Deisenhofer I., Weerasooriya R., Le Metayer P. Distinctive electrophysiological properties of pulmonary veins in patients with atrial fibrillation. *Circulation*. 2002;106(19):2479-2485. PMID: 12417546
- 17 Maloney JD, Milner L, Barold S, Czerska B, Markel M. Two-staged Batrial Linear and Focal Ablation to Restore Sinus Rhythm in Patients with Refractory Chronic Atrial Fibrillation: Procedure Experience and Follow-up Beyond 1 Year. *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 1998;21(11):2527-2532. doi: 10.1186/cvm-2-2-067
- 18 Verma A, Sanders P, Macle L, Deisenhofer I, Morillo CA, Chen J, Mantovan R. Substrate and trigger ablation for reduction of atrial fibrillation trial—part II (STAR AF II): design and rationale. *American Heart Journal*. 2012;164(1):1-6. DOI: 10.1056/NEJMoa1408288
- 19 Verma A, Jiang CY, Betts TR, Chen J, Deisenhofer I, Mantovan R, Albenque JP. Approaches to catheter ablation for persistent atrial fibrillation. *New England Journal of Medicine*. 2015;372(19):1812-1822. DOI: 10.1056/NEJMoa1408288
- 20 Olgin JE, Jayachandran JV, Engesstein E, Groh W, Zipes DP. Atrial macroreentry involving the myocardium of the coronary sinus: a unique mechanism for atypical flutter. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. 1998; 9(10):1094-1099
- 21 Bosworth HB, Granger BB, Mendys P, et al. Medication adherence: A call for action. *American Heart Journal*. 2011;162:412-24. DOI: doi.org/10.1111/j.1540-8167.1998.tb00886.x
- 22 Fuster V, Rydn LE, Cannom DS, et al. ACC/AHA/ESC 2006 Guidelines for the Management of Patients with Atrial Fibrillation: 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 (Writing Committee to Revise the 2001 Guidelines for the Management of Patients With Atrial Fibrillation): developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association and the Heart Rhythm Society // *Circulation*. - 2006 Aug 15. – Vol. 114(7). - e257-354. [Medline]. [Full Text]. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.07.009
- 23 Haïssaguerre M, Hocini M, Sanders P, Takahashi Y, Rotter M, Sacher F, Bordachar P. Localized sources maintaining atrial fibrillation organized by prior ablation. *Circulation*. – 2006. - Vol. 113(5). – P. 616-625. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.546648
- 24 Haïssaguerre M, Hocini M, Takahashi Y, O'neill MD, Perna A, Sanders P, Matsuo S. Impact of catheter ablation of the coronary sinus on paroxysmal or persistent atrial fibrillation. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. 2007;18(4):378-386. DOI: 10.1111/j.1540-8167.2007.00764.x
- 25 Jais P, Haïssaguerre M, Shah DC, Chouairi S, Gencel L, Cle J. A focal source of atrial fibrillation treated by discrete radiofrequency ablation. *Circulation*. 1997; 95(3):572-576. PMID: 9024141
- 26 Gillinov AM, McCarthy PM, Marrouche N, et al. Contemporary surgical treatment for atrial fibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2003;26:1641–1644. doi: 10.7555/JBR.28.20130191
- 27 Cox JL, Schuessler RB, Boineau JP. The surgical treatment of atrial fibrillation. I. Summary of the current concepts of the mechanisms of atrial flutter and atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1991;101:402–405. PMID: 1999933
- 28 Cox JL, Canavan TE, Schuessler RB, 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. PMID: 1999934
- 29 Allessie MA, Konings K, Kirchhof CJ, et al. Electrophysiologic mechanisms of perpetuation of atrial fibrillation. *Am J Cardiol*. 1996; 77:10A–23A. PMID: 8607387
- 30 Cox JL, Schuessler RB, D'Agostino HJ Jr, et al. The surgical treatment of atrial fibrillation. III. Development of a definitive surgical procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1991;101:569–583. PMID: 2008095

mapping and description of the electrophysiologic basis of atrial flutter and atrial fibrillation // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 1991. – No 101. – P. 406–426. PMID: 1999934

29 Allessie M.A., Konings K., Kirchhof C.J., et al. Electrophysiologic mechanisms of perpetuation of atrial fibrillation // *Am J Cardiol.* – 1996. – No 77/ – 10A–23A. PMID: 8607387

30 Cox J.L., Schuessler R.B., D'Agostino H.J. Jr., et al. The surgical treatment of atrial fibrillation. III. Development of a definitive surgical procedure // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 1991. – No 101. – P. 569–583. PMID: 2008095

31 Van Belle Y., Janse P., Theuns D., Szili-Torok T., Jordaens L. One year follow-up after cryoballoon isolation of the pulmonary veins in patients with paroxysmal atrial fibrillation // *Europace.* – 2008. – Vol. 10(11). – P. 1271–1276. doi: 10.1093/europace/eun218

32 Kojodjojo P., O'Neill M.D., Lim P.B., Malcolm-Lawes L., Whinnett Z.I., Salukhe T.V., et al. Pulmonary venous isolation by antral ablation with a large cryoballoon for treatment of paroxysmal and persistent atrial fibrillation: medium-term outcomes and non-randomised comparison with pulmonary venous isolation by radiofrequency ablation // *Heart.* – 2010. – Vol. 96(17). – P. 1379–1384. DOI: 10.1016/j.rec.2013.11.024

33 Cox J.L., Boineau J.P., Schuessler R.B., et al. Five-year experience with the MAZE procedure for atrial fibrillation // *Ann Thorac Surg.* – 1993. – No 56. – P. 814–823; discussion 823-4. doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2014.01.05

34 Cox J.L. Surgical treatment of atrial fibrillation: a review // *Europace.* – 2004. – Vol. 5(Suppl 1). – S20–29. DOI: 10.1016/j.eupc.2004.07.004

35 Prasad S.M., Maniar H.S., Camillo C.J., 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. – No 26. – P. 1822–1828. doi: 10.5935/abc.20170082

36 Ad N., Cox J.L. The MAZE procedure for the treatment of atrial fibrillation: a minimally invasive approach // *J Card Surg.* – 2004. – No 19. – P. 196–200. PMID: 15181892

37 Laurent Pison, Sandro Gelsomino, Fabiana Lucà, Orlando Parise, Jos G. Maessen, Harry J.G.M. Crijns, Mark La Meir. Effectiveness and safety of simultaneous hybrid thoracoscopic and endocardial catheter ablation of lone atrial fibrillation // *Ann Cardiothorac Surg.* – 2014 Jan. – Vol. 3(1). – P. 38-44. DOI: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.12.10

38 Narendra Kumara, Laurent Pisona, Mark La Meirb, Jos Maessenb and Harry J. Crijnsa. Hybrid approach to atrial fibrillation ablation using bipolar radiofrequency devices epicardially and cryoballoon endocardially // *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery.* – 2014. – No 19. – P. 590–594. DOI: 10.1093/icvts/ivu189

39 Wang Shizhong, Liu Liqun and Zou Chengwei. 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.* – 2014. – Vol. 127 (14). – P. 2567-2570. PMID: 25043068

40 Muneretto C.I., Bisleri G., Bontempi L., Curnis A. Durable staged hybrid ablation with thoracoscopic and percutaneous approach for treatment of long- standing atrial fibrillation: a 30-month assessment with continuous monitoring // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2012 Dec. – Vol. 144(6). – P. 1460-5. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2012.08.069

41 La Meir M.I., Gelsomino S., Lorusso R., Lucà F., Pison L., Parise O., Wellens F., Gensini G.F., Maessen J. The hybrid approach for the surgical treatment of lone atrial fibrillation: one-year results employing a monopolar radiofrequency source // *J Cardiothorac Surg.* – 2012 Jul 19. – No 7. – 71 p. PMID: PMC3432010 DOI: 10.1186/1749-8090-7-71

31 Van Belle Y, Janse P, Theuns D, Szili-Torok T, Jordaens L. One year follow-up after cryoballoon isolation of the pulmonary veins in patients with paroxysmal atrial fibrillation. *Europace.* 2008;10(11):1271–1276. doi: 10.1093/europace/eun218

32 Kojodjojo P, O'Neill MD, Lim PB, Malcolm-Lawes L, Whinnett ZI, Salukhe TV, et al. Pulmonary venous isolation by antral ablation with a large cryoballoon for treatment of paroxysmal and persistent atrial fibrillation: medium-term outcomes and non-randomised comparison with pulmonary venous isolation by radiofrequency ablation. *Heart.* 2010;96(17):1379–1384. DOI: 10.1016/j.rec.2013.11.024

33 Cox JL, Boineau JP, Schuessler RB, et al. Five-year experience with the MAZE procedure for atrial fibrillation. *Ann Thorac Surg.* 1993;56:814–823; discussion 823-4. doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2014.01.05

34 Cox JL. Surgical treatment of atrial fibrillation: a review. *Europace.* 2004;5(Suppl 1): S20–29. DOI: 10.1016/j.eupc.2004.07.004

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;126:1822–1828. doi: 10.5935/abc.20170082

36 Ad N, Cox JL. The MAZE procedure for the treatment of atrial fibrillation: a minimally invasive approach. *J Card Surg.* 2004;19:196–200. PMID: 15181892

37 Laurent Pison, Sandro Gelsomino, Fabiana Lucà, Orlando Parise, Jos G. Maessen, Harry J.G.M. Crijns, Mark La Meir. Effectiveness and safety of simultaneous hybrid thoracoscopic and endocardial catheter ablation of lone atrial fibrillation. *Ann Cardiothorac Surg.* 2014 Jan;3(1):38-44. DOI: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.12.10

38 Narendra Kumara, Laurent Pisona, Mark La Meirb, Jos Maessenb and Harry J. Crijnsa. Hybrid approach to atrial fibrillation ablation using bipolar radiofrequency devices epicardially and cryoballoon endocardially. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery.* 2014; 19:590–594. DOI: 10.1093/icvts/ivu189

39 Wang Shizhong, Liu Liqun and Zou Chengwei. 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.* 2014;127(14):2567-2570. PMID: 25043068

40 Muneretto C.I, Bisleri G, Bontempi L, Curnis A. Durable staged hybrid ablation with thoracoscopic and percutaneous approach for treatment of long- standing atrial fibrillation: a 30-month assessment with continuous monitoring. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012Dec;144(6):1460-5. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2012.08.069

41 La Meir M.I, Gelsomino S, Lorusso R, Lucà F, Pison L, Parise O, Wellens F, Gensini GF, Maessen J. The hybrid approach for the surgical treatment of lone atrial fibrillation: one-year results employing a monopolar radiofrequency source. *J Cardiothorac Surg.* 2012 Jul 19;7:71. PMID: PMC3432010 DOI: 10.1186/1749-8090-7-71