



УДК 616.12-008.318-089.844

DOI 10.17802/2306-1278-2025-14-1-132-143

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ КАТЕТЕРНОГО ЛЕЧЕНИЯ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ: АКТУАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Е.С. Ливадный, С.Е. Мамчур, Н.С. Бохан

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», бульвар им. академика Л.С. Барбараша, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

Основные положения

- Представлен обзор последних литературных данных, посвященных доказательной базе инвазивного лечения фибрилляции предсердий с помощью изоляции легочных вен и дополнительных воздействий на левое предсердие.

Резюме

Фибрилляция предсердий (ФП) является наиболее распространенной в клинической практике аритмией. Количество пациентов стремительно увеличивается – за последние 50 лет распространенность заболевания продемонстрировала трехкратный рост. Несмотря на неинфекционную природу, патология приравняется экспертами к эпидемии текущего столетия. Доказано, что ФП способствует развитию и прогрессированию таких грозных состояний, как хроническая сердечная недостаточность, инсульт, тромбоэмболия легочной артерии, аритмогенная кардиомиопатия. Стратегия контроля ритма помогает не только купировать симптомы аритмии, снижая бремя пациентов с ФП, но и является профилактикой вышеописанных заболеваний. С учетом современных данных катетерные методы лечения ФП показывают лучшие в сравнении с медикаментозной терапией результаты эффективности. На данный момент вопрос техники выполнения аблации при разных формах ФП остается открытым. Кроме того, не теряет актуальности повышение эффективности вмешательств у разных групп пациентов. Существуют как признанные методики изоляции легочных вен, с доказанной в многочисленных исследованиях эффективностью, так и новые направления совершенствования процедуры, включающие изоляцию задней стенки левого предсердия, дополнительные воздействия на вегетативные ганглионарные сплетения, комплексные фрагментированные электрограммы и изоляцию верхней полой вены. В обзорной статье приведены разные варианты интервенционных вмешательств в соответствии с формой ФП и механизмами ее патогенеза, а также данные последних исследований, отражающих влияние дополнительных интервенций в левом предсердии на эффективность проводимого вмешательства. Подробно описаны методики аблации с учетом постоянного совершенствования используемых медицинских изделий и стремления к стандартизации процедуры. Также представлены актуальные методы диагностики, нацеленные на максимально точное выявление эпизодов ФП и объективную оценку эффективности лечения.

Ключевые слова

Фибрилляция предсердий • Катетерная аблация • Кардионейроаблация • Изоляция задней стенки левого предсердия

Поступила в редакцию: 26.12.2024; поступила после доработки: 15.01.2025; принята к печати: 30.01.2025

MODERN METHODS OF CATHETER TREATMENT OF ATRIAL FIBRILLATION. CURRENT STATUS OF THE ISSUE

E.S. Livadnyi, S.E. Mamchur, N.S. Bokhan

Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", 6, academician Barbarash blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

Highlights

- An overview of the latest literature data on the evidence base of invasive treatment of atrial fibrillation using pulmonary vein isolation and additional effects on the left atrium is presented.

Для корреспонденции: Егор Сергеевич Ливадный, egorlivadnyi@mail.ru; адрес: бульвар им. академика Л.С. Барбараша, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

Corresponding author: Egor S. Livadnyi, egorlivadnyi@mail.ru; address: 6, academician Barbarash blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

Abstract

Atrial fibrillation (AF) is currently the most common arrhythmia encountered in clinical practice. The number of patients is rapidly increasing and over the past 50 years the prevalence of the disease has shown a threefold increase. Despite its non-infectious nature, experts equate the disease to the epidemic of the current century. It has been reliably proven that AF contributes to the development and progression of such dangerous conditions as chronic heart failure, stroke, pulmonary embolism, and arrhythmogenic cardiomyopathy. A rhythm control strategy not only helps relieve arrhythmia symptoms, reducing the burden of patients with AF, but also prevents the diseases described above. Based on the results of current data, catheter-based techniques for the treatment of atrial fibrillation show better efficacy results compared to drug therapy. At the moment, the question of the technique of performing the ablation procedure for different forms of atrial fibrillation remains open. An urgent aspect remains increasing the effectiveness of interventions in different groups of patients. There are both established techniques for isolating the pulmonary veins, with proven effectiveness in numerous studies, and new directions for improving the procedure, including isolation of the posterior wall of the left atrium, additional effects on the autonomic ganglion plexuses, complex fragmented electrograms and isolation of the superior vena cava. The review article presents a variety of intervention options, in accordance with the form of atrial fibrillation and its mechanisms of pathogenesis, as well as data from recent studies reflecting the influence of additional interventions in the left atrium on the effectiveness of the intervention. Ablation techniques are described in detail, taking into account the constant improvement of the medical devices used and the desire to standardize the procedure. Also presented are current diagnostic methods aimed at the most accurate detection of episodes of fibrillation and an objective assessment of the effectiveness of the treatment.

Keywords

Atrial fibrillation • Interventional treatment of atrial fibrillation • Cardioneuroablation
• Isolation of the posterior wall of the left atrium

Received: 26.12.2024; received in revised form: 15.01.2025; accepted: 30.01.2025

Список сокращений

ЗСЛП – задняя стенка левого предсердия	УЛВ – устья легочных вен
ЛВ – легочные вены	ФП – фибрилляция предсердий
ЛП – левое предсердие	ЭКГ – электрокардиография

Фибрилляция предсердий (ФП) является наиболее распространенной в клинической практике аритмией [1]. По оценкам проекта Global Burden of Disease, в 2016 г. распространенность ФП в мире составила около 46,3 млн человек [2]. С учетом данных исследований за последние несколько десятилетий распространенность ФП увеличивается в геометрической прогрессии [3]. В США по меньшей мере от 3 до 6 млн человек страдают ФП, а к 2050 г. этот показатель может составить 6–16 млн [4]. В Европе число лиц старше 55 лет, страдающих ФП, может достигнуть 14 млн [5]. В Азии, по оценкам экспертов, к 2050 г. ФП будет диагностирована как минимум у 72 млн человек, из них у 3 млн – с кардиоэмболическими инсультами [6]. Распространенность ФП в репрезентативной выборке европейской части РФ составила 2,04%, или 2 040 пациентов на 100 тыс. населения [7]. В популяционной российской выборке (на примере г. Новосибирска) за 13 лет распространенность ФП

увеличилась с 1,6% в возрасте 45–69 лет до 4,2% в возрасте 55–84 лет при одномоментных скрининговых обследованиях по данным электрокардиографии (ЭКГ) в состоянии покоя.

Суммарная частота ФП (по данным серийных обследований и сбора новых случаев ФП) составила 8,3% [8]. Согласно данным Фрамингемского исследования, в 2004 г. риску развития ФП был подвержен один из четырех человек старше 40 лет [9]. В дальнейшем показатели оценки риска стремительно увеличились и, по современным данным, затрагивают каждого третьего человека старше 40 лет [10]. Доказано, что ФП способствует развитию и прогрессированию хронической сердечной недостаточности, при отсутствии ФП патология развивается в 3,2% случаев у мужчин и в 2,9% случаев у женщин, при наличии ФП распространенность достигает 20,6 и 26,0% случаев соответственно. Наличие ФП ассоциировано с нарушением когнитивной функции даже среди пациентов, принима-

ющих антикоагулянтную терапию, и пятикратным увеличением частоты инсульта и системной тромбоэмболии без приема таковых. Также установлено, что ФП является независимым фактором, в два раза увеличивающим риск смерти у мужчин и в полтора раза у женщин [11]. Ранний выбор стратегии контроля ритма позволяет замедлить прогрессирование ФП, а своевременное лечение является профилактикой развития таких грозных осложнений, как хроническая сердечная недостаточность, инсульт и аритмогенная кардиомиопатия.

ФП характеризуется нерегулярной и неупорядоченной электрической активностью предсердий, которая подавляет нормальный синусовый ритм. С учетом рекомендаций Европейского общества кардиологов (ESC) 2020 г. диагноз ФП может быть установлен по результатам стандартной записи ЭКГ в 12 отведениях или записи ЭКГ в одном отведении длительностью ≥ 30 с, отражающей сердечный ритм без заметных повторяющихся зубцов Р и нерегулярных интервалов RR (когда атриовентрикулярная проходимость не нарушена) (класс рекомендаций I, уровень доказательности B). Для пациентов с ФП возможны две стратегии лечения: контроль ритма и частоты сердечных сокращений. В рекомендациях ESC 2020 г. контроль ритма рекомендован для уменьшения выраженности симптомов и улучшения качества жизни у симптомных пациентов с ФП (класс рекомендаций I, уровень доказательности A) [12]. В национальных руководствах 2020 г. выбор стратегии лечения ФП определяется индивидуально в зависимости от характера течения аритмии, степени выраженности клинических проявлений, наличия сопутствующих заболеваний, переносимости различных групп препаратов и при обязательном учете мнения врача и предпочтения пациента. С целью контроля синусового ритма первой линией терапии рассматривается как прием антиаритмических препаратов, так и выполнение катетерной абляции. В России зарегистрированы препараты IC класса (аллапинин, пропafenон, этазинин) и препараты III класса (амиодарон, соталол). Препараты IC класса могут быть использованы у пациентов без структурного поражения сердца, сердечной недостаточности, ишемической болезни сердца. С целью профилактики рецидивов ФП у лиц с ишемической болезнью сердца без структурного поражения сердца рекомендовано назначение соталола. Назначение амиодарона показано лицам со структурным поражением сердца, выраженной гипертрофией, сердечной недостаточностью, ишемической болезнью сердца [13]. Эффективность медикаментозной терапии составляет не более 30–60% в течение первого года заболевания [14]. Снижение комплаентности пациентов к антиаритмическим препаратам и, следовательно, эффективности терапии обусловлено рядом причин: высокой

экономической нагрузкой лекарственной терапии и побочными эффектами принимаемых препаратов. Наличие у пациентов исходной синусовой брадикардии, нарушения проводимости и функции щитовидной железы, поражения органов зрения требуют коррекции дозировки принимаемых препаратов или же полной их отмены, что также отражается на эффективности ААТ. Треть пациентов, получающих амиодарон, отказывались от приема из-за побочных эффектов [15].

Катетерное лечение ФП показывает лучшие в сравнении с лекарственной терапией результаты – уменьшение травматичности процедуры, точность и контролируемость хирургического воздействия, короткий период реабилитации, что привело к широкому применению данной методики в клинической практике. Наиболее актуальным вопросом остаются увеличение эффективности процедуры и объективная оценка результатов в раннем и отдаленном периодах. По данным мировой литературы, эффективность КА при различных формах ФП варьирует от 50 до 72% [16]. На основании рекомендаций ESC 2020 г. Катетерная абляция может рассматриваться в качестве терапии ФП первой линии наряду с антиаритмической терапией, нацеленной на контроль ритма у пациентов с высокосимптомной ФП, сделавших выбор в пользу интервенционного лечения: класс рекомендаций Ia, уровень доказательности B для пароксизмальной формы, класс рекомендаций Ib, уровень доказательности C для персистирующей ФП без выраженных факторов риска рецидива и класс рекомендаций I, уровень доказательности B для пароксизмальной или персистирующей ФП при наличии сердечной недостаточности и сниженной фракции выброса левого желудочка. Необходимость выполнения, локализация и объем дополнительных воздействий во время процедуры КА остаются на усмотрение оперирующего хирурга [12].

Началом хирургического лечения ФП является операция «Лабиринт», разработанная в конце 1980-х гг. J. Сох. Основная идея операции заключается в нанесении линейных повреждений в левом предсердии (ЛП) с целью создания изолированного пути прохождения электрического импульса из синусового до атриовентрикулярного узла, возбуждающего на своем пути оба предсердия [17]. Операция «Лабиринт» до сих пор показывает наивысшие показатели эффективности в лечении ФП. Непрерывные научные исследования в данной области позволили глубже изучить патогенетические аспекты ФП и прицельно воздействовать на триггеры ФП, что тем самым способствовало снижению травматичности процедуры и расширению показаний к проведению вмешательства по поводу изолированной ФП. М. Haissaguerre и соавт. в 1998 г. установили ведущую роль эктопических

фокусов, расположенных в устьях легочных вен (УЛВ), в инициации и поддержании аритмии. При разрушении этих фокусов с помощью радиочастотной энергии удалось устранить пароксизмы ФП. В течение периода наблюдения (7 мес.) пароксизмы были полностью устранены у 28 (62%) пациентов без использования медикаментозной терапии [18, 19]. Дальнейшее развитие методики выполняемого вмешательства при ФП связывают с одним из лидеров итальянской школы электрофизиологии С. Рарропе, который вместе с коллегами разработал метод аблации, основанный на анатомическом подходе создания воздействий, окружающих ЛВ, под контролем трехмерного электроанатомического картирования. С появлением навигационных систем стало возможным выполнять аблацию непрерывным окружным воздействием, изолируя правые и левые вены. Методика увеличивала скорость выполнения процедуры, что тем самым снижало риск непосредственного повреждения вен и повышало эффективность воздействия [20].

В настоящий момент основная методика изоляции УЛВ включает использование специализированного ирригационного катетера с датчиком давления на ткань. Электрический ток, проходящий через окончание катетера, вызывает резистентный нагрев прилежащих тканей глубиной до нескольких миллиметров, что приводит к денатурации белков и клеточной гибели [21]. В 2016 г. с целью оптимизации и стандартизации процедуры изоляции УЛВ M. Duytschaever и соавт. был предложен протокол CLOSE (Contiguous Lesion Optimised Pre-Specified Encircling) – непрерывное, оптимизированное по повреждению, заранее обозначенное циркулярное воздействие. При использовании данного протокола эффективность проводимых вмешательств, по данным авторов, достигала 92,3% (120 из 130 пациентов) при пароксизмальной форме ФП [22]. Непрерывность линии аблации обеспечивается рассчитываемым смещением катетера относительно предыдущих точек аблации. Максимальное расстояние между соседними воздействиями составляет 5–6 мм по задней стенке и 6–7 мм по передней стенке ЛП [23]. Согласно протоколу CLOSE, с целью достижения трансмуральности радиочастотного воздействия применяется индекс аблации [24]. Он представляет из себя логарифмическую функцию силы контакта катетера с тканью, используемой мощности и времени аппликации. Значения не менее 400 единиц по крыше и задней стенке ЛП (ЗСЛП) и не менее 550 по передней являются предикторами трансмурального повреждения, что снижает вероятность возникновения участков возобновления проведения [25].

Альтернативным методом изоляции УЛВ является процедура криоаблации (с использованием криобаллона). В основе криотехнологии лежит

эффект Джоуля – Томпсона, проявляющийся в способности газа или жидкости менять температуру при медленном прохождении через дроссель под давлением. В время процедуры криобаллон позиционируется в УЛВ и окклюзирует ее просвет. Затем в сферу баллона подается хладагент оксид азота (N_2O), который, переходя из жидкого состояния в газообразное, охлаждает сферу до температуры -75 – $(-89,5)$ °С. Прямое повреждение ткани основано на постепенном замораживании, в ходе чего происходят формирование кристаллов льда в экстрацеллюлярном матриксе и дегидратация клетки по градиенту осмотического давления. Дальнейшая интрацеллюлярная кристаллизация льда является летальной для клетки, так как в процессе оттаивания, который начинается при температуре от -25 °С и выше, происходит разрыв клеточной мембраны. Затем в области воздействия протекает процесс воспаления и образования фиброзной ткани [26]. Преимуществом криоаблации в сравнении с радиочастотной КА является высокая стабильность баллона при выполнении процедуры, которая увеличивается при уменьшении температуры. При достижении температуры -30 °С происходит максимальная адгезия баллона и прилежащих тканей, что позволяет достичь непрерывное циркулярное повреждение в УЛВ. На основании проведенных исследований широкое распространение получили баллоны второго поколения, которые доказали преимущество перед баллонами первого поколения: благодаря увеличенному количеству отверстий для подачи хладагента удалось достигнуть равномерного охлаждения дистальной полусферы, что привело к увеличению площади охлаждения [27].

В метаанализ X. Zhou и коллег (2017 г.) было включено 6 исследований, в которых применялись только криосистемы с баллонами второго поколения и радиочастотные катетеры с датчиками силы контакта при изоляции УЛВ у пациентов с пароксизмальной ФП. Через 12 мес. успех процедуры достигнут у 80,5% пациентов в группе радиочастотной аблации и у 80,4% в группе криобаллонной аблации [28]. В рандомизированном исследовании CIRCA-DOSE (Cryoballoon vs Irrigated Radiofrequency Catheter Ablation: Double Short vs Standard Exposure Duration), проведенном в Канаде с участием 346 пациентов с пароксизмальной ФП выполнено сравнение методик криобаллонной аблации ЛВ с использованием баллонов второго поколения продолжительностью 2 и 4 мин и радиочастотной аблации с применением катетеров с датчиками силы контакта в условиях 3D-навигации. Авторами не определено статистически значимых различий в эффективности операций с использованием криобаллона или катетера в современной модификации. Также отмечено, что увеличение длительности криовоздействия с 2 до 4 мин значимо

не влияло на эффективность процедуры. Обращает внимание средняя эффективность процедур во всех группах через 12 мес. наблюдения, которая составила 52,6%. Выраженное снижение показателей эффективности процедур у пациентов с пароксизмальной формой ФП в сравнении с другими исследованиями может быть обусловлено строгой оценкой послеоперационных результатов с помощью ранее имплантированных пациентам петлевых регистраторов [29].

В настоящее время продолжаются поиски дополнительных методов улучшения результатов аблации. С учетом современного понимания механизмов ФП снижение эффективности процедуры изоляции ЛВ может быть обусловлено не только восстановлением проведения между легочными венами и предсердием, но и активацией внелегочных триггеров, которые могут локализоваться в ЗСЛП, вегетативных ганглионарных сплетениях, пограничном гребне, связке Маршала, коронарном синусе и даже за пределами сердца – в верхней полой вене [30].

В ряде работ доказано, что верхняя полая вена может выступать не только источником эктопической активности, участвующем в запуске пароксизма ФП, но и субстратом, поддерживающим его [31, 32]. В исследовании А. Corrado и коллег 320 последовательных пациентов, которым впервые выполнялась изоляция ЛВ по поводу разных форм ФП, были рандомизированы на две группы. В первой группе выполнена стандартная процедура изоляции ЛВ, во второй группе дополнительно проведена изоляция верхней полой вены. Период наблюдения составил 12 мес. Всем больным в течение месяца после вмешательства и при каждом последующем обследовании выполнялось 48-часовое холтеровское мониторирование. У лиц с пароксизмальной формы ФП в анамнезе и дополнительной изоляцией верхней полой вены отмечены наилучшие показатели эффективности процедуры. Свободу от аритмии продемонстрировали 90% пациентов второй группы. При персистирующей форме ФП результаты эффективности процедуры в обеих группах статистически значимо не различались [33].

Более высокие показатели эффективности продемонстрированы Ю.С. Кривошеевым и соавт. В рандомизированном проспективном исследовании выполнена изоляция ЛВ пациентам с симптомной формой ФП, рефрактерной минимум к двум антиаритмическим препаратам. После медикаментозного тестирования с помощью аденозинтрифосфата и изопrenalина на наличие скрытого проведения после изоляции ЛВ и исключения внелегочных триггеров 194 пациента с позитивным ответом на высокочастотную стимуляцию в области скопления основных ганглионарных сплетений ЛП рандомизированы на две группы: изоляция ЛВ и изоляция ЛВ в сочетании с анатомической аблацией гангли-

онарных сплетений. К концу периода наблюдения ($12,5 \pm 2,2$ мес.) синусовый ритм сохранялся у 79 (81,4%) пациентов в группе изоляции ЛВ и аблации ганглионарных сплетений и у 58 (59,8%) в группе только изоляции ЛВ [34].

Другой подход к увеличению эффективности аблации, направленной на предотвращение ФП, заключается в изоляции ЛВ с созданием дополнительных линейных воздействий в ЛП, как при процедуре Maze III, с целью дополнительной изоляции ЗСЛП. Легочные вены и ЗСЛП эмбриологически имеют единый источник развития – премородиальная ЛВ, которая в ходе эмбриогенеза раздваивается и инкорпорирует в ЛП, образуя вышеупомянутые структуры. Премородиальная ЛВ сформирована из особого типа ткани – средостенного миокарда. Отличительной особенностью клеток этой ткани являются короткий периодом потенциала действия и низкий мембранный потенциал покоя. Благодаря таким электрофизиологическим свойствам клетки ЗСЛП могут выступать как триггеры ФП и как субстрат, поддерживающий ФП [35, 36].

Наиболее частые места линейных аблаций с целью изоляции ЗСЛП представлены схемой box lesion: крыша (roof line) ЛП, нижняя линия (floor line) между верхними участками левых и правых верхних ЛВ, соединяющая нижний полюс изолированных ЛВ. При невозможности достичь изоляции задней стенки после box lesion set выполняется debulking (удаление потенциалов ЗСЛП с помощью радиочастотных аблационных воздействий на ЗСЛП, направленных на любой регистрируемый сигнал, отличающийся от критериев рубцовой ткани (амплитуда сигнала более 0,1 мВ), до достижения электрического «молчания») [37].

Некоторые авторы считают одним из возможных способов увеличения эффективности радиочастотной аблации при ФП расширенное воздействие на зоны анизотропного проведения, которые могут быть идентифицированы по комплексным фракционированным электрограммам при помощи спектрального анализа [38, 39].

В рандомизированном исследовании, проведенном Н. Oral и коллегами, 119 последовательным пациентам с длительно персистирующей ФП выполнялась процедура изоляции ЛВ; при неуспехе первичной процедуры пациенты были рандомизированы на две группы: без дальнейшей аблации (выполнена кардиоверсия) или аблация зон комплексных фракционированных электрограмм. Через 10 ± 3 мес. после одной процедуры аблации 18 из 50 (36%) в первой группе и 17 из 50 (34%) участников во второй группе находились в синусовом ритме без антиаритмических препаратов. Так, дополнительное воздействие на комплексные фракционированные электрограммы не привело к значимому улучшению клинических исходов [40].

Данные крупного рандомизированного исследования STAR AF II опровергли увеличение эффективности процедуры у пациентов с персистирующей ФП с помощью нанесения дополнительных воздействий в ЛП в сравнении со стандартной методикой изоляции ЛВ [41]. Ограничивающими факторами исследования являются использование катетеров без определения силы контакта, а следовательно, отсутствие объективных данных трансмуральности повреждения. Более того, в исследовании подтверждена труднодостижимость полной изоляции ЗСЛП в результате одной процедуры. При рецидивах ФП в большинстве случаев отмечены неполная изоляция ЗСЛП и наличие путей проведения между ЛВ и ЗСЛП.

Данные ряда метаанализов указывают на улучшение эффективности интервенционного лечения персистирующей ФП при выполнении вмешательств вне ЛВ, в том числе изоляции ЗСЛП [37, 42, 43]. В метаанализ F. Lupercio и коллег вошли данные 7 исследований и 1 152 пациентов. Больные, которым выполнялась изоляция задней стенки в дополнение к изоляции УЛВ, имели меньшую частоту рецидивов ФП, а также меньшую частоту любых предсердных аритмий.

R. Bai и соавт. продемонстрировали преимущество дополнительных воздействий, включающих изоляцию ЗСЛП. В исследование было включено 52 пациента с персистирующей ФП. В первой группе ($n = 20$) выполнена изоляция ЛВ, во второй группе ($n = 32$) – изоляция ЛВ, дополненная изоляцией ЗСЛП. Оценка клинического результата проведена только после подтверждения факта полной изоляции ЗСЛП. При контрольном обследовании через 1, 2 и 3 года показатели свободы от предсердной тахикардии без применения антиаритмического препарата составили 20, 15 и 10% в первой группе и 65, 50 и 40% во второй группе соответственно (логарифмический $p < 0,001$). Медиана безрецидивной выживаемости составила 8,5 мес. (интерквартильный размах 6,5–11,0) в первой группе и 28,0 мес. (интерквартильный размах 8,5–32,0) во второй [44]. В исследование J.M. Lee и соавт., включившем 217 пациентов с персистирующей формой ФП (73,3% имели длительно персистирующую ФП), не выявлено статистически значимых различий в группах изоляции УЛВ и изоляции УЛВ в сочетании с воздействием на ЗСЛП. Изоляция ЗСЛП достигалась нанесением абляции по крыше ЛП и линии соединения нижнего полюса изолированных вен, далее при неэффективности выполнялся *debulking*. Срок наблюдения составил $16,2 \pm 8,8$ мес. Синусовый ритм без применения антиаритмической терапии имели 50,5% пациентов из первой группы и 55,9% из второй ($p = 0,522$) [45].

В приведенных выше исследованиях оценка контроля ритма выполнена с помощью записи по-

верхностной ЭКГ или холтеровского мониторирования ритма. Данные методики не позволяют оценить действительную картину сердечного ритма, до трети всех эпизодов тахикардии остаются скрытыми, что отражается на результатах эффективности выполненной процедуры, результатах научных работ и тактике ведения пациентов в будущем. Вопрос продолжительности возникающих эпизодов ФП также остается открытым [20]. Кроме того, по разным данным, после оперативного лечения и приема антиаритмических препаратов почти у трети пациентов отмечается бессимптомное течение ФП [46]. С целью достоверной оценки сердечного ритма возможно использование современных устройств для постоянного мониторинга сердечного ритма – имплантируемых петлевых регистраторов. Аппарат способен детектировать ФП и фиксировать каждый эпизод в памяти устройства с целью дальнейшей оценки специалистом при проведении телеметрии. В настоящее время повышению приверженности пациентов к имплантированным устройствам способствует возможность передачи данных через смартфоны. В исследовании G. Hindricks и соавт. (2010 г.) 247 пациентам были имплантированы петлевые регистраторы. В рамках исследования алгоритм детекции ФП продемонстрировал 98,5% специфичность и 96,4% чувствительность к эпизодам ФП [47]. В проспективном многоцентровом исследовании DISCERN AF (Discerning Symptomatic and Asymptomatic Episodes Pre and Post Radiofrequency Ablation of Atrial Fibrillation) с использованием устройства непрерывного мониторирования ЭКГ до и после радиочастотной абляции установлено, что доля бессимптомных эпизодов ФП/ТП увеличилась с 52,0% до абляции до 79,0% после абляции, соотношение бессимптомных и симптоматических эпизодов ФП увеличилось с 1,1 до 3,7 соответственно [48].

В европейских рекомендациях по ведению пациентов с ФП 2020 г. класс и уровень доказательности имплантации данных устройств пациентам после радиочастотной абляции не определены, лишь указана возможность их использования в качестве одного из альтернативных способов мониторинга сердечного ритма [12]. В отечественных рекомендациях роль применения имплантируемых петлевых регистраторов у той же группы пациентов сформулирована следующим образом: ЭКГ в 12 стандартных отведениях необходима не только для диагностики наджелудочковой тахикардии, но и для контроля эффективности и безопасности антиаритмических препаратов и катетерной абляции. Для выявления и идентификации наджелудочковой тахикардии может потребоваться использование других электрокардиографических методик, например суточного (многосуточного) холтеровского мониторирования ЭКГ, носимых и имплантируе-

мых регистраторов кардиологических событий и т. д. (уровень убедительности рекомендации В, уровень достоверности доказательств 2) [13].

Таким образом, последние исследования, в которых изучался вопрос повышения эффективности аблации при различных формах ФП нанесением дополнительных воздействий на ЛПП, в частности изоляция ЗСЛП, демонстрируют неоднозначные результаты. Вопрос о дополнительных вмешательствах при пароксизмальной и персистирующей формах ФП остается открытым. Результаты наиболее современных работ, в частности Ю.И. Рачковой и соавт. (2023 г.), продемонстрировали увеличение эффективности изоляции ЛВ при дополнительном воздействии на ЗСЛП у пациентов с пароксизмальной ФП, что повышают заинтересованность в проведении дальнейших исследований в данной области. Увеличение эффективности первичной процедуры позволяет снизить вероятность рецидива аритмии, количество повторных госпитализаций и улучшить качество жизни пациента. Увеличение

эффективности процедуры при персистирующей ФП позволяет снизить риск развития и прогрессирования хронической сердечной недостаточности и аритмогенной кардиомиопатии. В свою очередь имплантация петлевых регистраторов сердечного ритма дает возможность фиксации коротких и бессимптомных пароксизмов ФП для наиболее точной оценки эффективности выполненной процедуры и бремени аритмии.

Конфликт интересов

Е.С. Ливадный заявляет об отсутствии конфликта интереса. С.Е. Мамчур входит в редакционную коллегию журнала «Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний». Н.С. Бохан заявляет об отсутствии конфликта интереса.

Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

Информация об авторах

Ливадный Егор Сергеевич, врач-стажер по специальности «рентгенэндоваскулярные методы диагностики и лечения» федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-1716-782X

Мамчур Сергей Евгеньевич, доктор медицинских наук заведующий лабораторией нарушения ритма сердца и электрокардиостимуляции отдела хирургии сердца и сосудов федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-8277-5584

Бохан Никита Сергеевич, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2 с палатой реанимации и интенсивной терапии, врач по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-1135-5144

Вклад авторов в статью

ЛЕС – анализ данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

МСЕ – анализ данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

БНС – анализ данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Information Form

Livadnyi Egor S., MD, Medical Resident specializing in X-ray Endovascular methods of diagnosis and treatment, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-1716-782X

Mamchur Sergey E., MD, PhD, Head of the Laboratory of Arrhythmology and Pacing, Department of Heart and Vascular Surgery, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-8277-5584

Bokhan Nikita S., MD, Head of the Department of X-ray Surgical Methods of Diagnosis and Treatment No. 2 with Intensive Care Unit, surgery of X-ray endovascular diagnostics and treatment, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-1135-5144

Author Contribution Statement

LES – data analysis, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

MSE – data analysis, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content;

BNS – data analysis, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brasca FMA, Menè R, Perego GB. Catheter Ablation for Atrial Fibrillation in Structural Heart Disease: A Review. J Clin Med. 2023 Feb 10;12(4):1431. doi: 10.3390/jcm12041431.

2. Benjamin EJ, Muntner P, Alonso A, Bittencourt MS, Callaway CW, Carson AP, Chamberlain AM, Chang AR, Cheng S, Das SR, Delling FN, Djousse L, Elkind MSV, Ferguson JF,

- Fornage M, Jordan LC, Khan SS, Kissela BM, Knutson KL, Kwan TW, Lackland DT, Lewis TT, Lichtman JH, Longenecker CT, Loop MS, Lutsey PL, Martin SS, Matsushita K, Moran AE, Mussolino ME, O'Flaherty M, Pandey A, Perak AM, Rosamond WD, Roth GA, Sampson UKA, Satou GM, Schroeder EB, Shah SH, Spartano NL, Stokes A, Tirschwell DL, Tsao CW, Turakhia MP, VanWagner LB, Wilkins JT, Wong SS, Virani SS; American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2019 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2019 Mar 5;139(10):e56-e528. doi: 10.1161/CIR.0000000000000659.
3. Schnabel RB, Yin X, Gona P, Larson MG, Beiser AS, McManus DD, Newton-Cheh C, Lubitz SA, Magnani JW, Ellinor PT, Seshadri S, Wolf PA, Vasan RS, Benjamin EJ, Levy D. 50 year trends in atrial fibrillation prevalence, incidence, risk factors, and mortality in the Framingham Heart Study: a cohort study. *Lancet*. 2015 Jul 11;386(9989):154-62. doi: 10.1016/S0140-6736(14)61774-8.
4. Miyasaka Y, Barnes ME, Gersh BJ, Cha SS, Bailey KR, Abhayaratna WP, Seward JB, Tsang TS. Secular trends in incidence of atrial fibrillation in Olmsted County, Minnesota, 1980 to 2000, and implications on the projections for future prevalence. *Circulation*. 2006 Jul 11;114(2):119-25. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.595140.
5. Di Carlo A, Bellino L, Consoli D, Mori F, Zaninelli A, Baldereschi M, Cattarinussi A, D'Alfonso MG, Gradia C, Sgherzi B, Pracucci G, Piccardi B, Polizzi B, Inzitari D; National Research Program: Progetto FAI. La Fibrillazione Atriale in Italia. Prevalence of atrial fibrillation in the Italian elderly population and projections from 2020 to 2060 for Italy and the European Union: the FAI Project. *Europace*. 2019 Oct 1;21(10):1468-1475. doi: 10.1093/europace/euz141.
6. Chiang CE, Wang KL, Lip GY. Stroke prevention in atrial fibrillation: an Asian perspective. *Thromb Haemost*. 2014 May 5;111(5):789-97. doi: 10.1160/TH13-11-0948.
7. Поляков Д.С., Фомин И.В., Беленков Ю.Н., Мареев В.Ю., Агеев Ф.Т., Артемьева Е.Г., Бадин Ю.В., Бакулина Е.В., Виноградова Н.Г., Галявич А.С., Ионов Т.С., Камалов Г.М., Кечеджиева С.Г., Козиолова Н.А., Маленкова В.Ю., Мальчикова С.В., Мареев Ю.В., Смирнова Е.А., Тарловская Е.И., Щербинина Е.В., Якушин С.С. Хроническая сердечная недостаточность в Российской Федерации: что изменилось за 20 лет наблюдения? Результаты исследования ЭПОХА -XCH. *Кардиология*. 2021;61(4):4-14. doi:10.18087/cardio.2021.4. n1628
8. Шапкина М.Ю., Маздорова Е.В., Авдеева Е.М., Щербакова Л.В., Рябиков А.Н., Губачек Ю.А., Бобак М., Малютина С.К. Изменение распространенности мерцательной аритмии в российской популяции за 13-летний период наблюдения. Сердечно-сосудистая терапия и профилактика. 2022;21(8):3108. doi:10.15829/1728-8800-2022-3108
9. Lloyd-Jones DM, Wang TJ, Leip EP, Larson MG, Levy D, Vasan RS, D'Agostino RB, Massaro JM, Beiser A, Wolf PA, Benjamin EJ. Lifetime risk for development of atrial fibrillation: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2004 Aug 31;110(9):1042-6. doi: 10.1161/01.CIR.0000140263.20897.42.
10. Mou L, Norby FL, Chen LY, O'Neal WT, Lewis TT, Loehr LR, Soliman EZ, Alonso A. Lifetime Risk of Atrial Fibrillation by Race and Socioeconomic Status: ARIC Study (Atherosclerosis Risk in Communities). *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2018 Jul;11(7): e006350. doi: 10.1161/CIRCEP.118.006350.
11. Kirchhof P, Benussi S, Kotecha D, Ahlsson A, Atar D, Casadei B, Castella M, Diener HC, Heidbuchel H, Hendriks J, Hindricks G, Manolis AS, Oldgren J, Popescu BA, Schotten U, Van Putte B, Vardas P, Agewall S, Camm J, Baron Esquivias G, Budts W, Carerj S, Casselman F, Coca A, De Caterina R, Deftereos S, Dobrev D, Ferro JM, Filippatos G, Fitzsimons D, Gorennek B, Guenoun M, Hohnloser SH, Kolh P, Lip GY, Manolis A, McMurray J, Ponikowski P, Rosenhek R, Ruschitzka F, Savelieva I, Sharma S, Suwalski P, Tamargo JL, Taylor CJ, Van Gelder IC, Voors AA, Windecker S, Zamorano JL, Zeppenfeld K. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2016 Nov;50(5): e1-e88. doi: 10.1093/ejcts/ezw313.
12. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, Arbelo E, Bax JJ, Blomström-Lundqvist C, Boriani G, Castella M, Dan GA, Dilaveris PE, Fauchier L, Filippatos G, Kalman JM, La Meir M, Lane DA, Lebeau JP, Lettino M, Lip GYH, Pinto FJ, Thomas GN, Valgimigli M, Van Gelder IC, Van Putte BP, Watkins CL; ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. *Eur Heart J*. 2021 Feb 1;42(5):373-498. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa612.
13. Аракелян М.Г., Бокерия Л.А., Васильева Е.Ю., Голицын С.П., Голухова Е.З., Горев М.В., Давтян К.В., Драпкина О.М., Кропачева Е.С., Кучинская Е.А., Лайович Л.Ю., Миронов Н.Ю., Мишина И.Е., Панченко Е.П., Ревивили А.Ш., Рзаев Ф.Г., Татарский Б.А., Уцумева М.Д., Шахматова О.О., Шлевков Н.Б., Шпектор А.В., Андреев Д.А., Артюхина Е.А., Барбараш О.Л., Галявич А.С., Дупляков Д.В., Зенин С.А., Лебедев Д.С., Михайлов Е.Н., Новикова Н.А., Попов С.В., Филатов А.Г., Шляхто Е.В., Шубик Ю.В. Фибрилляция и трепетание предсердий. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(7):4594. doi:10.15829/1560-4071-2021-4594
14. Calkins H, Reynolds MR, Spector P, Sondhi M, Xu Y, Martin A, Williams CJ, Sledge I. Treatment of atrial fibrillation with antiarrhythmic drugs or radiofrequency ablation: two systematic literature reviews and meta-analyses. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2009 Aug;2(4):349-61. doi: 10.1161/CIRCEP.108.824789.
15. Zimetbaum P. Amiodarone for atrial fibrillation. *N Engl J Med*. 2007 Mar 1;356(9):935-41. doi: 10.1056/NEJMc065916.
16. Calkins H, Kuck KH, Cappato R, Brugada J, Camm AJ, Chen SA, Crijns HJ, Damiano RJ Jr, Davies DW, DiMarco J, Edgerton J, Ellenbogen K, Ezekowitz MD, Haines DE, Haissaguerre M, Hindricks G, Iesaka Y, Jackman W, Jalife J, Jais P, Kalman J, Keane D, Kim YH, Kirchhof P, Klein G, Kottkamp H, Kumagai K, Lindsay BD, Mansour M, Marchlinski FE, McCarthy PM, Mont JL, Morady F, Nademanee K, Nakagawa H, Natale A, Nattel S, Packer DL, Pappone C, Prystowsky E, Raviele A, Reddy V, Ruskin JN, Shemin RJ, Tsao HM, Wilber D. 2012 HRS/EHRA/ECAS Expert Consensus Statement on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation: recommendations for patient selection, procedural techniques, patient management and follow-up, definitions, endpoints, and research trial design. *Europace*. 2012 Apr;14(4):528-606. doi: 10.1093/europace/eus027.
17. Ruaengsri C, Schill MR, Khiabani AJ, Schuessler RB, Melby SJ, Damiano RJ Jr. The Cox-maze IV procedure in its second decade: still the gold standard? *Eur J Cardiothorac Surg*. 2018 Apr 1;53(suppl_1): i19-i25. doi: 10.1093/ejcts/ezx326.
18. Haïssaguerre M, Jaïs P, Shah DC, Takahashi A, Hocini M, Quiniou G, Garrigue S, Le Mouroux A, Le Métayer P, Clémenty J. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med*. 1998 Sep 3;339(10):659-66. doi: 10.1056/NEJM199809033391003.
19. Jaïs P, Haïssaguerre M, Shah DC, Chouairi S, Gencel L, Hocini M, Clémenty J. A focal source of atrial fibrillation treated by discrete radiofrequency ablation. *Circulation*. 1997 Feb 4;95(3):572-6. doi: 10.1161/01.cir.95.3.572.
20. Pappone C, Rosanio S, Oreto G, Tocchi M, Gugliotta F, Vicedomini G, Salvati A, Dicandia C, Mazzone P, Santinelli V, Gulletta S, Chierchia S. Circumferential radiofrequency ablation

of pulmonary vein ostia: A new anatomic approach for curing atrial fibrillation. *Circulation*. 2000 Nov 21;102(21):2619-28. doi: 10.1161/01.cir.102.21.2619.

21. Wittkampf FH, Nakagawa H. RF catheter ablation: Lessons on lesions. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2006 Nov;29(11):1285-97. doi: 10.1111/j.1540-8159.2006.00533.x.

22. Taghji P, El Haddad M, Philips T, Wolf M, Knecht S, Vandekerckhove Y, Tavernier R, Nakagawa H, Duytschaever M. Evaluation of a Strategy Aiming to Enclose the Pulmonary Veins with Contiguous and Optimized Radiofrequency Lesions in Paroxysmal Atrial Fibrillation: A Pilot Study. *JACC Clin Electrophysiol*. 2018 Jan;4(1):99-108. doi: 10.1016/j.jacep.2017.06.023.

23. Park CI, Lehrmann H, Keyl C, Weber R, Schiebeling J, Allgeier J, Schurr P, Shah A, Neumann FJ, Arentz T, Jadidi AS. Mechanisms of pulmonary vein reconnection after radiofrequency ablation of atrial fibrillation: the deterministic role of contact force and interlesion distance. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2014 Jul;25(7):701-8. doi: 10.1111/jce.12396.

24. Nakagawa H, Jackman WM. The Role of Contact Force in Atrial Fibrillation Ablation. *J Atr Fibrillation*. 2014 Jun 30;7(1):1027. doi: 10.4022/jafib.1027.

25. Hussein A, Das M, Riva S, Morgan M, Ronayne C, Sahni A, Shaw M, Todd D, Hall M, Modi S, Natale A, Dello Russo A, Snowdon R, Gupta D. Use of Ablation Index-Guided Ablation Results in High Rates of Durable Pulmonary Vein Isolation and Freedom From Arrhythmia in Persistent Atrial Fibrillation Patients: The PRAISE Study Results. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2018 Sep;11(9): e006576. doi: 10.1161/CIRCEP.118.006576.

26. Gage AA, Baust JM, Baust JG. Experimental cryosurgery investigations in vivo. *Cryobiology*. 2009 Dec;59(3):229-43. doi: 10.1016/j.cryobiol.2009.10.001.

27. Straube F, Dorwarth U, Schmidt M, Wankerl M, Ebersberger U, Hoffmann E. Comparison of the first and second cryoballoon: high-volume single-center safety and efficacy analysis. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2014 Apr;7(2):293-9. doi: 10.1161/CIRCEP.113.000899.

28. Zhou X, Lv W, Zhang W, Ye Y, Li Y, Zhou Q, Zhang J, Xing Q, Lu Y, Zhang L, Wang H, Qin W, Tang B. Comparative efficacy and safety of contact force-sensing catheter and second-generation cryoballoon ablation for atrial fibrillation: a meta-analysis. *Braz J Med Biol Res*. 2017 Aug 7;50(9): e6409. doi: 10.1590/1414-431X20176409.

29. Andrade JG, Deyell MW, Badra M, Champagne J, Dubuc M, Leong-Sit P, Macle L, Novak P, Roux JF, Sapp J, Tang A, Verma A, Wells GA, Khairy P. Randomised clinical trial of cryoballoon versus irrigated radio frequency catheter ablation for atrial fibrillation-the effect of double short versus standard exposure cryoablation duration during pulmonary vein isolation (CIRCA-DOSE): methods and rationale. *BMJ Open*. 2017 Oct 5;7(10):e017970. doi: 10.1136/bmjopen-2017-017970.

30. Wijesurendra RS, Casadei B. Mechanisms of atrial fibrillation. *Heart*. 2019 Dec;105(24):1860-1867. doi: 10.1136/heartjnl-2018-314267.

31. Sicouri S, Blazek J, Belardinelli L, Antzelevitch C. Electrophysiological characteristics of canine superior vena cava sleeve preparations: effect of ranolazine. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2012 Apr;5(2):371-9. doi: 10.1161/CIRCEP.111.969493.

32. Higuchi K, Yamauchi Y, Hirao K, Sasaki T, Hachiya H, Sekiguchi Y, Nitta J, Isobe M. Superior vena cava as initiator of atrial fibrillation: factors related to its arrhythmogenicity. *Heart Rhythm*. 2010 Sep;7(9):1186-91. doi: 10.1016/j.hrthm.2010.05.017.

33. Corrado A, Bonso A, Madalosso M, Rossillo A, Themistoclakis S, Di Biase L, Natale A, Raviele A. Impact of systematic isolation of superior vena cava in addition to pulmonary vein antrum isolation on the outcome of paroxysmal, persistent, and permanent atrial fibrillation ablation: results from a randomized study. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2010

Jan;21(1):1-5. doi: 10.1111/j.1540-8167.2009.01577.x.

34. Кривошеев Ю.С., Башта Д.И., Симонян А.А., Кrasilникова С.Ю., Виленский Л.И., Мзыжкова Т.А., Мисходжева З.А., Колесников В.Н. Абляция ганглионарных сплетений в сочетании с изоляцией легочных вен после медикаментозного тестирования «скрытого» атривенозного проведения с исключением внелегочных триггеров у пациентов с пароксизмальной формой фибрилляции предсердий. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2018;22(3):25-38. doi: 10.21688-1681-3472-2018-3-25-38

35. Colvin E.V. Cardiac embryology. In: Garson A. Jr., editor. *The Science and Practice of Pediatric Cardiology*. 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins; Baltimore, MD, USA: 1998. pp. 91–126.

36. Kaba RA, Momin A, Camm J. Persistent Atrial Fibrillation: The Role of Left Atrial Posterior Wall Isolation and Ablation Strategies. *J Clin Med*. 2021 Jul 15;10(14):3129. doi: 10.3390/jcm10143129.

37. Козлов А.В., Дурманов С.С., Базылев В.В. Изоляция задней стенки левого предсердия при персистирующей форме фибрилляции предсердий не влияет на эффективность катетерной абляции: пилотное исследование. *Вестник аритмологии*. 2022;29(3):5-12. doi: 10.35336/VA-2022-3-01

38. Nademanee K, Oketani N. The role of complex fractionated atrial electrograms in atrial fibrillation ablation moving to the beat of a different drum. *J Am Coll Cardiol*. 2009 Mar 3;53(9):790-1. doi: 10.1016/j.jacc.2008.11.022.

39. Mateos JC, Mateos EI, Lobo TJ, Pachón MZ, Mateos JC, Pachón DQ, Vargas RN, Piegas LS, Jatene AD. Radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation guided by spectral mapping of atrial fibrillation nests in sinus rhythm. *Arq Bras Cardiol*. 2007 Sep;89(3):124-34, 140-50. English, Portuguese. doi: 10.1590/s0066-782x2007001500001.

40. Oral H, Chugh A, Yoshida K, Sarrazin JF, Kuhne M, Crawford T, Chalfoun N, Wells D, Boonyapisit W, Veerareddy S, Billakanty S, Wong WS, Good E, Jongnarangsin K, Pelosi F Jr, Bogun F, Morady F. A randomized 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 Mar 3;53(9):782-9. doi: 10.1016/j.jacc.2008.10.054.

41. Verma A, Jiang CY, Betts TR, Chen J, Deisenhofer I, Mantovan R, Macle L, Morillo CA, Haverkamp W, Weerasooriya R, Albenque JP, Nardi S, Menardi E, Novak P, Sanders P, STAR AF II Investigators. Approaches to catheter ablation for persistent atrial fibrillation. *N Engl J Med*. 2015 May 7;372(19):1812-22. doi: 10.1056/NEJMoa1408288.

42. Lupercio F, Lin AY, Aldas OM, Romero J, Briceno D, Hoffmayer KS, Han FT, Di Biase L, Feld GK, Hsu JC. Role of adjunctive posterior wall isolation in patients undergoing atrial fibrillation ablation: a systematic review and meta-analysis. *J Interv Card Electrophysiol*. 2020 Jun;58(1):77-86. doi: 10.1007/s10840-019-00634-8.

43. Sau A, Al-Aidarous S, Howard J, Shalhoub J, Sohaib A, Shun-Shin M, Novak PG, Leather R, Sterns LD, Lane C, Kanagaratnam P, Peters NS, Francis DP, Sikkil MB. Optimum lesion set and predictors of outcome in persistent atrial fibrillation ablation: a meta-regression analysis. *Europace*. 2019 Aug 1;21(8):1176-1184. doi: 10.1093/europace/euz108.

44. Bai R, Di Biase L, Mohanty P, Trivedi C, Dello Russo A, Themistoclakis S, Casella M, Santarelli P, Fassini G, Santangeli P, Mohanty S, Rossillo A, Pelargonio G, Horton R, Sanchez J, Gallinhouse J, Burkhardt JD, Ma CS, Tondo C, Natale A. Proven isolation of the pulmonary vein antrum with or without left atrial posterior wall isolation in patients with persistent atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. 2016 Jan;13(1):132-40. doi: 10.1016/j.hrthm.2015.08.019.

45. Lee JM, Shim J, Park J, Yu HT, Kim TH, Park JK, Uhm JS, Kim JB, Joung B, Lee MH, Kim YH, Pak HN; POBI-AF Investigators. The Electrical Isolation of the Left

Atrial Posterior Wall in Catheter Ablation of Persistent Atrial Fibrillation. *JACC Clin Electrophysiol*. 2019 Nov;5(11):1253-1261. doi: 10.1016/j.jacep.2019.08.021.

46. Hanke T, Charitz EI, Stierle U, Karluss A, Kraatz E, Graf B, Hagemann A, Misfeld M, Sievers HH. Twenty-four-hour holter monitor follow-up does not provide accurate heart rhythm status after surgical atrial fibrillation ablation therapy: up to 12 months experience with a novel permanently implantable heart rhythm monitor device. *Circulation*. 2009 Sep 15;120(11 Suppl):S177-84. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.838474.

47. Hindricks G, Pokushalov E, Urban L, Taborsky M,

Kuck KH, Lebedev D, Rieger G, Pürerfellner H; XPECT Trial Investigators. Performance of a new leadless implantable cardiac monitor in detecting and quantifying atrial fibrillation: Results of the XPECT trial. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2010 Apr;3(2):141-7. doi: 10.1161/CIRCEP.109.877852.

48. Verma A, Champagne J, Sapp J, Essebag V, Novak P, Skanes A, Morillo CA, Khaykin Y, Birnie D. Discerning the incidence of symptomatic and asymptomatic episodes of atrial fibrillation before and after catheter ablation (DISCERN AF): a prospective, multicenter study. *JAMA Intern Med*. 2013 Jan 28;173(2):149-56. doi: 10.1001/jamainternmed.2013.1561.

REFERENCES

1. Brasca FMA, Menè R, Perego GB. Catheter Ablation for Atrial Fibrillation in Structural Heart Disease: A Review. *J Clin Med*. 2023 Feb 10;12(4):1431. doi: 10.3390/jcm12041431.

2. Benjamin EJ, Muntner P, Alonso A, Bittencourt MS, Callaway CW, Carson AP, Chamberlain AM, Chang AR, Cheng S, Das SR, Delling FN, Djousse L, Elkind MSV, Ferguson JF, Fornage M, Jordan LC, Khan SS, Kissela BM, Knutson KL, Kwan TW, Lackland DT, Lewis TT, Lichtman JH, Longenecker CT, Loop MS, Lutsey PL, Martin SS, Matsushita K, Moran AE, Mussolino ME, O'Flaherty M, Pandey A, Perak AM, Rosamond WD, Roth GA, Sampson UKA, Satou GM, Schroeder EB, Shah SH, Spartano NL, Stokes A, Tirschwell DL, Tsao CW, Turakhia MP, VanWagner LB, Wilkins JT, Wong SS, Virani SS; American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2019 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2019 Mar 5;139(10):e56-e528. doi: 10.1161/CIR.0000000000000659.

3. Schnabel RB, Yin X, Gona P, Larson MG, Beiser AS, McManus DD, Newton-Cheh C, Lubitz SA, Magnani JW, Ellinor PT, Seshadri S, Wolf PA, Vasan RS, Benjamin EJ, Levy D. 50 year trends in atrial fibrillation prevalence, incidence, risk factors, and mortality in the Framingham Heart Study: a cohort study. *Lancet*. 2015 Jul 11;386(9989):154-62. doi: 10.1016/S0140-6736(14)61774-8.

4. Miyasaka Y, Barnes ME, Gersh BJ, Cha SS, Bailey KR, Abhayaratna WP, Seward JB, Tsang TS. Secular trends in incidence of atrial fibrillation in Olmsted County, Minnesota, 1980 to 2000, and implications on the projections for future prevalence. *Circulation*. 2006 Jul 11;114(2):119-25. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.595140.

5. Di Carlo A, Bellino L, Consoli D, Mori F, Zaninelli A, Baldereschi M, Cattarinussi A, D'Alfonso MG, Gradia C, Sgherzi B, Pracucci G, Piccardi B, Polizzi B, Inzitari D; National Research Program: Progetto FAI. La Fibrillazione Atriale in Italia. Prevalence of atrial fibrillation in the Italian elderly population and projections from 2020 to 2060 for Italy and the European Union: the FAI Project. *Europace*. 2019 Oct 1;21(10):1468-1475. doi: 10.1093/europace/euz141.

6. Chiang CE, Wang KL, Lip GY. Stroke prevention in atrial fibrillation: an Asian perspective. *Thromb Haemost*. 2014 May 5;111(5):789-97. doi: 10.1160/TH13-11-0948.

7. Polyakov D.S., Fomin I.V., Belenkov Yu.N., Mareev V.Yu., Ageev F.T., Artemjeva E.G., Badin Yu.V., Bakulina E.V., Vinogradova N.G., Galyavich A.S., Ionova T.S., Kamalov G.M., Kechedzhieva S.G., Koziolova N.A., Malenkova V.Yu., Malchikova S.V., Mareev Yu.V., Smirnova E.A., Tarlovskaya E.I., Shcherbinina E.V., Yakushin S.S. Chronic heart failure in the Russian Federation: what has changed over 20 years of follow-up? Results of the EPOCH-CHF study. *Kardiologiya*. 2021;61(4):414. (In Russ) doi:10.18087/cardio.2021.4. n1628

8. Shapkina M.Yu., Mazdorova E.V., Avdeeva E.M., Shcherbakova L.V., Ryabikov A.N., Hubachek J.A., Bobak M., Maljutina S.K. Changes in the prevalence of atrial fibrillation in the Russian population over a 13-year follow-up.

Cardiovascular Therapy and Prevention. 2022;21(8):3108. (In Russ.) doi:10.15829/1728-8800-2022-3108

9. Lloyd-Jones DM, Wang TJ, Leip EP, Larson MG, Levy D, Vasan RS, D'Agostino RB, Massaro JM, Beiser A, Wolf PA, Benjamin EJ. Lifetime risk for development of atrial fibrillation: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2004 Aug 31;110(9):1042-6. doi: 10.1161/01.CIR.0000140263.20897.42.

10. Mou L, Norby FL, Chen LY, O'Neal WT, Lewis TT, Loehr LR, Soliman EZ, Alonso A. Lifetime Risk of Atrial Fibrillation by Race and Socioeconomic Status: ARIC Study (Atherosclerosis Risk in Communities). *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2018 Jul;11(7): e006350. doi: 10.1161/CIRCEP.118.006350.

11. Kirchhof P, Benussi S, Kotecha D, Ahlsson A, Atar D, Casadei B, Castella M, Diener HC, Heidbuchel H, Hendriks J, Hindricks G, Manolis AS, Oldgren J, Popescu BA, Schotten U, Van Putte B, Vardas P, Agewall S, Camm J, Baron Esquivias G, Budts W, Carerj S, Casselman F, Coca A, De Caterina R, Deftereos S, Dobrev D, Ferro JM, Filippatos G, Fitzsimons D, Gorenek B, Guenoun M, Hohnloser SH, Kolh P, Lip GY, Manolis A, McMurray J, Ponikowski P, Rosenhek R, Ruschitzka F, Savelieva I, Sharma S, Suwalski P, Tamargo JL, Taylor CJ, Van Gelder IC, Voors AA, Windecker S, Zamorano JL, Zeppenfeld K. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2016 Nov;50(5): e1-e88. doi: 10.1093/ejcts/ezw13.

12. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, Arbelo E, Bax JJ, Blomström-Lundqvist C, Boriani G, Castella M, Dan GA, Dilaveris PE, Fauchier L, Filippatos G, Kalman JM, La Meir M, Lane DA, Lebeau JP, Lettino M, Lip GYH, Pinto FJ, Thomas GN, Valgimigli M, Van Gelder IC, Van Putte BP, Watkins CL; ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. *Eur Heart J*. 2021 Feb 1;42(5):373-498. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa612.

13. Arakelyan M.G., Bockeria L.A., Vasilieva E.Yu., Golitsyn S.P., Golukhova E.Z., Gorev M.V., Davtyan K.V., Drapkina O.M., Kropacheva E.S., Kuchinskaya E.A., Lajovich L.Yu., Mironov N.Yu., Mishina I.E., Panchenko E.P., Revishvili A.Sh., Rzayev F.G., Tatarsky B.A., Utsumueva M.D., Shakhmatova O.O., Shlevkov N.B., Shpektor A.V., Andreev D.A., Artyukhina E.A., Barbarash O.L., Galyavich A.S., Duplyakov D.V., Zenin S.A., Lebedev D.S., Mikhailov E.N., Novikova N.A., Popov S.V., Filatov A.G., Shlyakhto E.V., Shubik Yu.V. 2020 Clinical guidelines for Atrial fibrillation and atrial flutter. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(7):4594. (In Russ.) doi:10.15829/1560-4071-2021-4594

14. Calkins H, Reynolds MR, Spector P, Sondhi M, Xu Y, Martin A, Williams CJ, Sledge I. Treatment of atrial fibrillation

with antiarrhythmic drugs or radiofrequency ablation: two systematic literature reviews and meta-analyses. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2009 Aug;2(4):349-61. doi: 10.1161/CIRCEP.108.824789.

15. Zimetbaum P. Amiodarone for atrial fibrillation. *N Engl J Med.* 2007 Mar 1;356(9):935-41. doi: 10.1056/NEJMct065916.

16. Calkins H, Kuck KH, Cappato R, Brugada J, Camm AJ, Chen SA, Crijns HJ, Damiano RJ Jr, Davies DW, DiMarco J, Edgerton J, Ellenbogen K, Ezekowitz MD, Haines DE, Haissaguerre M, Hindricks G, Iesaka Y, Jackman W, Jalife J, Jais P, Kalman J, Keane D, Kim YH, Kirchhof P, Klein G, Kottkamp H, Kumagai K, Lindsay BD, Mansour M, Marchlinski FE, McCarthy PM, Mont JL, Morady F, Nademanee K, Nakagawa H, Natale A, Nattel S, Packer DL, Pappone C, Prystowsky E, Raviele A, Reddy V, Ruskin JN, Shemin RJ, Tsao HM, Wilber D. 2012 HRS/EHRA/ECAS Expert Consensus Statement on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation: recommendations for patient selection, procedural techniques, patient management and follow-up, definitions, endpoints, and research trial design. *Europace.* 2012 Apr;14(4):528-606. doi: 10.1093/europace/eus027.

17. Ruaengsri C, Schill MR, Khiabani AJ, Schuessler RB, Melby SJ, Damiano RJ Jr. The Cox-maze IV procedure in its second decade: still the gold standard? *Eur J Cardiothorac Surg.* 2018 Apr 1;53(suppl_1):i19-i25. doi: 10.1093/ejcts/ezx326.

18. Haïssaguerre M, Jaïs P, Shah DC, Takahashi A, Hocini M, Quiniou G, Garrigue S, Le Mouroux A, Le Métayer P, Clémenty J. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med.* 1998 Sep 3;339(10):659-66. doi: 10.1056/NEJM199809033391003.

19. Jaïs P, Haïssaguerre M, Shah DC, Chouairi S, Gencel L, Hocini M, Clémenty J. A focal source of atrial fibrillation treated by discrete radiofrequency ablation. *Circulation.* 1997 Feb 4;95(3):572-6. doi: 10.1161/01.cir.95.3.572.

20. Pappone C, Rosanio S, Oreto G, Tocchi M, Gugliotta F, Vicedomini G, Salvati A, Dicandia C, Mazzone P, Santinelli V, Gulletta S, Chierchia S. Circumferential radiofrequency ablation of pulmonary vein ostia: A new anatomic approach for curing atrial fibrillation. *Circulation.* 2000 Nov 21;102(21):2619-28. doi: 10.1161/01.cir.102.21.2619.

21. Wittkampf FH, Nakagawa H. RF catheter ablation: Lessons on lesions. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2006 Nov;29(11):1285-97. doi: 10.1111/j.1540-8159.2006.00533.x.

22. Taghji P, El Haddad M, Philips T, Wolf M, Knecht S, Vandekerckhove Y, Tavernier R, Nakagawa H, Duytschaever M. Evaluation of a Strategy Aiming to Enclose the Pulmonary Veins with Contiguous and Optimized Radiofrequency Lesions in Paroxysmal Atrial Fibrillation: A Pilot Study. *JACC Clin Electrophysiol.* 2018 Jan;4(1):99-108. doi: 10.1016/j.jacep.2017.06.023.

23. Park CI, Lehmann H, Keyl C, Weber R, Schiebeling J, Allgeier J, Schurr P, Shah A, Neumann FJ, Arentz T, Jadidi AS. Mechanisms of pulmonary vein reconnection after radiofrequency ablation of atrial fibrillation: the deterministic role of contact force and interlesion distance. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2014 Jul;25(7):701-8. doi: 10.1111/jce.12396.

24. Nakagawa H, Jackman WM. The Role of Contact Force in Atrial Fibrillation Ablation. *J Atr Fibrillation.* 2014 Jun 30;7(1):1027. doi: 10.4022/jafib.1027.

25. Hussein A, Das M, Riva S, Morgan M, Ronayne C, Sahni A, Shaw M, Todd D, Hall M, Modi S, Natale A, Dello Russo A, Snowdon R, Gupta D. Use of Ablation Index-Guided Ablation Results in High Rates of Durable Pulmonary Vein Isolation and Freedom From Arrhythmia in Persistent Atrial Fibrillation Patients: The PRAISE Study Results. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2018 Sep;11(9): e006576. doi: 10.1161/CIRCEP.118.006576.

26. Gage AA, Baust JM, Baust JG. Experimental cryosurgery investigations in vivo. *Cryobiology.* 2009 Dec;59(3):229-43. doi: 10.1016/j.cryobiol.2009.10.001.

27. Straube F, Dorwarth U, Schmidt M, Wankel M,

Ebersberger U, Hoffmann E. Comparison of the first and second cryoballoon: high-volume single-center safety and efficacy analysis. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2014 Apr;7(2):293-9. doi: 10.1161/CIRCEP.113.000899.

28. Zhou X, Lv W, Zhang W, Ye Y, Li Y, Zhou Q, Zhang J, Xing Q, Lu Y, Zhang L, Wang H, Qin W, Tang B. Comparative efficacy and safety of contact force-sensing catheter and second-generation cryoballoon ablation for atrial fibrillation: a meta-analysis. *Braz J Med Biol Res.* 2017 Aug 7;50(9): e6409. doi: 10.1590/1414-431X20176409.

29. Andrade JG, Deyell MW, Badra M, Champagne J, Dubuc M, Leong-Sit P, Macle L, Novak P, Roux JF, Sapp J, Tang A, Verma A, Wells GA, Khairy P. Randomised clinical trial of cryoballoon versus irrigated radio frequency catheter ablation for atrial fibrillation-the effect of double short versus standard exposure cryoablation duration during pulmonary vein isolation (CIRCA-DOSE): methods and rationale. *BMJ Open.* 2017 Oct 5;7(10):e017970. doi: 10.1136/bmjopen-2017-017970.

30. Wijesurendra RS, Casadei B. Mechanisms of atrial fibrillation. *Heart.* 2019 Dec;105(24):1860-1867. doi: 10.1136/heartjnl-2018-314267.

31. Sicouri S, Blazek J, Belardinelli L, Antzelevitch C. Electrophysiological characteristics of canine superior vena cava sleeve preparations: effect of ranolazine. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2012 Apr;5(2):371-9. doi: 10.1161/CIRCEP.111.969493.

32. Higuchi K, Yamauchi Y, Hirao K, Sasaki T, Hachiya H, Sekiguchi Y, Nitta J, Isobe M. Superior vena cava as initiator of atrial fibrillation: factors related to its arrhythmogenicity. *Heart Rhythm.* 2010 Sep;7(9):1186-91. doi: 10.1016/j.hrthm.2010.05.017.

33. Corrado A, Bonso A, Madalosso M, Rossillo A, Themistoclakis S, Di Biase L, Natale A, Raviele A. Impact of systematic isolation of superior vena cava in addition to pulmonary vein antrum isolation on the outcome of paroxysmal, persistent, and permanent atrial fibrillation ablation: results from a randomized study. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2010 Jan;21(1):1-5. doi: 10.1111/j.1540-8167.2009.01577.x.

34. Krivosheev Yu. S., Bashta D.I., Simonyan A.A., Krasilnikova S.Yu., Vilenskiy L.I., Myznikova T.A., Mishodzhova Z.A., Kolesnikov V.N. Ganglionated plexi ablation with pulmonary vein isolation after testing dormant pulmonary vein conduction and excluding non-pulmonary triggers in patients with paroxysmal atrial fibrillation. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2018;22(3):25-38. (In Russ.) doi: 10.21688-1681-3472-2018-3-25-38

35. Colvin E.V. Cardiac embryology. In: Garson A. Jr., editor. *The Science and Practice of Pediatric Cardiology.* 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins; Baltimore, MD, USA: 1998. pp. 91-126.

36. Kaba RA, Momin A, Camm J. Persistent Atrial Fibrillation: The Role of Left Atrial Posterior Wall Isolation and Ablation Strategies. *J Clin Med.* 2021 Jul 15;10(14):3129. doi: 10.3390/jcm10143129.

37. Kozlov AV, Durmanov SS, Bazylev VV. Left atrial posterior wall isolation in persistent atrial fibrillation does not influence the efficacy of catheter ablation: a pilot study. *Journal of Arrhythmology.* 2022;29(3): 5-12. (In Russ.). doi: 10.35336/VA-2022-3-01

38. Nademanee K, Oketani N. The role of complex fractionated atrial electrograms in atrial fibrillation ablation moving to the beat of a different drum. *J Am Coll Cardiol.* 2009 Mar 3;53(9):790-1. doi: 10.1016/j.jacc.2008.11.022.

39. Mateos JC, Mateos EI, Lobo TJ, Pachón MZ, Mateos JC, Pachón DQ, Vargas RN, Piegas LS, Jatene AD. Radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation guided by spectral mapping of atrial fibrillation nests in sinus rhythm. *Arq Bras Cardiol.* 2007 Sep;89(3):124-34, 140-50. English, Portuguese. doi: 10.1590/s0066-782x2007001500001.

40. Oral H, Chugh A, Yoshida K, Sarrazin JF, Kuhne M,

Crawford T, Chalfoun N, Wells D, Boonyapisit W, Veerareddy S, Billakanty S, Wong WS, Good E, Jongnarangsin K, Pelosi F Jr, Bogun F, Morady F. A randomized 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 Mar 3;53(9):782-9. doi: 10.1016/j.jacc.2008.10.054.

41. Verma A, Jiang CY, Betts TR, Chen J, Deisenhofer I, Mantovan R, Macle L, Morillo CA, Haverkamp W, Weerasooriya R, Albenque JP, Nardi S, Menardi E, Novak P, Sanders P; STAR AF II Investigators. Approaches to catheter ablation for persistent atrial fibrillation. *N Engl J Med*. 2015 May 7;372(19):1812-22. doi: 10.1056/NEJMoa1408288.

42. Lupercio F, Lin AY, Aldaas OM, Romero J, Briceno D, Hoffmayer KS, Han FT, Di Biase L, Feld GK, Hsu JC. Role of adjunctive posterior wall isolation in patients undergoing atrial fibrillation ablation: a systematic review and meta-analysis. *J Interv Card Electrophysiol*. 2020 Jun;58(1):77-86. doi: 10.1007/s10840-019-00634-8.

43. Sau A, Al-Aidarous S, Howard J, Shalhoub J, Sohaib A, Shun-Shin M, Novak PG, Leather R, Sterns LD, Lane C, Kanagaratnam P, Peters NS, Francis DP, Sikkil MB. Optimum lesion set and predictors of outcome in persistent atrial fibrillation ablation: a meta-regression analysis. *Europace*. 2019 Aug 1;21(8):1176-1184. doi: 10.1093/europace/euz108.

44. Bai R, Di Biase L, Mohanty P, Trivedi C, Dello Russo A, Themistoclakis S, Casella M, Santarelli P, Fassini G, Santangeli P, Mohanty S, Rossillo A, Pelargonio G, Horton R, Sanchez J, Gallinhouse J, Burkhardt JD, Ma CS, Tondo C, Natale A. Proven isolation of the pulmonary vein antrum with or without

left atrial posterior wall isolation in patients with persistent atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. 2016 Jan;13(1):132-40. doi: 10.1016/j.hrthm.2015.08.019.

45. Lee JM, Shim J, Park J, Yu HT, Kim TH, Park JK, Uhm JS, Kim JB, Joung B, Lee MH, Kim YH, Pak HN; POBI-AF Investigators. The Electrical Isolation of the Left Atrial Posterior Wall in Catheter Ablation of Persistent Atrial Fibrillation. *JACC Clin Electrophysiol*. 2019 Nov;5(11):1253-1261. doi: 10.1016/j.jacep.2019.08.021.

46. Hanke T, Charitos EI, Stierle U, Karluss A, Kraatz E, Graf B, Hagemann A, Misfeld M, Sievers HH. Twenty-four-hour holter monitor follow-up does not provide accurate heart rhythm status after surgical atrial fibrillation ablation therapy: up to 12 months experience with a novel permanently implantable heart rhythm monitor device. *Circulation*. 2009 Sep 15;120(11 Suppl):S177-84. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.838474.

47. Hindricks G, Pokushalov E, Urban L, Taborsky M, Kuck KH, Lebedev D, Rieger G, Pürerfellner H; XPECT Trial Investigators. Performance of a new leadless implantable cardiac monitor in detecting and quantifying atrial fibrillation: Results of the XPECT trial. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2010 Apr;3(2):141-7. doi: 10.1161/CIRCEP.109.877852.

48. Verma A, Champagne J, Sapp J, Essebag V, Novak P, Skanes A, Morillo CA, Khaykin Y, Birnie D. Discerning the incidence of symptomatic and asymptomatic episodes of atrial fibrillation before and after catheter ablation (DISCERN AF): a prospective, multicenter study. *JAMA Intern Med*. 2013 Jan 28;173(2):149-56. doi: 10.1001/jamainternmed.2013.1561.

Для цитирования: Ливадный Е.С., Мамчур С.Е., Бохан Н.С. Современные методы катетерного лечения фибрилляции предсердий: актуальное состояние вопроса. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2025;14(1): 132-143. DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-1-132-143

To cite: Livadnyi E.S., Mamchur S.E., Bokhan N.S. Modern methods of catheter treatment of atrial fibrillation. *Current status of the issue. Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2025;14(1): 132-143. DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-1-132-143