

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

УДК 615. 832. 9

Аникина Л. В.

КРИОМЕДИЦИНА: ПЛЮСЫ И МИНУСЫ. ЧАСТЬ 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИОДЕСТРУКЦИИ В ЛЕЧЕНИИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Читинская государственная медицинская академия Министерства здравоохранения Российской Федерации, 672000, г. Чита, ул. Горького, 39а**Резюме: в настоящем разделе представлены данные, освещающие результаты борьбы с фибрилляцией предсердий с помощью криоабляции.**Ключевые слова: фибрилляция предсердий, криоабляция.*

Anikina L.V.

KRIOMEDICINE, ITS PROS AND CONS.**PART 5. USE OF CRYODESTRUCTION IN TREATMENT OF ATRIAL FIBRILLATIONS***Chita State Medical Academy, 39a, Gorky's street, Chita, Russia, 672000**Summary: This section presents data on the results of the fight against atrial fibrillation using cryoablation.**Key words: atrial fibrillation, cryoablation.*

Нарушения ритма сердца – широко распространенное клиническое явление. Судя по многочисленным трудам ученых-медиков [1-5], их возникновение может быть спровоцировано практически любым вариантом патологии данного органа: острыми и хроническими формами ишемической болезни сердца [5, 6], артериальными гипертензиями, приобретенными и врожденными пороками сердца [6], заболеваниями миокарда воспалительной или иной природы, генетическими аномалиями, приводящими к срыву процессов деполяризации и реполяризации сердечной мышцы [1-5].

Особое место среди аритмий миокарда принадлежит фибрилляции предсердий (ФП), на долю которой, по общему мнению специалистов, приходится 1-2% в общей популяции, причем с возрастом наблюдается тенденция к росту [3, 6-13].

К факторам, способствующим развитию этого недуга, кроме вышеперечисленных, исследователи относят ожирение [8, 14], мужской пол, синдром обструктивного апноэ во сне [9], меньшую роль играет курение [15].

Многих лечащих врачей поражает факт, что ФП иногда протекает бессимптомно, но чаще, как констатируют медики, для пациентов характерны апатия, хроническая усталость, дискомфорт в области грудной клетки, тахикардия, одышка, обмороки, нарушения сна, головокружение, снижение толерантности к физической нагрузке – все перечисленные симптомы ухудшают качество жизни, способны приводить к тяжелым сердечно-сосудистым осложнениям, развитию инфаркта миокарда, инсультов, увеличивая вероятность инвалидизации и риск смерти [1, 3, 4, 8, 9, 11, 12, 16-19].

Все эти обстоятельства подчеркивают чрезвычайную актуальность проблемы лечения ФП [1, 3, 9, 19, 20], ведь затраты на него и в России, и в европейских странах колеблются от 1,0% до 3,0% от общего бюджета здравоохранения [3, 21]. Как считают многие исследователи, терапия данной аритмии является сложной задачей в связи с ее рецидивирующим течением [2, 3]. По данным большинства ученых, работающих в данной области, эффективность медикаментозной, в первую очередь антиаритмической и антикоагулянтной терапии до сих пор недостаточно высока, а в ряде случаев не препятствует возникновению серьезных побочных явлений (системных эмболий, инфаркту, инсульту) [9, 10, 22, 23], что побудило разработать и внедрить хирургические технологии – достаточно безопасную альтернативу для восстановления синусового ритма [3, 16, 21-29].

Сравнительная характеристика различных абляций при лечении ФП. Как настаивает основная часть авторов, занимающихся этой проблемой, в подавляющем большинстве случаев при ФП пусковым фактором служит патологическая электрическая активность в устьях легочных вен [2, 3, 4, 26], обусловленная многими явлениями:

- дисфункцией нейрогуморальной регуляции [33],
- возбуждением воспалительных систем с индукцией различных цитокинов [9, 33],
- структурными изменениями межклеточных и клеточных элементов миокарда [30-33, 38].

Устранение в очаге триггерных факторов - ключевая цель катетерных вмешательств при терапии ФП [26, 29, 30, 31, 34-40]. В настоящее время изоляция легочных вен, считающаяся «золотым стандартом» хирургического лечения, претерпела множество модификаций и является достаточно эффективным способом катетерной абляции [26, 55]. По данным Е.Н. Михайлова с сотр. [27], подобный вариант интервенционного метода восстанавливает и удерживает синусовый ритм у пациентов с симптомной ФП. Крупными рандомизированными клиническими исследованиями, обобщенными этими учеными, показано его преимущество перед медикаментозной антиаритмической терапией [27]. Согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов [26, 36, 38], подобные технологии показаны при неэффективности хотя бы одного (!) антиаритмического препарата (класс рекомендаций I, уровень доказательности A, что представлено в табл. 1 [26].

Таблица 1

Показания для катетерной абляции при фибрилляции предсердий
(рекомендации Европейского общества кардиологов 2012 г.) [26]

Формы аритмии	Класс	Уровень
ФП, сопровождающаяся выраженными симптомами, при неэффективности или непереносимости хотя бы одного ААП I или III класса		
Пароксизмальная ФП	I	A
Персистирующая ФП (длительностью менее 1 года)	IIa	B
Длительно персистирующая ФП (более 1 года)	IIb	B
ФП, сопровождающаяся выраженными симптомами, без опыта приема больным ААП:		
Пароксизмальная ФП	IIa	B
Персистирующая ФП (длительностью менее 1 года)	IIb	C
Персистирующая ФП (длительностью более 1 года)	IIb	C

Примечание: ААП - антиаритмический препарат, ФП - фибрилляция предсердий

Первым широко внедренным в клиническую практику способом внутрисердечных катетерных вмешательств стала радиочастотная абляция (РЧА), в основе которой используется прямое повреждающее действие электрического тока сверхвысокой частоты (около 500 кГц), что приводит к очаговой коагуляции миокарда [21, 25, 33, 36]. Но, как пишут И.А. Новиков и сотр. [36], чтобы изолировать легочные вены, необходимо нанести на их поверхность множество точечных аппликаций, формирующих трансмуральные и непрерывные (point-by-point) линии повреждения. Правда, как заметили К. Takarada et al. [41], это трудоемкая длительная процедура, результативность которой зависит от опыта и терпения оператора, выполняющего вмешательство. Однако, судя по рекомендациям ESC [38], по результатам Ж.Д. Кобалавы, П.В. Лазарева [9], Н.Ю. Миронова и сотр. [26], наличие «брешей» в очаге уменьшает целостность воздействия, что может послужить причиной рецидива пароксизма или грозных осложнений (стеноза легочных вен, формирования предсердно-пищеводной фистулы, системной тромбоэмболии, в т. ч. инсультов) [9, 26, 38]. Кроме того, рабочая группа по лечению пациентов с ФП Европейского общества кардиологов [38] считает, что из-за перфорации стенки в момент аппликации радиочастотной энергии и избыточного давления кончиком катетера может развиться самое опасное осложнение – тампонада сердца [38]. Подобные недостатки стали предпосылкой к

разработке технологии, позволяющей добиться изоляции отдельной легочной вены посредством однократного холодового воздействия (single shot) [26, 36, 42, 43, 44].

Катетерная криоабляция – метод, при котором разрушение аритмогенной зоны осуществляют с помощью глубокого очагового замораживания миокарда [25, 26]. Многочисленные эксперименты различных ученых подтверждают, что в основе механизмов повреждения лежит охлаждение тканей до -20°C с образованием кристаллов льда в межклеточном веществе, что приводит к резкому росту в нем осмотического давления с последующим выходом воды из клеток в межклеточное пространство и дегидратации клеток [30]. Дальнейшее падение температуры до -40°C провоцирует образование кристаллов льда уже внутри клеток, увеличивая их объем, что нарушает целостность их биомембран и обуславливает деструкцию внутриклеточных органелл [36]. Исследователи единодушны в том, что возвращение к исходной температуре (цикл заморозки и оттаивания – «freeze – thaw cycle») способствует развитию отека и выраженных электролитных расстройств, приводящих к последующему некрозу ткани [26, 36, 45, 46, 47, 48].

Суммируя плюсы криохирургического вмешательства, исследователи отмечают:

- четко ограниченная от окружающих тканей линия крионекроза обладает биологической инертностью, вызывая лишь минимальную перифокальную реакцию [25, 34, 40];
- с помощью заморозки объекта блокируется его нервная проводимость [40, 51];
- вследствие быстрой деструкции чувствительных нервных окончаний подобная технология малоболезненна, не требует предварительной анестезии, что особенно важно для ослабленных больных и, кроме того, сокращает время операции [36, 39, 50];
- метод сохраняет эндокардиальный слой, не вызывает тромбообразования, развития грубых рубцовых процессов в очаге, снижая тем самым его аритмогенность [25, 27, 28, 38, 39, 49];
- безопасен, относительно прост в применении [38, 39, 41].

Как считают российские и иностранные ученые [25, 26, 28, 38, 39, 47, 49], важнейшим преимуществом криоабляции служит возможность нанесения обратимых повреждений при менее низких температурных воздействиях (криокартирование), что особенно важно

- в случае нахождения аритмогенной зоны в непосредственной близости от проводящей системы сердца;
- в уменьшении риска внутрисердечного тромбоза;
- в сокращении времени процедуры, отсюда реже возникают такие осложнения, как стеноз легочной вены, предсердно-пищеводная фистула [25, 26, 28, 38, 39, 47, 49].

Кроме того, И.Н. Мамчур и сотр. [34] обращают внимание на еще один плюс данной технологии: в области контакта с криобаллоном замороженная ткань фиксирует его, осуществляя дополнительную стабилизацию катетера на период вмешательства. Но при этом, как прогнозируют W. Su et al. [53], необходимо учитывать вероятность избыточного холодового повреждения прилегающих органов и тканей (прежде всего пищевода, диафрагмального нерва) [53].

Оценивая результаты трудов многих авторов [4, 26, 27, 29, 34, 39, 52], можно сделать вывод, что в сравнении с РЧА этот метод позволяет сохранить структуру ткани с малым объемом повреждений сосудистых компонентов и эндокарда, а возникающие при этом гомогенные рубцовые зоны менее аритмогенны и снижают риск тромбоэмболических осложнений. По данным же А.В. Сапельникова с сотр. [39], у подвергшихся криобаллонной абляции (КБА) количество повторных вмешательств и госпитализаций после КБА было ниже [42].

Еще в 2012 году Д.С. Лебедев и сотр. [25] высказывали идеи, что наибольшее значение в выборе катетерной абляции имеют анатомические и технические аспекты. Технология катетерной криоабляции была разработана канадской компанией «Cryo Cntr». М.А. Новиков и сотр. [36], пользующиеся их баллонными катетерами 1-го поколения с 2006 года, полностью их сменили на приборы следующего поколения, где система впрыска жидкого азота заменена на более равномерное, что позволяет изолировать легочные вены после однократной аппликации в отличие от множественных точечных вмешательств при РЧА [36]. В настоящее время проходят клинические испытания системы КБА с более

коротким кончиком баллонного катетера, что позволяет жестче контролировать время начала холодового воздействия до достижения полной изоляции легочных вен [36].

В своей статье И.Н. Мамчур и сотр. [34] произвели сравнительный анализ результатов радиочастотной и криобаллонной абляции. РЧА в их исследовании выполнялась катетерами EZSteer Thermocool NAV и Naviscar Termocool (Biosense Webster, USA) в орошаемом режиме с температурой 43°C, мощностью 30-40 Вт и скоростью орошения 17 мл/мин, а КБА проводилась следующим образом: в полость вводился управляемый интродьюсер Flex Cath Advance, через который устанавливался криоабляционный катетер Arctic Front Advance 28 мм. Через его шахту вставлялся диагностический катетер Achieve, продолжительность абляции составляла по 24 сек на каждую легочную вену [34]. Сопоставление данных, полученных с помощью трансторакальной эхокардиографии, характеризующей механическую функцию левого предсердия, показало достоверно значимое ее нарушение в обеих группах, но более ярко она была выражена после действия электрического тока, особенно сразу после процедуры [34]. Еще раньше в 2013 году И.Н. Мамчур с сотр. [35] сделали вывод, что РЧА, хотя и успешная, но сложная и технически затратная процедура, сопряженная с рядом перипроцедуральных и отдаленных осложнений.

Что касается анатомофизиологических особенностей, Д.С. Лебедев и сотр. [25] выбирают наиболее подходящих для проведения КБА пациентов со следующими характеристиками:

- предпочтительно с пароксизмальной ФП,
- без сопутствующих предсердных тахикардий,
- с незначительным увеличением диаметра левого предсердия или вообще без такового,
- с диаметром легочной вены меньшим, чем криобаллон [25].

В остальных случаях, считают Д.С. Лебедев и сотр. [25], может быть выполнена РЧА.

О роли чисто анатомических вариантов легочных вен пишут Т.Ю. Чичкова и сотр. [54]. Они всем больным (числом 94) с устойчивой к антиаритмической терапии ФП в рамках предоперационной подготовки производили мультиспиральную компьютерную томографию сердца с контрастированием для оценки архитектоники легочных вен. По их данным [54], частота различных анатомических вариаций составляла 13,8% (значимо чаще имелось наличие коллектора вен). Всем пациентам выполнена КБА с применением катетера Arctic Front 28 мм и Arctic Front Advance 28 мм (Medtronic, USA). Для верификации изоляции легочных вен хирургами использовался катетер Achieve (Medtronic, USA). Анализ результатов, полученных Т.Ю. Чичковой и сотр. [54], показал достоверно значимую разницу у лиц с анатомическими вариациями устья легочных вен: в частности, при наличии коллектора/вестибуля более часто прослеживался парез диафрагмального нерва (6,9% против 3,7%) [54]. Подобная закономерность регистрировалась учеными и после годового наблюдения, мало того параллельно обнаруживался перикардит. Авторы считают, что особенности анатомии устья легочных вен и служат субстратом аритмогенеза, а модификация и оптимизация КБА (введение катетеров последующих поколений) существенно изменит качество жизни пациентов [54].

В 2010-2014 гг. интервенционное лечение ФП выполнялось в 62-х российских центрах. Однократная КБА произведена у 457 пациентов, у 428 из них диагностирована пароксизмальная ФП, у 29 (6%) – персистирующая [55]. У всех лиц наблюдалась аритмия, рефрактерная к лечению ≥ 1 аритмическим препаратом [55]. Во всех центрах использовался криобаллон Arctic Front (Medtronic, Minneapolis, USA), который вводился в левое предсердие через 14-F управляемый трансептальный интродьюсер (Flex Cath, Medtronic, Minneapolis, USA). Конечной точкой КБА была изоляция всех легочных вен, продолжительность процедуры составляла $155,7 \pm 35,7$ мин. (Авторами подробно описан ход действий операторов) [55]. Длительность госпитализации составляла в среднем 3-е суток. Наблюдение данных исследователей в течение полугода свидетельствовало об отсутствии рецидивов у 63,9% пациентов с пароксизмальной ФП (без введения антиаритмических препаратов). Согласно результатам двух центров подобное лечение персистирующей формы имело

меньший эффект: свобода от аритмии прослеживалась в 50 и 67% случаев [55]. По прошествии 1-го года ритмичные предсердные тахикардии в качестве рецидива отмечены у 4% больных. 25 пациентов были подвержены повторной аблации; у 7 (1,5%) оперированных возникли серьезные осложнения: у 4-х развилась тампонада сердца, у 2-х – ишемический инсульт, в одном случае отмечен персистирующий парез правого диафрагмального нерва. Суммируя сведения, полученные в первые 60 суток после операции, хирурги не регистрировали ни предсердно-пищеводной фистулы, ни летального исхода, правда, у 37 (8%) пациентов развились малые нежелательные осложнения (кровохарканье, перикардальный выпот, транзиторная дисфункция диафрагмального нерва). Конкретной причины кровохарканья врачами не было найдено [55]. Операторы [55], подытожив результаты, предположили вероятность повреждения ткани легкого при раскрытии баллона дистально в легочной вене или инфаркт органа из-за острой окклюзии венозного сосуда баллоном. Исследователи уверены, что низкая частота персистирующего пареза диафрагмального нерва объясняется исключительным применением баллона диаметром 28 мм и тщательным контролем всеми операторами за сокращением диафрагмы [55].

Интересно, что Е.Н. Михайлов и сотр. [55] делают вывод: КБА может проводиться в центрах с небольшим опытом интервенционного лечения ФП без значительного снижения эффективности результатов, констатируя подобный факт лишь для пароксизмальной формы. Для персистирующего варианта эта закономерность не прослеживается [30, 56], т. к., по мнению X.He at al. [50], требуется более расширенное катетерное вмешательство.

Оценивая результаты многочисленных наблюдений, Е.Н. Михайлов и сотр. [52] делают следующие выводы, касающиеся особенностей КБА:

- присутствующий при охлаждении эффект адгезии («прилипания») баллона к ткани обеспечивает его максимальный контакт и стабильность, снижает степень активации системы коагуляции, что уменьшает риск тромбообразования в левом предсердии;
- вероятность нанесения излишних линейных воздействий баллоном отсутствует;
- относительно велика возможность вариаций количества и продолжительности аппликаций в каждой легочной вене [52].

Однако среди недостатков КБА эти исследователи отмечают:

- необходимость использования контрастных препаратов для верификации окклюзии просвета вены баллоном,
- обязательность дополнительных методик визуализации вмешательства,
- готовность к применению профилактических технологий, предупреждающих развитие пареза диафрагмального нерва [52].

Согласно анализу европейского регистра 2012-2016 гг., проведенному группой ученых во главе с Е.Н. Михайловым [27], общее число нежелательных событий, связанных с процедурой КБА, в российских клиниках регистрировалось достоверно реже, чем в других странах. Данное различие было значимым и в отношении осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы, но пневмоторакс, ассоциированный с пункцией подключичной вены, в России возникал чаще, чем в других государствах [27, 38]. Сравнение авторами частоты встречаемости тяжелых осложнений (смерть, инсульт, инфаркт миокарда, перфорация стенки миокарда, предсердно-пищеводная фистула, парез диафрагмального нерва) не выявило различий [27].

Другая группа исследователей, но во главе с тем же Е.Н. Михайловым [52], разрабатывала уже национальный проспективный регистр КБА ФП (проект оценки современных технологий лечения подобных больных), где суммирован опыт и обобщены результаты проводимых процедур, выполняемых по всей стране. Ведь окончательные итоги регистра будут полезны для совершенствования и стандартизации лечения пациентов. Трудно не согласиться с авторами, что тщательный анализ полученных сведений позволит обнаружить предикторы эффективности и способы снижения риска метода [6, 38, 52], но для завершающей оценки долгосрочных перспектив использования КБА ФП все еще требуется проведение дополнительных рандомизированных исследований [52].

Таким образом, за последние десять лет КБА прошла путь от экспериментальной методики до общепринятого перспективного способа интервенционного лечения ФП [38]. По данным И.А. Новикова и сотр. [36], в настоящее время КБА уже получила широкое распространение по всему миру (выполнено более 400 тысяч процедур), став реальной альтернативой РЧА [36].

Список литературы:

1. Татаринцева З.Г., Космачева Е.Д., Кручинова С.В., Акиньшина В.А., Халафян А.А. Прогнозирование наступления летального исхода при сочетании острого коронарного синдрома и фибрилляции предсердий по данным регистра Краснодарского края. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2019. 15 (3). 379-385. DOI:10.20996/1819-6446-2019-15-3-379-385.
2. Hobbs F.R., Taylor C.J., Jan Qeersing G. European Primary Care Cardiovascular Society [EPCCS] consensus guidance on stroke prevention in atrial fibrillation (SPAF) in primary care. Eur. J. Prev. Cardiol. 2016. 23. 460-473. Doi: 10.1177 / 2047487315571890.
3. Миронов Н.Ю., Лайович Л.Ю., Миронова Е.С., Шарф Т.В., Апарина О.П., Миронова Н.А., Стукалова О.В., Юричева Ю.А., Соколов С.Ф., Новиков И.А., Майков Е.Б., Певзнер А.В., Голицын С.П. Новые достижения в диагностике и лечении фибрилляций предсердий: от экспериментальных исследований до повседневной клинической практики. Терапевт. архив. 2019. 91 (6). 11-18.
4. Almendro-Delia M., Valle-Caballero M.J., Garcia-Rubira J.C., Muñoz Calero B., Garcia-Alcantara A., Reina-Toral A. Prognostic impact of atrial fibrillation in acute coronary syndromes: results from the ARIAM registry. Eur. Heart J. Acute Cardiovasc. Care. 2014. 3 (2). 141-148. doi: 10.1177/2048872613517370.
5. Santhanakrishnan R., Wang N., Larson M.G., Magnani J.W., McManus D.D., Lubitz S.A., Ellinor P.T.. Atrial fibrillation begets heart failure and vice versa: temporal associations and differences in preserved versus reduced ejection fraction. Circulation. 2016. 133 (5). 484-492. Doi: 10.1161/CIRCULATIONHA.115.018614.
6. Colilla S., Crow A., Petkun W., Singer D.E., Simon T., Liu X. Estimates of current and future incidence and prevalence of atrial fibrillation in the U.S. adult population. American J. of Cardiology. 2013. 112 (8). 1142-1147. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2013.05.063>.
7. Подзолков В.И., Тарзиманова А.И. Современные предикторы прогрессирования фибрилляции предсердий. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2019. 15 (2). 149-159.
8. Andrade J., Khairy P., Dobrev D., Nattel S. The Clinical Profile and Pathophysiology of Atrial Fibrillation: Relationships Among Clinical Features, Epidemiology, and Mechanisms. Circulation Research. 2014. 114 (9). 1453-1468. Doi: 10.1161/ CIRCRESAHA.114.303211.
9. Кобалава Ж.Д., Лазарев П.В. Риск развития коронарных осложнений при фибрилляции предсердий. Кардиология. 2020. 60 (1). 43-52. Doi:10.18087/ cardio.2020.1 n828.
10. Болдуева С.А., Соловьева М.В., Облавацкий Д.В., Феоктистова В.С. Инфаркт миокарда у пациентов с фибрилляцией предсердий. Кардиология. 2020. 60 (1). 53-61. Doi: 10.18087/ cardio.2020.1. n620.
11. Kirchhof P., Benussi S., Kotecha D., Ahlsson A., Atar D., Casadei B. 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/eurheartj/ehwz10.
12. Norberg J., Bäckström S., Jansson J., H., Johansson L. Estimating the prevalence of atrial fibrillation in a general population using validated electronic health data. Clin. Epidemiol. 2013. 5. 475-481. Doi:10.2147/CLEPS.53420.
13. He W., Chu Y. Atrial fibrillation as a prognostic indicator of myocardial infarction and cardiovascular death: a systematic review and meta-analysis. Scientific Reports 2017. 7 (1). 3360. Doi: 10.1038/S41598-017-03653-5.

14. Flegal K.M., Kruszon-Moran D., Carroll M.D., Fryar C.D., Ogden C.L. Trends in Obesity Among Adults in the United States, 2005 to 2014. *JAMA*. 2016. 315 (21). 2284-2291. Doi:10.1001/jama. 2016. 6458.
15. Zhu W., Yuan P., Shen Y., Wan R., Hong K.. Association of smoking with the risk of incident atrial fibrillation: A meta-analysis of prospective studies. *International Journal of Cardiology*. 2016. 218. 259-260. DOI:10.1016/j.ijcard. 2016. 05. 013.
16. Уддин Л.Н., Егоров А.В., Соколова А.А., Морозова Н.С., Напалков Д.А., Фомин В.В. Особенности тромбоэмболических и геморрагических осложнений при плановых хирургических вмешательствах у больных с фибрилляциями предсердий. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2019. 15 (3). 315-321. DOI: 10. 20996/1819-6446-2019-15-3-315-321.
17. Yoness H.A., Keddissi J., Berim I., Awab A. Management of oral antiplatelet agents and anticoagulation therapy before bronchoscopy. *J. Thorac. Dis*. 2017. 9 (Suppl. 10). 1022-1033. DOI:10. 21037/jtd 2017. 05.45.
18. Michniewicz E., Meodavska E., Lopatowska P., Tomaszuk-Kazberuk A., Malyszko J. Patients with atrial fibrillation and coronary artery disease – Double trouble. *Adv. Med. Sci*. 2017. 6 (1). 30-35. doi:10.1016/j.advms.2017.06.005.
19. Сыров А.В., Стуров Н.В. Медикаментозная кардиоверсия пароксизма фибрилляции предсердий у пациентов пожилого и старческого возраста на догоспитальном этапе. *Клинич. геронтология*. 2018. 24 (5-6). 46-55.
20. Karamichalakis N., Kletsas S., Vlachos K., Bosker H.A. Managing atrial fibrillation in the very elderly patient: challenges and solutions. *Vasc. Health Risk Manag*. 2015. 11. 555-562.
21. Стеклов В.И., Емельяненко М.В., Черных С.В. Фибрилляция предсердий у пациентов после радиочастотной абляции кавотрикуспидального истмуса. *Клинич. медицина*. 2017. 95 (11). 994-1000.
22. Gomes-Autes A., Lagunaz-Ruiz J., Terleira-Fernández A.-I, Calvo-Rojas G., Suárez-Gea M.L., Vargas-Castrillon E. Causes of Death in Anticoagulated Patients with Atrial Fibrillation. *J. of the American College of Cardiology*. 2016. 62(23). 2508-2521 DOI: 10.1016/j.jacc. 2016. 09. 944.
23. Börschel C.S., Schnabel R.B.. The imminent epidemic of atrial fibrillation and its concomitant diseases – Myocardial infarction and heart failure. A cause for concern. *Intern J. of Cardiology*. 2019. 287. 162-173. DOI:10.1016/j.ijcard. 2018. 11. 123.
24. Миронов Н.Ю., Влодзяновский В.В., Юричева Ю.А., Соколов С.Ф., Голицын С.П., Розенштраух Л.В., Чазов Е.И. Проспективное рандомизированное исследование эффективности и безопасности электрической и медикаментозной кардиоверсии при персистирующей фибрилляции предсердий. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2018. 14 (6). 826-830. DOI:10 20996/1819-6446-2018-14-6-826-830.
25. Лебедев Д.С., Михайлов Е.Н., Оршанская В.С., Калунин Г.В., Харац В.Е., Павлов А.В., Кузнецов В.А., Шляхто Е.В. Криобаллонная абляция для изоляции легочных вен у пациентов с фибрилляцией предсердий: первый опыт в России. *Кардиология*. 2012. 52 (4). 38-48.
26. Миронов Н.Ю., Майков Е.Б., Шлевков Н.В., Мареев Ю.В., Влодзяновский В.В., Груздев К.А, Певзнер А.В. Катетерная баллонная криоабляция в лечении пароксизмальной формы фибрилляции предсердий: клиническая демонстрация возможностей методики. *Кардиолог. вестник*. 2014. 9 (2). 44-52.
27. Михайлов Е.Н., Гасимова Н.З., Байрамова С.А., Харац В.Е., Качалкова О.Н., Дмитриев А.Ю., Баталов Р.Е., Моргунов Д.П., Силин И.А., Александровский А.А., Крыжановский Д.В., Романов А.Б, Покушалов Е.А., Лебедев Д.С., Кузнецов В.А., Колунин Г.В., Заманов Д.А., Четвериков С.Ю., Яшин С.М., Попов С.В., Иваницкий Э.А., Горьков А.И., Мамчур С.Е., Базаев В.А., Шляхто Е.В. Клиническая характеристика пациентов и результаты катетерной абляции фибрилляции предсердий в Российской популяции: субанализ европейского регистра 2012-2016 гг. *Рос. кардиолог. журн*. 2018. 23 (7). 7-15. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-7-7-15>.

28. Khairy P., Chauvet P., Lehman J. Lower incidence of thrombus formation with cryoenergy versus radiofrequency catheter ablation. *Circulation*. Apr. 22. 2003. 107(15). 2045-2050.
29. Kuck K.H., Brugada P., Furnkzanz A., Metzner A., Ouyang F., Chun K.R., Elvan A., Arentz T., Bestehorn K., Pocock S.J., Albenque J.P., Tondo C. FIREAND ICE-Investigation. Cryoablation or radiofrequency ablation for paroxysmal atrial fibrillation. *The New England Journal of Medicine*. J. Med. 2016. 374 (23). 2235-2245. <https://doi.org/10.1056/nejmoa.1602014>.
30. Amit G., Nyong J., Morillo C.A., Casas J.P., Adler A.J., Onobabi O.O., Perel P., Prieto-Mirino D., Lambiase P. Efficacy and safety of ablation for patients with non-paroxysmal atrial fibrillation. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2016. 8: CDOI2088. DOI:10.1002/14651858. CDOI2088. pub2.
31. Канорский С. Современные возможности лечения фибрилляции предсердий. *Врач*. 2016. 9. 14-20.
32. Голицын С.П., Кропачева Е.С., Майков Е.Б., Миронов Н.Ю., Панченко Е.П., Соколов С.Ф., Шлевков Н.Б. Диагностика и лечение нарушений ритма сердца и проводимости. Часть I. *Кардиолог. вестник*. 2014. Т. IX (2). 3-43.
33. Мамчур С.Е., Хоменко Е.А., Бохан Н.С., Мамчур И.Н., Курилин М.Ю. Первый в России опыт ультразвукового картирования для аблации фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии*. 2013. 72. 26-30.
34. Мамчур И.Н., Чичкова Т.Ю., Мамчур С.Е., Бохан Н.С., Романова М.П., Хоменко Е.А. Сравнительный анализ нарушения механической функции левого предсердия после процедуры антральной изоляции легочных вен методом радиочастотной и криобаллонной аблации. *Рос. кардиолог. журн.* 2017, 8 (148). 24-30. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2017-8-24-30>.
35. Гасымова Н.З., Михайлов Е.Н. Современные аспекты антикоагулянтной терапии при катетерной аблации фибрилляции предсердий. *Рос. кардиолог. журн.* 2019. 24 (4). 68-77. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2019-4-68-77>.
36. Новиков И.А., Миронов Н.Ю., Майков Е.Б., Коваленко А.С. Возможности баллонной криоаблации в лечении больных с фибрилляцией предсердий. *Кардиолог. вестник*. 2018. Т. XIII (3). 10-15. www.cardioweb.ru
37. Рябыкина Г.В., Шохзодоева З.О., Сапельников О.В., Макеев М.И., Кожемякина Е.Ш., Щедрина Е.В., Волков В.Е., Анчурин Р.С. Диагностические возможности длительного дистанционного мониторинга ЭКГ при сравнении с суточным холтеровским мониторингом у больных с фибрилляцией предсердий после катетерной радиочастотной аблации в ранний послеоперационный период. *Терапевт. архив*. 2018. 90 (12). 12-16.
38. Kirchhof P., Benussi S., Kotecha D., Ahissan A., Atar D., Casadei B., Castella M., Diener H.-Ch., Heidbuchel H., Hendriks J., Hindricks G., Manolis A.S., Oldgren J., Popescu B.A., Schotten U., Putte B.V., Vardas P. Рекомендации ESC по лечению пациентов с фибрилляцией предсердий, разработанные совместно с ЕАКТС. *Кардиолог. журн.* 2017. 7 (147). 7-86. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2017-7-7-86>.
39. Сапельников О.В., Ардус Д.Ф., Николаева О.А., Черкашин Д.И., Гришин И.Р., Куликов А.А., Жиров И.В., Ускач Т.М., Терещенко С.Н., Акчурин Р.С. Катетерная аблация: новая эра в лечении фибрилляции предсердий при сердечной недостаточности? *Кардиолог. вестник*. 2018. 13 (3). 4-9. <https://doi.org/10.17116/cardiobulletin2018133014>.
40. Мерзликин Н.В., Комкова Т.Б., Цхай В.Ф., Сало В.Н., Навасардян В.Г., Нороева Т.А., Саруева А.П. История развития криохирургии в Сибири. *Бюлл. Сибирской медицины*. 2019. 18 (3). 175-182. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2019-3-175-182>.
41. Takarada K., Overlinder I, de Asmundis C., Stroke E., Mugnai G., de Regibus V., Moran D., Contino-Moreno H., Abugattas J.P., Choñdhury R., Ruggiero D., Paparell G., Icapino S., Brugada P., Chierchia G.B. Long-term outcome after second-generation cryoballoon ablation for paroxysmal atrial fibrillation – a 3 – years follow – up. *Journal of Intervential Cardiac Electrophysiology*. 2017. 49 (1). 93-100. <https://doi.org/10.1007/S10840-017-0237-7>.

42. Hunter T.D., Palli S.R., Rizzo J.A. Cost comparison of radiofrequency catheter ablation versus cryoablation for atrial fibrillation in hospitals using both technologies. *Journal of Medical Economics*. 2016. 19(10). 959-964. <https://doi.org/10.1080/13696998.2016.1187153>.
43. Kuck K.H., Fühnkrantz A., Chun K.R., Metzger A., Ouyang F., Schlüter F., Elvan A., Lim H.W., Kueffer F.J., Arentz T., Albenque J.P., Tondo C., Kühne M., Sticherling C., Brugada P. FIRE AND ICE investigation. Cryoballoon or radiofrequency ablation for symptomatic paroxysmal atrial fibrillation: reintervention rehospitalization, and quality – of – life outcomes in the FIRE AND ICE trial. *European Heart Journal*. 2016. 37 (38). 2858-2865. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw285>.
44. Manolis A.S. Ablation of atrial fibrillation: single-shot techniques poised to dominate rhythm control strategies/ the future is here. *Journal of Thoracic Disease*. 2017. 9 (3). 313-321. <https://doi.org/10.21037/jtd.2017.02.74>.
45. Аникина Л.В. Криомедицина: плюсы и минусы. Часть 2. Характеристика физиологических и патогенетических механизмов действия системы «охлаждение – замораживание – оттаивание». ЭНИ Заб. мед. вестник. 2017. 2. 185-195.
46. Пушкарев А.В., Васильев А.О., Шептунов С.А., Цыганов Д.И. Исследование факторов повреждения биотканей для создания криохирургического оборудования. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки*. 2016. 4 (40). 122-134.
47. Andraok B., Khairy P., Dubic M. Catheter cryoablation: biology and clinical uses. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2013. 6. 218-227.
48. Avitall B., Kalinski A. Cryotherapy of cardiac arrhythmia: from Basic science to the bedside. *Heart Rhythm*. 2015. 12. 2195-2203.
49. Garg J., Chaudhary R., Palaniswamy C., Shah N., Krishnamoorthy P., Bozorgnia B., Natale H. Cryoablation versus radiofrequency ablation for atrial fibrillation: meta-analysis of 16 clinical trials. *Journal of Atrial Fibrillation*. 2016. 9 (3). 1429-1434. <https://doi.org/10.4022/jafib.1429>.
50. He X., Chen Y., Zhou Y. One-year clinical outcome of pulmonary vein isolation using the second-generation cryoballoon: a meta-analysis. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2016. 39. 182-189.
51. Колунин Г.В., Кузнецов В.А., Харац В.Е., Павлов А.В., Белоногов Д.В., Ульянов А.Л., Хорькова Н.Ю., Рычков А.Ю. Применение криоабляции в лечении желудочковых нарушений ритма. *Вестник аритмологии*. 2013. 72. 62-66.
52. Михайлов Е.Н., Любимцева Т.А., Давтян К.В., Топчян А.Т., Тарасюк Е.С., Крыжановский Д.В., Косоногов А.Я., Сагитов И.Ш., Хомутинин Д.Н., Грачев Н.И., Ревивили А.Ш., Артюхина Е.А., Королев С.В., Нечепуренко А.А., Четвериков С.Ю., Рзаев Ф.Г., Лебедев Д.С. Криоабляция фибрилляции предсердий: дизайн российского проспективного регистра и промежуточные результаты. *Росс. кардиолог. журн.* 2018. 23 (7). 21-25. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-7-21-25>.
53. Su W., Orme G.J., Hoyt R., Baker J., Compton S., Fellows C., Harding J., Svinarich J.T., Kovalski M., Piedad B., Kenigsberg D., Seger J., Ahmad Z.K., Wang P. Retrospective review of arctic front advance cryoballoon ablation: a multicenter examination of second-generation cryoballoon (RADICOLtrial). *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology*. 2018. 51 (3). 199-204. <https://doi.org/10.1007/s10840-018-0335-1>.
54. Чичкова Т.Ю., Мамчур С.Е., Коков А.Н., Бохан Н.С., Хоменко Е.А., Мамчур И.Н. Криобаллонная абляция фибрилляции предсердий при вариантной анатомии легочных вен. *Росс. кардиолог. журн.* 2017. 7(147). 99-104. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2017-7-99-104>.
55. Михайлов Е.Н., Лебедев Д.С., Покушалов Е.А., Давтян К.В., Иваницкий Э.А., Нечепуренко А.А., Косоногов А.Я., Колунин Г.В., Морозов И.А., Термосесов С.А., Майков Е.Б., Хомутинин Д.Н., Еремин С.А., Майоров И.М., Романов А.Б., Шабанов В.В., Шатахцян В.С., Цивковский В.Ю., Пацюк А.В., Ревивили А.Ш., Шляхто Е.В. Криобаллонная абляция в российских центрах интервенционного лечения фибрилляции предсердий: результаты первого национального опроса. *Росс. кардиолог. журн.* 2015. 20 (11). 86-91. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2015-11-86-91>.

56. Ciconte G., Baltogiannis G., de Asmundis C., Sieira J., Cinte G., Di Giovanni G., Saitoh Y., Irfan G., Mugnai G., Hunuka B., Chierchia G.B., Brugada P. Pulmonary vein isolation as index procedure for persistent atrial fibrillation: One-year clinical outcome after ablation using the second-generation cryoballoon. *Heart Rhythm*. 2015. 12 (1). 60-66. doi:10.1016/j.Rhythm.2014.09.063.

References:

1. Tatarintseva Z.G., Kosmacheva E.D., Kruchinova S.V., Akinshina V.A., Khalafyan A.A. Predicting Methods for Analyzing Data on Fatal Outcome Possibility in the Combination of Acute Coronary Syndromes and Atrial Fibrillation According to the Krasnodar Region Registry. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2019. 15 (3). 379-385. DOI:10.20996/1819-6446-2019-15-3-379-385. in Russian.
2. Hobbs F.R., Taylor C.J., Jan Qeersing G. European Primary Care Cardiovascular Society [EPCCS] consensus guidance on stroke prevention in atrial fibrillation (SPAF) in primary care. *Eur. J. Prev. Cardiol*. 2016. 23. 460-473. doi: 10. 1177 / 2047487315571890.
3. Mironov N.Yu., Laiovich L.Yu., Mironova E.S., Sharf T.V., Aparina O.P., Mironova N.A., Stukalova O.V., Yuricheva Yu.A., Sokolov S.F., Novikov I.A., Maykov E.B., Pevzner A.V., Golitsyn S.P. Recent advances in diagnosis and management of atrial fibrillation. *Therapeutic Archive*. 2019. 91 (6). 11-18. in Russian.
4. Almendro-Delia M., Valle-Caballero M.J., Garcia-Rubira J.C., Muñoz Calero B., Garcia-Alcantara A., Reina-Toral A. Prognostic impact of atrial fibrillation in acute coronary syndromes: results from the ARIAM registry. *Eur. Heart J. Acute Cardiovasc. Care*. 2014. 3(2). 141-148. doi: 10. 1177/2048872613517370.
5. Santhanakrishnan R., Wang N., Larson M.G., Magnani J.W., McManus D.D., Lubitz S.A., Ellinor P.T.. Atrial fibrillation begets heart failure and vice versa: temporal associations and differences in preserved versus reduced ejection fraction. *Circulation*. 2016. 133 (5). 484-492. Doi: 10.1161/CIRCULATIONHA.115.018614.
6. Colilla S., Crow A., Petkun W., Singer D.E., Simon T., Liu X. Estimates of current and future incidence and prevalence et atrial fibrillation in the U.S. adult population. *American J. of Cardiology*. 2013. 112 (8). 1142-1147. https://doi. org./10.1016/j. amjcard. 2013.05.063.
7. Padzolkov V.I., Tarzimanova A.I. Current Predictors of Atrial Fibrillation Progression. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2019. 15(2). 149-159. in Russian.
8. Andrade J., Khairy P., Dobrev D., Nattel S. The Clinical Profile and Pathophysiology of Atrial Fibrillation: Relationships Among Clinical Features. *Epidemiology, and Mechanisms. Circulation Research*. 2014; 114 (9): 1453-1468. Doi: 10. 1161/ CIRCRESAHA. 114.303211.
9. Kobalava Zh.D., Lazarev P.V. Risk of Coronary Events in Atrial Fibrillation. *Kardiologiya*. 2020. 60 (1). 43-52. DOI:10.18087/cardio.2020.1.n828. in Russian.
10. Boldueva S.A., Soloveva M.V., Oblavatekii D.B., Feoktistova V.S. Myocardial infarction in the Group of Patients With Atrial Fibrillation. *Kardiologiya*. 2020. 60 (1). 53-61. DOI:10.18087/cardio.2020.1.n620. in Russian.
11. Kirchhof P., Benussi S., Kotecha D., Ahlsson A., Atar D., Casadei B. 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/eurheartj/ehwz10.
12. Norberg J., Bäckström S., Jansson J., H., Johansson L. Estimating the prevalence of atrial fibrillation in a general population using validated electronic health data. *Clin. Epidemiol*. 2013. 5. 475-481. Doi:10.2147/CLEPS. 53420.
13. He W., Chu Y. Atrial fibrillation as a prognostic indicator of myocardial infarction and cardiovascular death: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports* 2017. 7 (1). 3360. Doi: 10.1038/S41598-017-03653-5.
14. Flegal K.M., Kruszon-Moran D., Carroll M.D., Fryar C.D., Ogden C.L. Trends in Obesity Among Adults in the United States, 2005 to 2014. *JAMA*. 2016. 315 (21). 2284-2291. Doi:10.1001/jama. 2016. 6458.

15. Zhu W., Yuan P., Shen Y., Wan R., Hong K.. Association of smoking with the risk of incident atrial fibrillation: A meta-analysis of prospective studies. *International Journal of Cardiology*. 2016. 218. 259-260. DOI:10.1016/j.ijcard. 2016. 05. 013.
16. Uddin L.N., Egorov A.V., Sokolova A.A., Morozova N.S., Napalkov D.S., Fomin V.V. Features of Tromboembolic and Hemorrhagic complications in Planned Surgical interventions in Patients with Atrial Fibrillation. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2019. 15 (3). 315-321. DOI:10.20996/1819-6446-2019-15-3-315-321. in Russian.
17. Yoness H.A., Keddissi J., Berim I., Awab A. Management of oral antiplatelet agents and anticoagulation therapy before bronchoscopy. *J. Thorac. Dis.* 2017. 9 (Suppl. 10). 1022-1033. DOI:10. 21037/jtd 2017. 05.45.
18. Michniewicz E., Meodavska E., Lopatowska P., Tomaszuk-Kazberuk A., Malyszko J. Patients with atrial fibrillation and coronary artery disease – Double trouble. *Adv. Med. Sci.* 2017. 6 (1). 30-35. doi:10 1016/j. advms. 2017. 06. 005.
19. Syrov A.V., Sturov N.V. Pharmacological cardioversion of atrial fibrillation paroxysm in elderly, and senile patients of the pre-hospital stage. *Klinicheskaya gerontologiya*. 2018. 24 (5-6). 46-55. in Russian.
20. Karamichalakis N., Kletsas S., Vlachos K., Bosker H.A. Managing atrial fibrillation in the very elderly patient: challenges and solutions. *Vasc. Health Risk Manag.* 2015. 11.555-562.
21. Steklov V.I., Emelyanenko M.V., Chernykh S.V. Atrial fibrillation in patients after radiofrequency ablation of cavotricuspid isthmus. *Klinicheskaya meditsina*. 2017. 95 (11). 994-1000. in Russian.
22. Gomes-Autes A., Lagunaz-Ruiz J., Terleira-Fernández A.-I, Calvo-Rojas G., Suárez-Gea M.L., Vargas-Castrillon E. Causes of Death in Anticoagulated Patients with Atrial Fibrillation. *J. of the American College of Cardiology*. 2016. 62 (23). 2508-2521 DOI: 10.1016/j.jacc. 2016. 09. 944.
23. Börschel C.S., Schnabel R.B.. The imminent epidemic of atrial fibrillation and its concomitant disease – Myocardial infarction and heart failure. A cause for concern. *Intern J. of Cardiology*. 2019. 287. 162-173. DOI:10.1016/j.ijcard. 2018. 11. 123.
24. Mironov N.Yu., Vladzhanovskiy V.V., Yuricheva Yu.A., Sokolov S.F., Golitsyn S.P., Rosenstraukh L.V., Chazov E.I. Safety and Effectiveness of Electrical and Pharmacological Cardioversion in Persistent Atrial Fibrillation. Part 2. Assessment of Safety Rational Pharmacotherapy in Cardiology. 2018. 14 (6). 826-830. DOI:10 20996/1819-6446-2018-14-6-826-830. in Russian.
25. Lebedev D.S., Mikhaylov E.N., Orshanskaya V.S., Kolunin G.V., Kharats V.E., Pavlov A.V., Kuznetsov V.A., Shlyakhto E.V. Cryoballoon Ablation for Pulmonary Vein Isolation to Treat Atrial Fibrillation: First Experience in Russian Federation. *Kardiologiya*. 2012. 52 (4). 38-48. in Russian.
26. Mironov N.Yu., Maykov E.B., Shlevkov N.B., Mareev Yu.V., Vladzhanovskiy V.V., Gruzdev K.A., Pevzner A.V. Cryoablation for paroxysmal atrial fibrillation: two cases reports. *Kardiologicheskiy vestnik*. 2014. 9 (2). 44-52. in Russian.
27. Mikhailov E.N., Gasymova N.Z., Bayramova S.A., Kharats V.E., Kachalkova O.N., Dmitriev A.Yu., Batalov R.E., Morgunov D.P., Silin I.A., Aleksandrovskiy A.A., Kryzhanovskiy D.V., Romanov A.B., Pokushalov E.A., Lebedev D.S., Kuznetsov V.A., Kolunin G.V., Zamanov D.A., Chetverikov S.Yu., Yashin S.M., Popov S.V., Ivanitskiy E.A., Gorkov A.I., Mamchur C.E., Bazaev V.A., Shlyakhto E.V. Clinical characteristics of patients and results of catheter ablation in atrial fibrillation in Russia: subanalysis of the European registry 2012-2016. *Russ. J. Cardiology*. 2018. 23 (7). 7-15. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-7-7-15> in Russian.
28. Khairy P., Chauvet P., Lehman J. Lower incidence of thrombus formation with cryoenergy versus radiofrequency catheter ablation. *Circulation*. Apr. 22. 2003. 107 (15). 2045-2050.
29. Kuck K.H., Brugada P., Furnkzanz A., Metzner A., Ouyang F., Chun K.R., Elvan A., Arentz T., Bestehorn K., Pocock S.J., Albenque J.P., Tondo C. FIREAND ICE-Investigation. Cryoablation or radiofrequency ablation for paroxysmal atrial fibrillation. *The New England Journal of Medicine*. 2016. 374 (23). 2235-2245. <https://doi.org/10.1056/nejmoa 160 2014>.

30. Amit G., Nyong J., Morillo C.A., Casas J.P., Adler A.J., Onobabi O.O., Perel P., Prieto-Mirino D., Lambiase P. Efficacy and safety of ablation for patients with non-paroxysmal atrial fibrillation. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2016. 8: CDOI2088. DOI:10.1002/14651858. CDOI2088. pub2.
31. Kanorsky S. Current possibilities for treating atrial fibrillation. *Vrach*. 2016. 4. 14-20. in Russian.
32. Golitsyn S.P., Kropacheva E.S., Maikov E.B., Mironov N.Yu., Panchenko E.P., Sokolov S.F., Shlevkov N.B. Diagnosis and management of cardiac arrhythmias. Part I. *Kardiologicheskiy vestnik*. 2014. 9 (2). 3-43. in Russian.
33. Mamchur S.E., Khomenko E.A., Bokhan N.S., Mamchur I.N., Kurlin M.Yu. The first experience of ultrasound mapping for ablation of atrial fibrillation in Russia. *Journal of arrhythmology*. 2013. 72. 26-30. in Russian.
34. Mamchur I.N., Chichkova T.Yu., Mamchur S.E., Bokhan N.S., Romanova M.P., Khomenko E.A. Comparison of the disordered mechanical function of the left atrium after antral isolation of pulmonary veins by radiofrequency or cryoballoon ablation. *Russian J. Cardiology*. 2017. 8 (148). 24-30. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2017-8-24-30> in Russian.
35. Gasyмова N.Z., Mikhailov E.N. Current approaches to periprocedural anticoagulation treatment in patients undergoing atrial fibrillation. *Russian Journal Cardiology*. 2019. 24 (4). 68-77. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2019-4-24-30> in Russian.
36. Novikov I.A., Mironov N.Yu., Maykov E.B., Kovalenko A.S. Advances of balloon cryoablation for treatment of atrial fibrillation. *Kardiologicheskiy vestnik*. 2018. T.XIII (3). 10-15. www.cardioweb.ru in Russian.
37. Ryabykina G.V., Shokhzodoeva Z.O., Sapelnikov O.V., Makeev M.I., Kozhemyakina E.Sh., Shchedrina E.V., Volkov V.E., Akchurin R.S. Diagnostic utility of long-term remote ECG monitoring in compare with 24 hour Holter monitoring in patients with atrial fibrillation after catheter radiofrequency ablation in the early postoperative period. *Terapevticheskiy Archiv*. 2018. 90 (12). 12-16. in Russian.
38. Kirchhof P., Benussi S., Kotecha D., Ahissan A., Atar D., Casadei B., Castella M., Diener H.-Ch., Heidbuchel H., Hendriks J., Hindricks G., Manolis A.S., Oldgren J., Popescu B.A., Schotten U., Putte B.V., Vardas P. 2016 ESC guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Russ. J. Cardiology*. 2017. 7(147). 7-86. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2017-7-7-86>. in Russian.
39. Sapelnikov O.V., Arduş D.F., Nikolaeva O.A., Cherkashin D.I., Grishin I.R., Kulikov A.A., Zhironov I.V., Uskach T.M., Tereshchenko S.N., Akchurin R.S. Catheter ablation: is that a new era in treatment of atrial fibrillation among patients with chronic heart failure? *Kardiologicheskiy vestnik*. 2018. 13 (3). 4-9. <https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin2018130314> in Russian.
40. Merzlikin N.V., Komkova T.B., Tskhay V.F., Salo V.N., Navasardyan V.G., Noroeva T.A., Sarueva A.O. The history of the development of cryosurgery in Siberia. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2019. 18 (3). 175-182. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2019-3-175-182> in Russian.
41. Takarada K., Overlinder I., de Asmundis C., Stroke E., Mugnai G., de Regibus V., Moran D., Contino-Moreno H., Abugattas J.P., Choñdhury R., Ruggiero D., Paparell G., Icapino S., Brugada P., Chierchia G.B. Long-term outcome after second-generation cryoballoon ablation for paroxysmal atrial fibrillation – a 3 – years follow – up. *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology*. 2017. 49 (1). 93-100. <https://doi.org/10.1007/S10840-017-0237-7>.
42. Hunter T.D., Palli S.R., Rizzo J.A. Cost comparison of radiofrequency catheter ablation versus cryoablation for atrial fibrillation in hospitals using both technologies. *Journal of Medical Economics*. 2016. 19 (10). 959-964. <https://doi.org/10.1080/13696998.2016.1187153>.
43. Kuck K.H., Fürnkranz A., Chun K.R., Metzger A., Ouyang F., Schlüter F., Elvan A., Lim H.W., Kueffer F.J., Arentz T., Albenque J.P., Tondo C., Kühne M., Sticherling C., Brugada P. FIRE AND ICE investigation. Cryoballoon or radiofrequency ablation for symptomatic paroxysmal atrial fibrillation: reintervention rehospitalization, and quality – of – life outcomes

- in the FIRE AND ICE trial. *European Heart Journal*. 2016. 37 (38). 2858-2865. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw285>.
44. Manolis A.S. Ablation of atrial fibrillation: single-shot techniques poised to dominate rhythm control strategies/ the future is here. *Journal of Thoracic Disease*. 2017. 9 (3). 313-321. <https://doi.org/10.21037/jtd.2017.02.74>.
 45. Anikina L.V. Kryomedicine: its pros and cons. Part 2. Characterization of the Physiological and pathogenic mechanisms of the «cooling – freezing - melting» system. *ENI. Zabaykalskiy meditsinskiy vestnik*. 2017. 2. 185-195. in Russian.
 46. Pushkarev A.V., Vasilyev A.O., Sheptunov S.A., Tsiganov D.I. Investigation of factors of biotissue damage for the creation of cryosurgical equipment. *New of nigher educational institutions. The Volga region. Medical sciences*. 2016. 4 (40). 122-134. in Russian.
 47. Andraok J.C., Khairy P., Dubic M. Catheter cryoablation: biology and clinical uses. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol*. 2013. 6. 218-227.
 48. Avitall B., Kalinski A. Cryotherapy of cardiac arrhythmia: from Basic science to the bedside. *Heart Rhythm*. 2015. 12. 2195-2203.
 49. Garg J., Chaudhary R., Palaniswamy C., Shah N., Krishnamoorthy P., Bozorgnia B., Natale H. Cryoablation versus radiofrequency ablation for atrial fibrillation: meta-analysis of 16 clinical trials. *Journal of Atrial Fibrillation*. 2016. 9(3). 1429-1434. <https://doi.org/10.4022./jafib.1429>.
 50. He X., Chen Y., Zhou Y. One-year clinical outcome of pulmonary vein isolation using the second-generation cryoballoon: a meta-analysis. *Pacing Clin. Electrophysiol*. 2016. 39. 182-189.
 51. Kolunin G.V., Kuznetsov V.A., Kharats V.E., Pavlov A.V., Belonogov D.V., Ulyanov A.L., Khorkova N.Yu., Ruchkov A.Yu. Cryoablation in treatment of ventricular arrhythmias. *Journal of Arrhythmology*. 2013. 72. 62-66. in Russian.
 52. Mikhailov E.N., Lyubimtseva T.A., Davtyan K.V., Topchian A.G., Tarasyuk E.S., Kryzhanovskiy D.V., Kosonogov A.Ya., Sagitov I.Sh., Khomutinin D.N., Grachev N.I., Revichvili A.Sh., Artyukhina E.A., Kozolev S.V., Nechepurenko A.A., Chetverikov S.Yu., Rsaev F.G., Lebedev D.S. Cryoablation in atrial fibrillation: Rationale of the National Prospective Registry and Preliminary results. *Russ. J. Cardiology*. 2018. 23 (7). 21-25. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-7-21-25>. in Russian.
 53. Su W., Orme G.J., Hoyt R., Baker J., Compton S., Fellows C., Harding J., Svinarich J.T., Kovalski M., Piedad B., Kenigsberg D., Seger J., Ahmad Z.K., Wang P. Retrospective review of arctic front advance cryoballoon ablation: a multicenter examination of second-generation cryoballoon (RADICOOltrial). *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology*. 2018. 51(3). 199-204. <https://doi.org/10.1007/s10840-018-0335-1>.
 54. Chickhova T.Yu., Mamchur S.E., Kokov A.N., Bokhan N.S., Khomenko E.A., Mamchur I.N. Cryoballoon ablation for atrial fibrillation in different anatomy of pulmonary veins. *Russian J. of Cardiology*. 2017. 7 (147). 99-104. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2017-7-99-104>. in Russian.
 55. Mikhailov E.N., Lebedev D.S., Pokushalov E.A., Davtyan K.V., Ivanitsky E.A., Nechepurenko A.A., Kosonogov A.Ya., Kolunin G.V., Morozov I.A., Termosesov S.A., Maykov E.B., Khomutinin D.N., Eremin S.A., Mayorov I.M., Romanov A.B., Shabanov V.V., Shatachtyan V.S., Tsivkovsky V.Yu., Patsyuk A.V., Revishvili A.Sh., Shlyakhto E.V. Cryoballoon ablation in Russian sites of interventional atrial fibrillation management treatment: results of the first National survey. *Russ. J. Cardiology* 2015. 20 (11). 86-91. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2015-11-86-91>. in Russian.
 56. Ciconte G., Baltogiannis G., de Asmundis C., Sieira J., Cinte G., Di Giovanni G., Saitoh Y., Irfan G., Mugnai G., Hunuka B., Chierchia G.B., Brugada P. Pulmonary vein isolation as index procedure for persistent atrial fibrillation: One-year clinical outcome after ablation using the second-generation cryoballoon. *Heart Rhythm*. 2015. 12(1). 60-66. doi:10.1016/j.Rhythm.2014.06.063.