

<https://doi.org/10.24060/2076-3093-2018-8-4-303-309>



Fire or ice в лечении пациентов со сложными нарушениями ритма сердца

Т.Р. Ибрагимов², А.Э. Пушкарева¹, С.И. Благодаров², Е.Н. Герасименко², А.Р. Гилемханов², Р.Э. Абдрахманов², К.И. Завьялов², И.Ф. Султанов², И.Д. Утенская², Л.Ф. Сахапов¹

¹ Башкирский государственный медицинский университет, Россия, 450008, Уфа, ул. Ленина, 3

² Клиника Башкирского государственного медицинского университета, Россия, 450083, Уфа, ул. Шафиева, 2

Контакты: Ибрагимов Теймур Рамиз оглы, e-mail: vrachic88@mail.ru

Резюме

Введение. При появлении патологического процесса на одном из участков проводящей системы сердца возникают различные аритмии сердца, способствующие неправильной сердечной деятельности с последующим сбоем работы всего организма и возникновению угрозы жизни.

На сегодняшний день эндоваскулярное лечение аритмий заменило многие хирургические операции на открытом сердце и стало признанной альтернативой медикаментозной терапии. Основными методами рентгенэндоваскулярного лечения аритмий являются имплантация различных устройств, транскатетерная радиочастотная абляция аритмогенных зон или криоабляция. Великолепное сравнение абляционных методик было выполнено в самом широкомасштабном рандомизированном международном клиническом исследовании «Пламя и Лед» (FIRE AND ICE).

В Клинике Башкирского государственного медицинского университета выполняют имплантацию одно- и двухкамерных электрокардиостимуляторов, электрофизиологическое исследование, радиочастотную абляцию.

Материал и методы. В Клинике БГМУ электрофизиологическое исследование и транскатетерную радиочастотную эндокардиальную абляцию с использованием системы Carto 3 при сложных нарушениях ритма выполняют с 2013 года.

Результаты и обсуждение. В клинике Башкирского государственного медицинского университета уже выполнено 159 электрофизиологических исследований и радиочастотных абляций.

Заключение. Приоритетным выбором в лечении различных форм аритмий является рентгенэндоваскулярная хирургия.

Ключевые слова: аритмия, радиочастотная абляция, криоабляция, рентгенэндоваскулярное лечение, криобаллоны, абляционные катетеры

Для цитирования: Ибрагимов Т.Р., Пушкарева А.Э., Благодаров С.И., Герасименко Е.Н., Гилемханов А.Р., Абдрахманов Р.Э., Завьялов К.И., Султанов И.Ф., Утенская И.Д., Сахапов Л.Ф. Fire or ice в лечении пациентов со сложными нарушениями ритма сердца. Креативная хирургия и онкология. 2018;8(4):303–309. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2018-8-4-303-309>

Ибрагимов Теймур Рамиз оглы — врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, ассистент кафедры хирургических болезней и новых технологий с курсом ИДПО, e-mail: vrachic88@mail.ru, orcid.org/0000-0001-7509-4345

Пушкарева Альфия Эдуардовна — к.м.н., доцент кафедры госпитальной терапии

Благодаров Сергей Игоревич — врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению

Герасименко Екатерина Николаевна — врач-кардиолог

Гилемханов Альберт Радикович — врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению

Абдрахманов Рустам Эрнстович — врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению

Завьялов Константин Игоревич — врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению

Султанов Ильгиз Фигирович — врач — анестезиолог-реаниматолог

Утенская Ирина Дмитриевна — врач — анестезиолог-реаниматолог

Сахапов Линур Фидратович — клинический ординатор кафедры клинической кардиологии, e-mail: sahapov.1987@mail.ru

“Fire or Ice” in the Treatment of Patients with Complex Heart Rhythm Disorders

Ibragimov Teimur Ramiz ogly —
X-ray Endovascular
Diagnostics and Treatment
Physician, Assistant lecturer
at the Department of Surgical
Diseases and New Technologies
with the Course of Additional
Professional Education,
e-mail: vrachic88@mail.ru,
orcid.org/0000-0001-7509-4345

Pushkareva Al'fiya
Eduardovna —
Candidate of Medical Sciences,
Associate professor at the
Department of Hospital
Therapy

Blagodarov Sergey
Igorovich —
X-ray Endovascular Diagnostics
and Treatment Physician

Gerasimenko Ekaterina
Nikolaevna —
Cardiologist
Gilemkhanov Albert
Radikovich —
X-ray Endovascular Diagnostics
and Treatment Physician

Abdrakhmanov Rustam
Ernstovich —
X-ray Endovascular Diagnostics
and Treatment Physician

Zavyalov Konstantin
Igorovich —
X-ray Endovascular Diagnostics
and Treatment Physician

Sultanov Iigiz Fignerovich —
Physician Anesthesiologist

Utenskaya Irina Dmitrievna —
Physician Anesthesiologist

Sakhapov Linur Fidiratovich —
Resident at the Department of
Clinical Cardiology,
e-mail: sahapov.1987@mail.ru

Teimur R. Ibragimov², Al'fiya E. Pushkareva¹, Sergey I. Blagodarov², Ekaterina N. Gerasimenko², Albert R. Gilemkhanov², Rustam E. Abdrakhmanov², Konstantin I. Zavyalov², Iigiz F. Sultanov², Irina D. Utenskaya², Linur F. Sakhapov¹

¹ Bashkir State Medical University, 3 Lenin str., Ufa, 450008, Russian Federation

² Bashkir State Medical University Clinic, 2 Shafiev str., Ufa, 450083, Russian Federation

Contacts: Ibragimov Teimur Ramiz ogly, e-mail: vrachic88@mail.ru

Summary

Introduction. When a pathological process emerges in a part of the cardiac conduction system, it results in various cardiac arrhythmias causing cardiac activity disorders affecting the entire body and posing a threat to the patient's life.

Today, the endovascular treatment of arrhythmias has replaced many open heart surgeries becoming a widely accepted alternative to drug therapy. The key techniques of x-ray-guided endovascular treatment of arrhythmias includes the implantation of various devices, transcatheter radiofrequency ablation of arrhythmogenic zones and cryoablation. An excellent comparison of ablation techniques has been presented in the most extensive international randomized clinical trial FIRE AND ICE.

The implantation of single-and two-chamber pacemakers, electrophysiological research, radio frequency ablation are all performed at the Bashkir State Medical University Clinic.

Material and methods. The electrophysiological research and transcatheter radiofrequency endocardial ablation using the Carto 3 system for complex rhythm disorders have been carried out at the Bashkir State Medical University Clinic since 2013.

Results and discussion. 159 EPIs and RFAs have been performed at the Bashkir State Medical University Clinic.

Conclusions. X-ray guided endovascular surgery is the method of choice in the treatment of various forms of arrhythmias.

Keywords: arrhythmia, radiofrequency ablation, cryoablation, endovascular treatment, cryoballoons, ablation catheters

For citation: Ibragimov T.R., Pushkareva A.E., Blagodarov S.I., Gerasimenko E.N., Gilemkhanov A.R., Abdrakhmanov R.E., Zavyalov K.I., Sultanov I.F., Utenskaya I.D., Sakhapov L.F. “Fire or Ice” in the Treatment of Patients with Complex Heart Rhythm Disorders. *Creative Surgery and Oncology*. 2018;8(4):303–309. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2018-8-4-303-309>

Введение

Для обеспечения нормальной сердечной деятельности и последовательной работы различных отделов сердца необходима нормально функционирующая проводящая система сердца (ПСС). ПСС координирует последовательное сокращение предсердий и желудочков, обеспечивая автоматизм сердца. Проводящая система сердца заключается в последовательной взаимосвязи синоатриального узла, связывающей синоатриальный узел с атриовентрикулярным узлом, пучком Гиса и проводящими волокнами Пуркинье.

При нарушении автоматизма, проводимости на одном из участков ПСС, образовании новых очагов эктопической иннервации возникают различные аритмии сердца, способствующие неправильной сердечной деятельности с последующим сбоем работы всего организма и возникновению угрозы жизни.

Из наиболее часто встречающихся аритмий можно выделить: атриовентрикулярные блокады, экстрасистолы, АВ-узловая, желудочковые и предсердные эктопические тахикардии, фибрилляции предсердий, трепетания предсердий, синдром слабости синусового узла, синдром Вольфа — Паркинсона — Вайта.

На сегодня существует два метода лечения аритмий: неинвазивный и инвазивный. Неинвазивный метод заключается в медикаментозном лечении с помощью антиаритмических препаратов [1–3]. Инвазивный метод также можно разделить на два направления: хирургическое, которое заключается в коррекции проводящей системы на «открытом сердце», и эндоваскулярное. К инвазивным методам переходят, если антиаритмическая терапия является неэффективной или применение ее невозможно в силу различных противопоказаний (заболевания щитовидной железы, аллергия и т. д.).

Рентгенэндоваскулярная хирургия на сегодняшний день является быстро развивающейся методикой лечения различных заболеваний и патологий органов и во многих направлениях хирургии занимает приоритетное положение. Так, в лечении аритмий при помощи рентгенэндоваскулярных методов возможна имплантация различных автоматических устройств, с помощью которых контролируется ритм сердца (антитахикардитические устройства, электрокардиостимуляторы, кардиовертеры-дефибрилляторы), транскатетерная радиочастотная абляция аритмогенных зон или криоабляция. На сегодняшний день эндоваскулярное лечение аритмий заменило многие хирургические операции на открытом сердце и стало признанной альтернативой медикаментозной терапии.

Транскатетерная радиочастотная абляция заключается в воздействии высокочастотного тока с целью разрушить очаг аритмии «нагреванием» клеток сердца. Данный метод был внедрен в начале 1980-х годов и стал методом выбора, который сохраняет свою актуальность и в наши дни [4–8].

Криоабляция — это современный метод лечения аритмий при помощи воздействия экстремального холода. Цель данной процедуры заключается в «заморозке»

клеток сердца, провоцирующих нарушение сердечного ритма.

Оба вида абляций в основном позиционируются как конкурирующие методики при лечении фибрилляции предсердий. Великолепное сравнение данных методик было выполнено в самом широкомасштабном рандомизированном международном клиническом исследовании «Пламя и Лед» (FIRE AND ICE). Результаты исследования были представлены на шестьдесят пятой ежегодной научной сессии Американского колледжа кардиологии 2–4 апреля 2016 года в Чикаго, США, и одновременно опубликованы в журнале The New England Journal of Medicine [9–12].

В криоабляции («Лед») применяются криобаллоны Arctic Front, а в радиочастотной абляции («Пламя») используются радиочастотные абляционные катетеры ThermoCool [12–14]. В ходе исследования была достигнута первичная конечная точка по критерию эффективности — доказано, что криобаллонная абляция не уступает радиочастотной абляции ($p = 0,0004$) с точки зрения снижения частоты рецидивов аритмии или необходимости в антиаритмической медикаментозной терапии и/или повторной абляции. Также была достигнута первичная конечная точка по критерию безопасности, а именно, по времени до первой смерти по любой причине, до инсульта или ТИА (транзиторная ишемическая атака) по любой причине либо до серьезных нежелательных явлений в связи с лечением ($p = 0,24$) [13–16].

В Клинике Башкирского государственного медицинского университета выполняют имплантацию одно- и двухкамерных электрокардиостимуляторов, электрофизиологическое исследование (ЭФИ), радиочастотную абляцию (РЧА).

При эндоваскулярном лечении различных форм аритмий в основном используют венозный доступ. Венозный доступ имеет небольшое количество осложнений. Одним из главных таких осложнений является острый тромбоз, возникающий при неправильном ведении пациентов с аритмическими нарушениями [17].

Материалы и методы

В Клинике БГМУ электрофизиологическое исследование и транскатетерную радиочастотную эндокардиальную абляцию с использованием системы Carto 3 (рис. 1) при сложных нарушениях ритма выполняют с 2013 года.

Основным противопоказанием к электрофизиологическому исследованию и радиочастотной абляции является наличие тромбов в полостях сердца. Вмешательство также не рекомендуется во время беременности, поскольку рентгеновское излучение может нанести вред плоду. Всем пациентам выполняется предоперационная подготовка, которая заключается в отмене антиаритмических препаратов за 2–7 суток до оперативного вмешательства, все пациенты с фибрилляцией предсердий должны принимать антикоагулянтную терапию. Непосредственно перед операцией всем пациентам



Рисунок 1. Система Carto 3
Figure 1. Carto 3 System

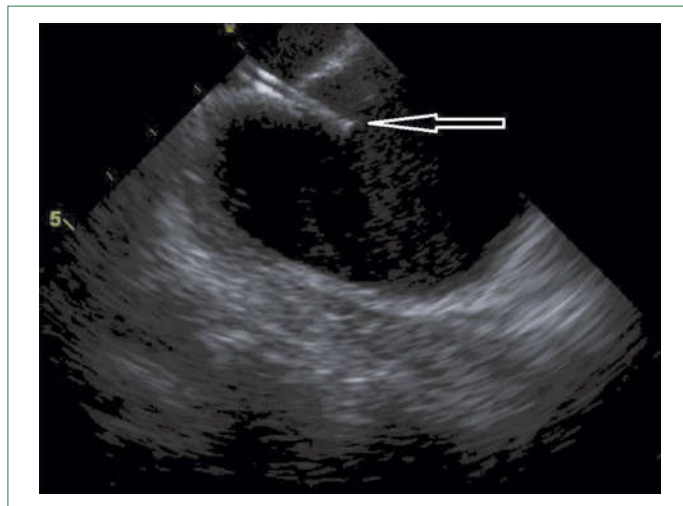


Рисунок 2. Внутрисердечное УЗИ. Стрелкой указан момент пункции межпредсердной перегородки иглой

Figure 2. Intracardiac echocardiography. Arrow marks atrial septum needle puncture time

выполняется чреспищеводная эхокардиография для выявления наличия тромбов в полостях сердца.

Само оперативное вмешательство можно разделить на два этапа: 1-й этап заключается в электрофизиологическом исследовании — выполняется стимуляция различных отделов сердца для определения точного расположения аритмогенного субстрата, 2-й этап — радиочастотная абляция — в сердце устанавливается абляционный (лечебный) катетер, на окончание которого подается радиочастотная энергия (высокочастотный ток), разрушающая аритмогенный субстрат. Воздействие радиочастотного тока приводит к формированию небольшого рубца диаметром до нескольких миллиметров, не опасного для дальнейшего функционирования сердца.

За период с 2013 по 2017 год выполнено 159 электрофизиологических исследований и радиочастотных абляций.

Пример.

В ноябре 2017 года в клинику БГМУ поступила пациентка Ф., 55 лет, с диагнозом ИБС с нарушением ритма, персистирующая фибрилляция предсердий, тахистолитический вариант. Основные жалобы на перебои в работе сердца, сердцебиение, резкую слабость, чувство нехватки воздуха. Фибрилляция предсердий с 2015 года. Амбулаторно принимает Бисопролол 5 мг утром, Лизиноприл 10 мг вечером, Варфарин 2,5 мг по 2,5 табл. вечером, Аторвастатин. Отмечает ухудшение состояния с сентября 2017 года в виде прогрессирования вышеперечисленных жалоб. Консультирована аритмологом Клиники БГМУ, определены показания для электрофизиологического исследования и при наличии условий радиочастотная абляция.

Перед началом операции к пациентке был прикреплен набор референтных патчей Biosense Webster External Reference Patches. Данные патчи и электроды ЭКГ подключаются к навигационной системе Carto 3 для по-

следующего создания 3D-модели сердечных структур и полостей сердца с помощью орошаемого абляционного катетера Biosense Webster ThermoCool SmartTouch F-F-type. Под местной анестезией р-ром новокаина 0,25 % — 6,0 мл пунктируется правая подключичная вена по Йоффе, устанавливается интродьюсер 6Fr 11 см. Через установленный интродьюсер в правой подключичной вене проводится диагностический электрод в коронарный синус Biosense Webster 115 см F-type. Под местной анестезией раствором новокаина 0,25 % — 6,0 мл пунктируются правая и левая бедренные вены, устанавливаются интродьюсеры 8Fr 11 см. Через установленный интродьюсер в левой бедренной вене проведен датчик для внутрисердечного УЗИ AcuNav 8Fr. С помощью внутрисердечного УЗИ визуализирована «тонкая» часть транссептальной перегородки (рис. 2). По проводнику 0,035" 260,0 см производится замена интродьюсера 8Fr 11 см из правого бедренного доступа на катетер-интродьюсер Biosense Webster Preface Multipurpose 8Fr 62 см.

Через катетер-интродьюсер в правой бедренной вене проводится игла для транссептальной пункции St. Jude Medical BRK 1. Производится пункция транссептальной перегородки под рентгеновским контролем и контролем внутрисердечного УЗИ.

Далее проводится проводник 0,035" 260,0 см в левую верхнюю легочную вену в полости левого предсердия вместе с катетером-интродьюсером Biosense Webster Preface Multipurpose 8F 62 см. Транссептальная игла, датчик для внутрисердечного УЗИ AcuNav и проводник 0,035" 260,0 см удаляются. Для контроля в полость левого предсердия вводится физиологический раствор, в результате чего мы должны получить так называемый эффект Bubbles (рис. 3).

Через катетер-интродьюсер проводится орошаемый абляционный катетер Biosense Webster ThermoCool SmartTouch F-F-type (рис. 4), позволяющий контроли-

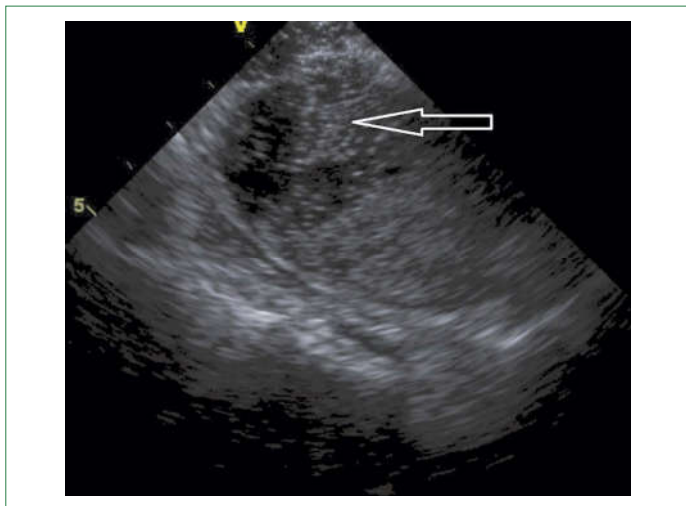


Рисунок 3. Внутрисердечное УЗИ. Стрелкой указан эффект Bubble («пузырей»)
Figure 3. Intracardiac echocardiography. Arrow marks "bubble effect"

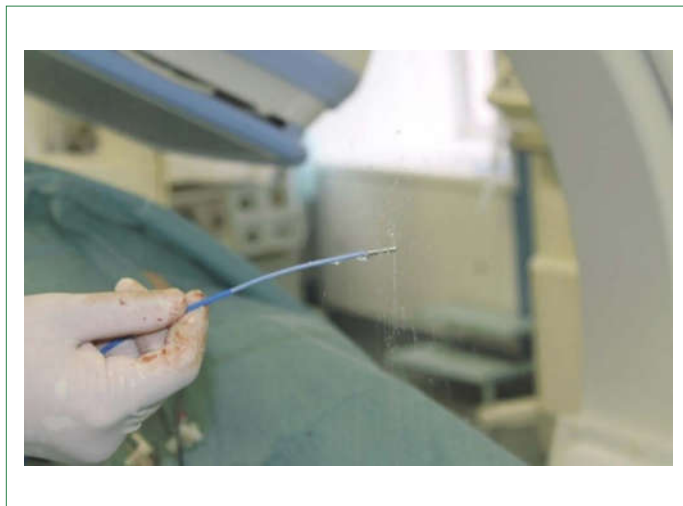


Рисунок 4. Абляционный катетер Biosense Webster ThermoCool SmartTouch F-F-type с системой орошения
Figure 4. Biosense Webster ThermoCool SmartTouch F-F-type ablation catheter with irrigation system

ровать и измерять силу воздействия катетера на внутренние органы. Взаимодействие магнитного сенсора внутри катетера с генерируемым системой Carto 3 магнитным полем способствует визуализации траектории его передвижения в сердце в реальном времени. Выполняется картирование полости левого предсердия в условиях системы Carto 3 в режиме FAM с применением модулей Accuresp.

На фоне манипуляций — индукция неустойчивой пароксизмальной фибрилляции предсердий. С помощью электрода Biosense Webster ThermoCool SmartTouch F-F-type выполняется сначала антральная изоляция устьев

правых и левых легочных вен единым коллектором, далее сегментарная абляция ганглионарных сплетений левого предсердия радиочастотной энергией в режиме 45 С, 45 Вт (рис. 5). При полной изоляции устьев легочных вен происходит восстановление синусового ритма. Изоляция устья легочных вен, ганглионарных сплетений подтверждается с помощью стимуляции с абляционного электрода. Катетер Biosense Webster ThermoCool SmartTouch F-F-type заменяется на 20-полюсный катетер Lasso 2515. Повторный контроль катетером Lasso: двунаправленная блокада проведения во всех легочных венах. Электроды, интродьюсеры удаляются. Гемостаз. Давящие повязки на место пункции бедренных вен. Асептическая наклейка на место пункции правой подключичной вены.

Результаты и обсуждение

В клинике Башкирского государственного университета уже выполнено 159 ЭФИ, РЧА. Структура операций по годам представлена в таблице 1. Как видно из таблицы 1, из всей массы пациентов у 26 не удалось восстановить синусовый ритм. Большая доля этих пациентов приходится на 2013–2015 гг., на период становления аритмологической службы клиники БГМУ. Ежегодно проводились анализ и дальнейшая коррекция критериев отбора у данной категории паци-

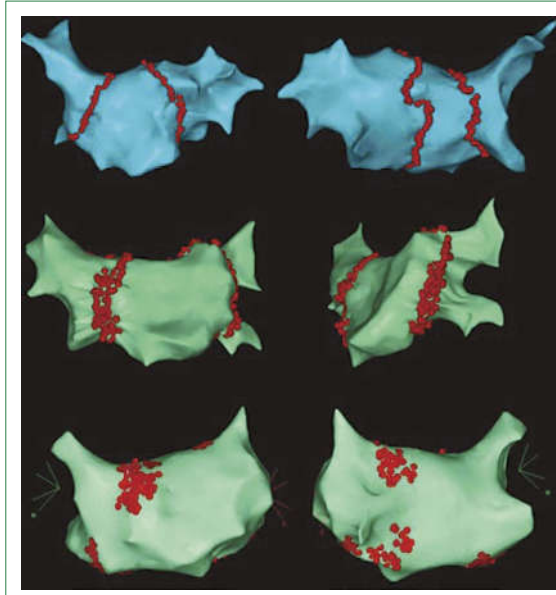


Рисунок 5. 3D-модель левого предсердия с зонами абляции (красные точки) вокруг левых и правых легочных вен
Figure 5. 3D model of left atrium with ablation zones (red dots) around left and right pulmonary veins

Методика оперативного лечения	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Эффективность
Транскатетерная эндокардиальная абляция при сложных нарушениях ритма	7	41	29	38	44	Восстановление синусового ритма — 84 %

Таблица 1. Результаты Клиники БГМУ
Table 1. BSMU Clinic results

Виды абляций	Изоляция легочных вен с помощью криобаллона (катетер Arctic Front) со стимуляцией диафрагмального нерва	Радиочастотная абляция с 3D-электроанатомическим картированием
Лечение патологии	Фибрилляция предсердий	Пароксизмальная тахикардия Фибрилляция и трепетание предсердий Желудочковая экстрасистолия Синдром WPW Предсердная экстрасистолия Атриовентрикулярная реципрокная узловая тахикардия
Воздействие на очаг	Экстремально холода (-45...-50 °C)	Высоко- или радиочастотного тока 400–500 кГц
Рецидивы предсердной аритмии	Одинаково низкие	Одинаково низкие
Количество осложнений (аритмий)	Одинаково мало	Одинаково мало
Время операции	Среднее значение = 124 минуты	Среднее значение = 141 минута; $p = 0,0001$
Использование рентгеноскопии	Среднее значение = 22 минуты; $p = 0,0001$	Среднее значение = 17 минут
Повреждение диафрагмального нерва	Возможно	Нет
Зависимость от анатомического строения	Да (баллон круглый, легочная вена — овальная; размер баллона не соответствует размеру (28 мм) и форме вены)	Нет

Таблица 2. Виды абляций и основные характеристики
Table 2. Ablation types and key characteristics

ентов. Также с каждым годом происходит совершенствование аритмологического инструмента. Например, появились современные РЧА катетеры с функцией определения силы давления на эндокард, которые позволяют более точно построить электроанатомическую карту структур и полостей сердца, повысить эффективность абляции и снизить риск перфорации.

Тяжело поддаются лечению пациенты с избыточной массой тела, увеличенным объемом левого предсердия (свыше 150 мл), пациенты с обширным инфарктом миокарда, с длительной постоянной формой фибрилляции предсердий. Для данного метода лечения не подходят пациенты с гормональными расстройствами, врожденными пороками сердца, со сбросами из коронарных артерий непосредственно в полости сердца.

За весь период электрофизиологических исследований и радиочастотной абляции аритмогенных зон в клинике БГМУ основную долю занимают пациенты с фибрилляцией предсердий. Так, в 2017 году из 44 пролеченных больных у 29 (73 %) выполнена радиочастотная катетерная изоляция легочных вен в условиях электроанатомического картирования Carto 3 по поводу постоянной формы фибрилляции предсердий. Именно эти пациенты были включены в исследование «Пламя и Лед». Сравнительный анализ двух абляционных методик представлен в таблице 2.

Основным минусом использования криоабляции является то, что данный метод можно использовать только при абляции устьев легочных вен, но результат лечения очень сильно зависит от анатомического строения в силу того, что в данном методе используется баллонный катетер определенного размера и формы. Стоит отметить, что, несмотря на схожесть по эффективности двух методов абляции, по функциональным возможностям и областям применения радиочастотная абляция имеет преимущество. Также в исследовании «Пламя

и Лед» (FIRE and ICE) не были использованы современные модули, такой как Visitag, что значительно добавило бы преимущества радиочастотной абляции.

Заключение

На сегодняшний день рентгенэндоваскулярное лечение уже имеет преимущество в некоторых областях хирургии. Постоянное развитие интервенционного инструмента и увеличение областей их использования дают понять, что данное направление хирургии будет развиваться далее и приносить несомненный успех. В лечении различных форм аритмий приоритетным выбором лечения должны быть рентгенэндоваскулярные. Так как данный метод мини-инвазивный, не требует наркоза для пациентов, реабилитация пациентов происходит намного быстрее, есть возможность лечить более широкий спектр аритмий.

Информация о конфликте интересов.

Конфликт интересов отсутствует.

Информация о спонсорстве.

Данная работа не финансировалась.

Список литературы

- 1 Ревиншвили А.Ш., Фетисова Е.А., Калинин В.В., Калинин А.В., Чайковская М.К., Миронович С.А. и др. Электрофизиологические механизмы прекращения фибрилляции предсердий: новое понимание, полученное на основе неинвазивного фазового картирования. Вестник аритмологии. 2017;(88):5–12.
- 2 Hansen B.J., Zhao J., Csepe T.A., Moore B.T., Li N., Jayne L.A., et al. Atrial fibrillation driven by micro-anatomic intramural re-entry revealed by simultaneous sub-epicardial and sub-endocardial optical mapping in explanted human hearts. Eur Heart J. 2015;36(35):2390–401. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv233
- 3 Канорский С.Г. Лечение больных с фибрилляцией предсердий: поиск оптимальных решений. Кардиология. 2016;56(8):46–53. DOI: 10.18565/cardio.2016.8.46-53
- 4 Баимбетов А.К., Рзаев Ф.Г., Нардая Ш.Г., Бижанов К.А., Ергешов К.А., Медеубеков У.Ш. Новые тренды в интервенционной

- аритмологии: опыт двух центров в криоабляции фибрилляции предсердий. Вестник аритмологии. 2018;(92):5–10. DOI: 10.25760/VA-2018-92-5-10
- 5 van den Ham H.A., Klungel O.H., Singer D.E., Leufkens H.G., van Staa T.P. Comparative performance of ATRIA, CHADS2, and CHA2DS2-VASc risk scores predicting stroke in patients with atrial fibrillation: results from a national primary care database. *J Am Coll Cardiol.* 2015;66(17):1851–9. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.08.033
 - 6 Новикова Н.А., Волоченко А.Н. Использование прямых пероральных антикоагулянтов при подготовке к электрической кардиоверсии предсердий. Вестник аритмологии. 2017;(88):18–24.
 - 7 Ардашев А.В., Мамчур С.Е. Внезапная сердечная смерть и синдром WPW. Вестник аритмологии. 2014;(76):30–7.
 - 8 Nyns E.C.A., Kip A., Bart C.I., Plomp J.J., Zeppenfeld K., Schalij M.J., et al. Optogenetic termination of ventricular arrhythmias in the whole heart: towards biological cardiac rhythm management. *Card Electrophysiol Clin.* 2015;7(1):89–98. DOI: 10.1016/j.ccep.2014.11.004
 - 9 Lim H.S., Zellerhoff S., Derval N., Denis A., Yamashita S., Berte B., et al. Noninvasive mapping to guide atrial fibrillation ablation. *Card Electrophysiol Clin.* 2015;7(1):89–98. DOI: 10.1016/j.ccep.2014.11.004
 - 10 Berenfeld O., Yamazaki M., Filgueiras-Rama D., Kalifa J. Surface and intramural reentrant patterns during atrial fibrillation in the sheep. *Methods Inf Med.* 2014;53(4):314–9. DOI: 10.3414/ME13-02-0047
 - 11 Kuck K.H., Fünkrantz A., Chun K.R., Metzner A., Ouyang F., Schlüter M., et al. Cryoballoon or radiofrequency ablation for symptomatic paroxysmal atrial fibrillation: reintervention, rehospitalization, and quality-of-life outcomes in the FIRE AND ICE trial. *Eur Heart J.* 2016;37(38):2858–65. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw285
 - 12 Schnabel R.B., Yin X., Gona P., Larson M.G., Beiser A.S., McManus D.D., et al. 50 year trends in atrial fibrillation prevalence, incidence, risk factors, and mortality in the Framingham Heart Study: a cohort study. *Lancet.* 2015;386(9989):154–62. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)61774-8
 - 13 Михайлов Е.Н., Гасимова Н.З., Байрамова С.А., Харац В.Е., Качалкова О.Н., Дмитриев А.Ю. и др. Клиническая характеристика пациентов и результаты катетерной абляции фибрилляции предсердий в российской популяции: субанализ европейского регистра 2012–2016 гг. Российский кардиологический журнал. 2018;(7):7–15. DOI: 10.15829/1560-4071-2018-7-7-15
 - 14 Tondo C., Iacopino S., Pieragnoli P., Molon G., Verlato R., Curnis A., et al. Pulmonary vein isolation cryoablation for patients with persistent and long-standing persistent atrial fibrillation: Clinical outcomes from the real-world multicenter observational project. *Heart Rhythm.* 2018;15(3):363–8. DOI: 10.1016/j.hrthm.2017.10.038
 - 15 Сергеев А.В., Бокерия О.Л., Меликулов А.Х., Климчук И.Я., Турдубаев А.К., Бокерия Л.А. Электрофизиологические особенности левопредсердных аритмий после хирургической абляции фибрилляции предсердий. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2017;18(5):472–8. DOI: 10.24022/1810-0694-2017-18-5-472-478
 - 16 Fasano A., Anfuso L., Arena G., Pandozi C. Thermal field in cryoablation procedures for pulmonary veins isolation: importance of esophageal temperature monitoring. *J Atr Fibrillation.* 2017;9(6):1533. DOI: 10.4022/jafb.1533
 - 17 Плечев В.В., Галимов О.В., Ишметов В.Ш., Кашаев М.Ш., Абдрахманов Р.Э., Зиязетдинов Р.Н. и др. Опыт применения перорального прямого антикоагулянта Ривароксана в лечении острого венозного тромбоза. Хирург. 2016;(2):12–7.
 - revealed by simultaneous sub-epicardial and sub-endocardial optical mapping in explanted human hearts. *Eur Heart J.* 2015;36(35):2390–401. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv233
 - 3 Kanorski S.G. Treatment of patients with atrial fibrillation: the search for optimal solutions. *Kardiologia.* 2016;56(8):46–53 (in Russ.). DOI: 10.18565/cardio.2016.8.46-53
 - 4 Baimbetov A.K., Rzaev F.G., Nardaya Sh.G., Bizhanov K.A., Ergeshov K.A., Medeubekov U.Sh. New trends in interventional arrhythmology: experience of two centers in cryoablation of atrial fibrillation. *Journal of arrhythmology.* 2018;(92):5–10 (In Russ.). DOI: 10.25760/VA-2018-92-5-10
 - 5 van den Ham H.A., Klungel O.H., Singer D.E., Leufkens H.G., van Staa T.P. Comparative Performance of ATRIA, CHADS2, and CHA2DS2-VASc Risk Scores Predicting Stroke in patients with atrial fibrillation: results from a national primary care database. *J Am Coll Cardiol.* 2015;66(17):1851–9. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.08.033
 - 6 Novikova N.A., Volovchenko A.N. Direct oral anticoagulants during preparation to electric cardioversion. *Journal of arrhythmology.* 2017;(88):18–24 (In Russ.).
 - 7 Mamchur S.E., Ardashev A.V. Sudden cardiac death and wolff-parkinson-white syndrome. *Journal of arrhythmology.* 2014;(76):30–7 (In Russ.).
 - 8 Nyns E.C.A., Kip A., Bart C.I., Plomp J.J., Zeppenfeld K., Schalij M.J., et al. Optogenetic termination of ventricular arrhythmias in the whole heart: towards biological cardiac rhythm management. *Eur Heart J.* 2017;38(27):2132–36. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw574
 - 9 Lim H.S., Zellerhoff S., Derval N., Denis A., Yamashita S., Berte B., et al. Noninvasive mapping to guide atrial fibrillation ablation. *Card Electrophysiol Clin.* 2015;7(1):89–98. DOI: 10.1016/j.ccep.2014.11.004
 - 10 Berenfeld O., Yamazaki M., Filgueiras-Rama D., Kalifa J. Surface and intramural reentrant patterns during atrial fibrillation in the sheep. *Methods Inf Med.* 2014;53(4):314–9. DOI: 10.3414/ME13-02-0047
 - 11 Kuck K.H., Fünkrantz A., Chun K.R., Metzner A., Ouyang F., Schlüter M., et al. Cryoballoon or radiofrequency ablation for symptomatic paroxysmal atrial fibrillation: reintervention, rehospitalization, and quality-of-life outcomes in the FIRE AND ICE trial. *Eur Heart J.* 2016;37(38):2858–65. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw285
 - 12 Schnabel R.B., Yin X., Gona P., Larson M.G., Beiser A.S., McManus D.D., et al. 50 year trends in atrial fibrillation prevalence, incidence, risk factors, and mortality in the Framingham Heart Study: a cohort study. *Lancet.* 2015;386(9989):154–62. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)61774-8
 - 13 Mikhailov E.N., Gasymova N.Z., Bayramova S.A., Kharats V.E., Kachalkova O.N., Dmitriev A.Yu., et al. Clinical characteristics of patients and results of catheter ablation in atrial fibrillation in Russia: subanalysis of the European registry 2012–2016. *Russian Journal of Cardiology.* 2018;(7):7–15 (In Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2018-7-7-15
 - 14 Tondo C., Iacopino S., Pieragnoli P., Molon G., Verlato R., Curnis A., et al. Pulmonary vein isolation cryoablation for patients with persistent and long-standing persistent atrial fibrillation: Clinical outcomes from the real-world multicenter observational project. *Heart Rhythm.* 2018;15(3):363–8. DOI: 10.1016/j.hrthm.2017.10.038
 - 15 Sergeev A.V., Bockeria O.L., Melikoulov A.Kh., Klimchuk I.Ya., Turdubaev A.K., Bockeria L.A. Electrophysiological characteristics of left the atrial tachycardias after surgical ablation for atrial fibrillation. *Bulletin of Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery RAMS.* 2017;18(5):472–8 (In Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2017-18-5-472-478
 - 16 Fasano A., Anfuso L., Arena G., Pandozi C. Thermal field in cryoablation procedures for pulmonary veins isolation: importance of esophageal temperature monitoring. *J Atr Fibrillation.* 2017;9(6):1533. DOI: 10.4022/jafb.1533
 - 17 Плечев В., Галимов О., Ишметов В., Кашаев М., Абдрахманов Р., Зязетдинов Р., et al. The experience of using direct oral anticoagulant Rivaroxaban in acute venous thrombosis treatment. *Surgeon.* 2016;(2):12–7 (In Russ.).

References

- 1 Revishvili A.Sh., Fetisova E.A., Kalinin V.V., Kalinin A.V., Chaikovskaya M.K., Mironovich S.A., et al. Electrophysiological mechanisms underlying termination of atrial fibrillation: insights gained from non-invasive phase mapping. *Journal of arrhythmology.* 2017;(88):5–12 (In Russ.).
- 2 Hansen B.J., Zhao J., Csepe T.A., Moore B.T., Li N., Jayne L.A., et al. Atrial fibrillation driven by micro-anatomic intramural re-entry