

## **ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**А.И.Оферкин, А.И.Петш, М.П.Шпилевой, И.В.Гущин**

### **УВЕЛИЧЕНИЕ ОБЪЕМА ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОВЫШАЕТ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАТЕТЕРНОЙ АБЛАЦИИ ПАРОКСИЗМАЛЬНОЙ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ ГОУВПО «Сибирский государственный медицинский университет Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию» («СибГМУ Росздрава»), Томск**

*С целью оценки влияния площади повреждения на эффективность радиочастотной катетерной абляции пароксизмальной фибрилляции предсердий были проведены эксперименты на 47 беспородных собаках, обследованы и прооперированы 43 пациента (27 мужчин и 16 женщин, средний возраст - 52,4±10,2 года) с медикаментозно-резистентной пароксизмальной фибрилляцией предсердий.*

**Ключевые слова:** пароксизмальная фибрилляция предсердий, радиочастотная катетерная абляция, левое предсердие, легочные вены, ганглионарные сплетения, площадь повреждения

*To assess the influence of the injury volume of the effectiveness of radiofrequency catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation, experiments were carried out on 47 mongrel dogs; 43 patients aged 52.4±10.2 years (27 men, 16 women) with medically resistant paroxysmal atrial fibrillation were examined and treated.*

**Key words:** paroxysmal atrial fibrillation, radiofrequency catheter ablation, left atrium, pulmonary veins, ganglionic plexuses, injury volume

Радиочастотная катетерная абляция (РЧКА) фибрилляции предсердий (ФП) в настоящее время является наиболее часто выполняемым вмешательством в аритмологии. Вопросом интервенционного лечения ФП занимаются уже более 15 лет. Увеличивается количество клиник, в которых проводится данная процедура, расширяются показания к ней. Уже не первый год на научных съездах и конференциях этой теме уделяется наибольшее внимание. Но «закрыть» проблему никак не удастся. Более того, отдаленные результаты РЧКА ФП ставят больше вопросов, чем дают ответов. Не разработаны единые подходы к лечению той или иной формы аритмии. Эффективность этого способа лечения ФП оставляет желать лучшего и довольно сильно разнится в разных центрах. В совместных рекомендациях ведущих мировых аритмологических обществ, выпущенных в 2007 г., приведены данные об эффективности РЧКА при пароксизмальной ФП (ПФП): она составила 38-78% после одной процедуры [11].

По данным Мюнхенского Сердечного Центра, где пациенты после РЧКА ФП наблюдались в сроки до 9 лет (всего 356 пациентов), долговременный эффект при изоляции легочных вен (ЛВ) при ПФП был достигнут в 58% случаев, причем повторные процедуры были проведены более чем в 50% случаев [20]. В 2009 г. M.Bhargava et al. сообщили о результатах широкой антральной изоляции ЛВ в сочетании с изоляцией верхней полой вены (ВПВ) у 728 пациентов с ПФП и 676 пациентов с непароксизмальной ФП. В первой группе первичная эффективность составила 77,6%, во второй - 67,2%. После повторных РЧКА эффект был достигнут в 92,4 и 84% случаев, соответственно [10]. В 2009 г. H.Calkins et al. провели метаанализ публикаций по РЧКА ФП у 6936 пациентов. Успех после однократной процедуры составил в среднем 57%, варьируя от 29 до 85% в различных клиниках. Итоговая эффективность после нескольких процедур оказалась равной

71% без дополнительной антиаритмической терапии и 77% с применением антиаритмиков [12]. R.Cappato et al. в своем обновленном мировом обзоре по РЧКА ФП привели данные о 20825 процедурах у 16309 пациентов (1,27 РЧКА на пациента), проведенных в 2003-2006 гг. Средняя эффективность составила 70,0% (57,7-75,4%) без приема антиаритмических препаратов. При ПФП эффект был получен в 74,9% случаев [13].

Очевидно, что с течением времени эффективность РЧКА ФП несколько повысилась, но она не достигает желаемого уровня (особенно для кардиологов). Существует еще одна проблема - ухудшение результатов с течением времени. D.Katritsis et al. в течение 3 лет наблюдали 39 пациентов с ПФП после РЧ изоляции ЛВ. Эффект процедуры снижался с течением времени и к концу срока наблюдения сохранился в 43,5% случаях, при этом после одной сессии - только у 21,4% пациентов [26].

Отсутствие четкого понимания целей, которых нужно достичь при РЧКА ФП, а часто и правильных представлений о технических и биофизических аспектах применяемых воздействий в сочетании с неудовлетворенностью клиническими результатами дают основания продолжать экспериментальные и клинические исследования в этой области. В настоящее время общепризнанно, что лучше всего объясняет патофизиологию ФП концепция G.Мое о множественных кругах re-entry в предсердиях [29], экспериментально подтвержденная работами M.Allessie et al. [8]. Целью данного исследования стала оценка влияния площади повреждения на эффективность абляции пароксизмальной фибрилляции предсердий.

#### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

##### ***1. Экспериментальные исследования***

Эти исследования были проведены с целью изучения возможности качественной (и, по возможнос-

ти, количественной) оценки критической массы миокарда при ФП, факторов, влияющих на ее величину и эффективности устранения ФП при выключении определенной площади миокарда предсердий. Более подробно этот раздел описан в наших более ранних публикациях [1-6].

Эксперименты были проведены на 47 беспородных собаках. В 32 случаях проводилось сравнение вагусной и гипотермической модели ФП, оценка их спектральных характеристик и порога кардиоверсии (ПК). В 18 острых экспериментах оценивалась возможность устранения ФП с помощью лазерной фотокоагуляции и криовоздействия. У 15 животных с вагусной ФП проводилась эпикардальная химическая деструкция предсердий.

Внутривенная анестезия осуществлялась введением пентобарбитала в дозе 30 мг/кг. Проводилась искусственная вентиляция легких, доступ к сердцу обеспечивался с помощью срединной стернотомии. ЭКГ в стандартных отведениях регистрировалась в течение всего эксперимента. Выделялась правая бедренная вена, через нее в верхние отделы правого предсердия (ПП) вводился многополюсный эндокардиальный электрод для стимуляции и записи электрограмм (ЭГ). На ушко левого предсердия (ЛП) фиксировался биполярный электрод для регистрации ЭГ и стимуляции.

#### **Гипотермическая модель ФП**

Исходно проводилось определение частоты сердечных сокращений (ЧСС), эффективных рефрактерных периодов атриовентрикулярного узла, правых предсердия и желудочка (ЭРП АВУ, ЭРП ПП и ЭРП ПЖ), времени межпредсердного проведения (ВМПП) и точки Венкебаха (тВ), после чего сверхчастой стимуляцией ПП провоцировалась ФП. Устойчивой считалась ФП длительностью не менее 30 с. Оценивалась индуцируемость устойчивой ФП (УФП) в процентном отношении от всех попыток индукции аритмии. Охлаждение проводилось атмосферным воздухом и с помощью обкладывания животного снегом. При снижении температуры ( $T^{\circ}$ ) в пищеводе и прямой кишке на  $1^{\circ}\text{C}$  измерения повторяли до достижения  $T^{\circ}$  менее  $30^{\circ}\text{C}$ .

#### **Вагусная модель ФП**

Выделялся правый вагосимпатический ствол (ПВС) и проводилась его стимуляция прямоугольными импульсами (частота 8 Гц, амплитуда 4-8 мА, длительность 2 мс). ФП провоцировалась сверхчастой стимуляцией ПП. Определялись следующие параметры: ЭРП ПП, ЭРП АВУ, ЭРП ПЖ, тВ, ВМПП на фоне стимуляции ПВС и без нее. Также оценивалась индуцируемость УФП в процентном отношении ко всем попыткам стимуляции.

#### **Определение порога кардиоверсии ФП**

ПК определялся в 14 случаях с помощью наружного кардиовертера-дефибриллятора ДФГ-5 с градиентной энергией от 0,1 до 25 Дж с шагом по 0,1 Дж до 1 Дж, при более высоких уровнях энергии - с шагом 1 Дж. Кардиоверсия осуществлялась с помощью эпикардиальных пластинчатых электродов площадью 4,5 см<sup>2</sup>. Определение ПК проводилось на фоне вагусной стимуляции и без нее.

### **Оценка электрического выключения миокарда предсердий для устранения ФП**

Исследование проведено на 33 животных. ФП вызывалась сверхчастой стимуляцией ПП на фоне умеренной гипотермии ( $33-30^{\circ}\text{C}$ ) ( $n=8$ ) или стимуляции ПВС ( $n=10$ ). На работающем сердце с помощью фотокоагуляции импульсным неодимовым лазером ( $n=8$ ) и криовоздействия (аппарат Азоксиод, рабочая  $T^{\circ}$  наконечника  $-190^{\circ}\text{C}$ ) ( $n=10$ ) выполнялось электрическое выключение миокарда в области свободных стенок ПП и ЛП по специально разработанной схеме и ампутация ушек предсердий. В 15 случаях при вагусной ФП производилась обработка доступных участков обоих предсердий со стороны эпикарда 5% раствором йода ( $n=8$ ) или нитратом серебра. Оценивалась индуцируемость УФП до и после воздействия, морфометрически определялась минимальная необходимая площадь электрического выключения, при достижении которой УФП не индуцировалась.

#### **2. Клинические исследования**

В исследование включены 43 пациента с медикаментозно-резистентной ПФП (27 мужчин и 16 женщин), которым была проведена РЧКА аритмии. Средний возраст составил  $52,4 \pm 10,2$  года, длительность ФП -  $3,2 \pm 1,4$  года, передне-задний размер ЛП -  $41,8 \pm 3,4$  мм. Гипертоническая болезнь была выявлена у 11 пациентов, ИБС - у 2 пациентов.

Пациенты были разделены на 2 группы, которые достоверно не отличались по основным клиническим показателям. В 1 группе (28 пациентов) проводилась РЧКА в области ганглионарных сплетений (ГС), крыши ЛП и кавотрикупидаального перешейка по показаниям. Во 2 группу вошли пациенты, абляция которым проводилась позже. В нее вошли 25 пациентов, которые были подразделены на 2 подгруппы. В подгруппу А вошли 10 пациентов из 1 группы, которым была повторно выполнена РЧКА вследствие неэффективности первой процедуры или возникновения рецидива аритмии. В подгруппе В (15 пациентов) РЧКА ФП проводилась впервые. Пациентам 2 группы проводилась РЧКА в области ГС, крыши ЛП и, при необходимости, кавотрикупидаального истмуса. Дополнительно всем пациентам этой группы проводилась РЧКА в области межпредсердной перегородки (МПП) слева и справа, а также в области устьев ЛВ, зонах регистрации комплексных фракционированных ЭГ и высоких доминантных частот во время ФП, в областях с признаками наличия фибриллярного миокарда при условии их непосредственной близости к областям, где воздействие уже проводилось для получения пространственно непрерывного повреждения. Целенаправленной изоляции легочных вен не проводилось.

#### **Электрофизиологическое исследование и катетерная абляция**

Прием антиаритмических препаратов был прекращен заблаговременно. Всем пациентам до операции проводилась чреспищеводная эхокардиография. Анестезия осуществлялась с помощью дормикума и фентанила. В коронарный синус (КС) подключичным доступом вводился 10-полюсный катетер для стимуляции и регистрации ЭГ. В ПЖ вводился диа-

гностический электрод для обеспечения возможности стимуляции при возникновении брадикардии. Бедренным доступом в ПП вводился интродюсер PREFACE (Biosense Webster). Доступ в ЛП осуществлялся транссептально, при необходимости использовалась игла Brockenbrough (St. Jude Medical). Сразу после попадания в ЛП вводился гепарин, АВС поддерживалось на уровне не менее 360 с. В ЛП вводился абляционный электрод Celsius Thermocool (Biosense Webster) с дистальным полюсом 4 мм. Проводилось построение электроанатомической карты ЛП и ЛВ с помощью системы Биоток (Биоток) - см. рис. 1, 2. Одновременно определялись зоны регистрации фракционированных ЭГ с использованием автоматического алгоритма детекции, спектральное картирование на фоне ФП [40] и, при наличии возможности, на синусовом ритме [34].

Пациентам 2 группы до и после проведения РЧКА проводилось электрофизиологическое исследование. Определялись ЭРП ЛП и ПП (в 3 областях каждого из предсердий и в КС, причем в ЛП выбирались зоны, в которых РЧ воздействие заведомо не проводится: ушко предсердия, передняя и задняя стенки посередине тела ЛП. Непосредственно перед началом РЧКА после приема бариевой смеси проводилась регистрация хода пищевода уровне ЛП в 3 рентгеновских проекциях. В ходе РЧКА проводилось наложение положения пищевода на реальную рентгеноскопическую картину в соответствующих проекциях. РЧ воздействие осуществлялось в орошаемом режиме (17 мл/мин) с максимальной мощностью 45 Вт и максимальной  $T^{\circ}$  45  $^{\circ}$ C с экспозицией 20-30 с после выхода параметров в рабочий диапазон. При работе в проекции пищевода или вблизи от неё параметры и длительность воздействия уменьшали.

Воздействие на области ГС проводилось с использованием анатомического подхода [7, 38]. Выполнялся указанный выше для каждой группы объем вмешательства. В конце процедуры наличие или отсутствие изоляции ЛВ не оценивали. Критерием прекращения абляции в 1 группе являлось выполнение запланированного объема вмешательства. Дополнительными критериями служили увеличение цикла ФП на ЭГ в КС перед купированием ФП (в обеих группах), а также возможность восстановления синусового ритма с помощью эндокардиальной кардиоверсии малыми энергиями (<3 Дж) в случаях сохранения ФП (во 2 группе). Кардиоверсия проводилась с помощью кардиовертера-дефибриллятора ДФГ-5 и электрода 10F (Биоток) с 2 длинными спиральными полюсами, вводимого подключичным доступом и расположенном так, чтобы один полюс находился в КС, а второй в высоких отделах ПП). В конце процедуры проводилась обрисовка зоны воздействия на электроанатомической карте ЛП. С помощью специально разработанного алгоритма рассчитывались общая

площадь ЛП и площадь области РЧ воздействия и определялось их соотношение.

После выписки все пациенты анкетировались 2 раза в год, суточное мониторирование ЭКГ проводилось не менее 4 раз в год. Оценка долговременных результатов для каждого пациента проводилась стандартизованно 1 раз в год. Положительным считали эффект процедуры, когда клинически и электрокардиографически не было зарегистрировано ФП без приема антиаритмических препаратов. Статистическая обработка производилась с помощью параметрических методов (парный критерий Стьюдента), результаты представлены в виде  $M \pm S$ .

## ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

### 1. Результаты экспериментальных исследований

#### Сравнение гипотермической и вагусной моделей ФП

При снижении  $T^{\circ}$  тела животного провоцируемость УФП возрастала с 0% (при 37  $^{\circ}$ C) до 73,8% (при  $T^{\circ}$  31  $^{\circ}$ C). При этом ЭРП ПП возрастал достоверно, но не очень значительно (с  $130 \pm 9$  мс до  $158 \pm 15$  мс,  $p < 0,001$ ), в то время как ВМПП увеличивалось вдвое (с  $16 \pm 2$  мс до  $31 \pm 3$  мс,  $p < 0,001$ ). Индуцируемость ФП при стимуляции ПВС была выше и составила 92,9% (исходно УФП провоцировалась в 7,1% случаев). При этом очень сильно снижался ЭРП ПП (с  $160 \pm 10$  мс до  $64 \pm 18$  мс,  $p < 0,001$ ), ВМПП практически не изменялось ( $20 \pm 2$  мс в исходе и  $22 \pm 2$  мс на фоне вагусной стимуляции,  $p > 0,1$ ). Вагусная ФП приводила к достоверному увеличению частотных характеристик ЭГ в ПП с  $11 \pm 1$  до  $16 \pm 0,5$  Гц ( $p < 0,05$ ), а также значительно увеличивала ПК с  $0,2 \pm 0,05$  до  $0,84 \pm 0,2$  Дж ( $p < 0,01$ ).

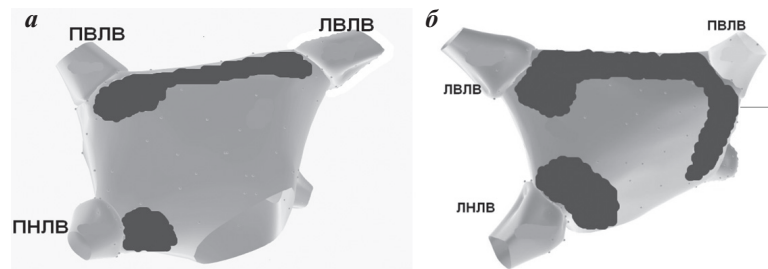


Рис. 1. Схема РЧ воздействия в левом предсердии у пациентов 1 группы (абляция ганглионарных сплетений и линия по крыше предсердия): а - вид спереди, б - вид сзади.

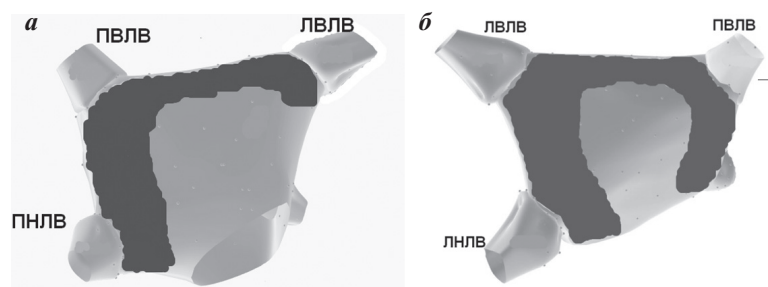


Рис. 2. Схема РЧ воздействия в левом предсердии у пациентов 2 группы (дополнительные воздействия в области межпредсердной перегородки, легочных вен, зонах регистрации фракционированных ЭГ и высоких значений доминантной частоты): а - вид спереди, б - вид сзади.

## Результаты изучения эффективности электрического выключения миокарда предсердий для устранения ФП

На фоне умеренной гипотермии (33-30 °С) УФП провоцировалась с помощью сверхчастой стимуляции в 62% случаев. После электрического выключения 30±7% площади предсердий УФП не возникла ни в одном случае. На фоне вагусной стимуляции УФП удалось вызвать в 93% случаев. Электрическое выключение 40±8% площади предсердий незначительно снизило индуцируемость УФП до 78%. При использовании химического воздействия удалось обработать более 50% площади предсердий. После этого индуцируемость УФП на фоне вагусной стимуляции снизилась с 84% до 14% (p<0,001).

### 2. Оценка клинической эффективности катетерной абляции ФП и факторов, влияющих на нее

Выполнение всего намеченного объема диагностических и лечебных мероприятий в ходе РЧКА ФП оказалось возможным у всех пациентов. В 1 группе ФП в ходе процедуры регистрировалась (однократно или многократно) у 21 из 28 пациентов. Во время процедуры в 35% случаев (6 из 17) отмечалось увеличение цикла ФП в КС перед купированием последнего пароксизма ФП. После прекращения РЧ воздействий аритмия сохранялась у 4 пациентов, которым была проведена наружная кардиоверсия. Все пациенты на момент окончания процедуры имели синусовый ритм.

Во 2 группе ФП возникала в течение вмешательства у 24 из 25 пациентов. Перед купированием последнего пароксизма аритмии увеличение цикла ФП в КС зарегистрировано в 71% случаев (15 из 21). После выполнения всего объема вмешательства ФП сохранялась у 3 пациентов. Еще у 2 пациентов ФП была спровоцирована сверхчастой стимуляцией. Этим 5 пациентам проведена эндокардиальная кардиоверсия, у 4 из них для восстановления синусового ритма понадобилась энергия менее 3 Дж (2 Дж). К концу процедуры все пациенты имели синусовый ритм.

В табл. 1 представлены результаты электрофизиологического исследования у пациентов 2 группы. В табл. 2 представлены некоторые количественные характеристики пациентов обеих групп. Объем ЛП определен до операции с помощью эхокардиографии по методике Н. Feigenbaum [19]. Долговременная эффективность РЧКА ФП в разных группах представлена в табл. 3. В течение всего периода наблюдения у пациентов 2 группы не наблюдалось случаев возникновения предсердных тахикардий или трепетания предсердий. У 4 пациентов из 1 группы и 3 пациентов из 2 группы, у которых отсутствовали пароксизмы ФП была выявлена предсердная экстрасистолия, в 1 случае потребовавшая назначения антиаритмической терапии.

## ОБСУЖДЕНИЕ

### Основные результаты, полученные в исследовании

Экспериментальные исследования с использованием 2 моделей ФП показали, что критическая площадь предсердий (в отношении предсердий предпочтительно использовать термин «площадь», а не «масса») является динамической величиной. Электрическое выключение определенной площади предсердий может предотвратить или снизить индуцируемость ФП. Для долговременного сохранения эффекта РЧКА при ПФП требуется РЧ воздействие на площади, превышающей 30% площади всего ЛП.

К сожалению, для достижения устойчивого результата РЧКА ФП требуется замещение рабочего миокарда ЛП широкими полями фиброза. Область РЧ воздействия должна быть по возможности пространственно непрерывной, без разрывов и линейных абляций. Наиболее важно первоначально выключать регионы с наибольшей плотностью вегетативной ин-

Таблица 1.

Результаты электрофизиологического исследования у пациентов 2 группы до и после абляции ФП

| Показатель |     | До абляции | После абляции | p     |
|------------|-----|------------|---------------|-------|
| ВМПП, мс   |     | 82±6       | 90±7          | >0,05 |
| ЭРП ПП, мс | вПП | 208±30     | 212±24        | >0,05 |
|            | нПП | 215±27     | 240±30        | >0,05 |
|            | пПП | 260±21     | 251±24        | >0,05 |
| ЭРП ЛП, мс | зЛП | 248±19     | 270±23        | <0,05 |
|            | уЛП | 214±21     | 225±21        | >0,05 |
|            | пЛП | 265±24     | 298±25        | <0,05 |
|            | дКС | 260±25     | 265±30        | >0,05 |

Таблица 2.

Количественные характеристики ЛП у пациентов 1 и 2 групп и результаты определения площади повреждения после РЧ воздействия

|  | 1 группа<br>(n=28) | 2 группа         |                   |
|--|--------------------|------------------|-------------------|
|  |                    | А (n=10)         | Б (n=15)          |
| Передне-задний размер ЛП, мм                     | 40,5±6,3           | 42,3±3,5         | 42,8±4,6          |
| Объем ЛП, см <sup>3</sup>                        | 104±18             | 113±12           | 115±9             |
| Площадь ЛП, см <sup>2</sup>                      | 159±24             | 165±28           | 169±31            |
| Площадь РЧ воздействия в ЛП, см <sup>2</sup> (%) | 36,6±12<br>(23±5)* | 59±11<br>(36±7)* | 50,7±12<br>(30±7) |

где, \* - достоверность различий (p<0,05)

Таблица 3.

Долговременная эффективность катетерной абляции ФП, n (%)

| Сроки наблюдения | 1 группа<br>(n=28) | 2 группа |          |
|------------------|--------------------|----------|----------|
|                  |                    | А (n=10) | Б (n=15) |
| 1 год            | 13 (46)            | 8 (80)   | 11 (73)  |
| 2 года           | 9 (32)             | 8 (80)   | 9 (60)   |
| 3 год            | 6 (21)             |          |          |

нервации и области, располагающиеся около устьев ЛВ. В случаях, когда после выключения этих наиболее важных областей требуемая площадь повреждения не достигается, следует проводить РЧ воздействие в непосредственно прилегающих к ним участкам ЛП или соединять участки «первого порядка» широкими полями РЧ аппликаций. Отдельные точечные абляции кластеров с наличием фракционированности или высоких доминантных частот считаем нецелесообразными.

***Экспериментальное изучение механизмов ФП и способов ее лечения: роль критической массы***

Сравнение 2 экспериментальных моделей ФП - вагусной и гипотермической - позволяет, как нам кажется, сделать достаточно интересные выводы. Если вагусная модель широко известна [16, 17, 41], то данных по применению гипотермической модели ФП в доступной нам литературе мы не нашли. Самым интересным является тот факт, что механизм ФП в этих моделях неодинаков. В гипотермической модели наиболее важным патогенетическим фактором является замедление проведения по предсердиям, которое, вероятно, сопровождается неоднородностью распространения возбуждения, тем самым способствуя поддержанию аритмии. При вагусной стимуляции критичным является значительное укорочение ЭРП предсердий. При гипотермической модели ФП меняется в первую очередь субстрат, а при вагусной - также и пусковые факторы аритмии.

Повышение частотных характеристик ЭГ предсердий и, в особенности, ПК свидетельствуют о том, что «критическая площадь», достаточная для поддержания при вагусной ФП мала. Еще в 1914 г. W.Garrey показал, что для поддержания процесса фибрилляции требуется наличие массы миокарда не меньше определенного критического объема [22]. D.Zipes et al. в эксперименте определили, что для прекращения фибрилляции требуется электрически выключить определенную часть миокарда, что приведет к невозможности существования фибрилляции в оставшемся объеме [46]. При малых значениях критической площади миокарда предсердий для устранения ФП требуется деполяризация большой площади предсердий, это проявляется в повышении ПК. Полученные нами результаты электрического выключения миокарда предсердий подтверждают вышеизложенное: индуцируемость ФП снижалась при увеличении площади воздействия.

***Роль концепции критической площади в разработке и совершенствовании методов катетерной абляции ФП у человека***

Мы сознательно ограничили объем исследования только пароксизмальной ФП, так как посчитали, что для получения возможности реальной оценки каких-либо модификаций методов РЧКА ФП целесообразно остановиться на самой простой для лечения форме этой аритмии. Однако простота это мнимая, о чем говорят как разнообразие подходов к РЧКА ПФП, так и разнообразие результатов этой процедуры в разных клиниках [10, 11, 14, 26, 31, 34, 36, 37, 38, 43].

В подавляющем большинстве методик РЧКА ФП используется линейное РЧ воздействие. Однако этот

способ не является оптимальным для создания длинных линейных повреждений. S.Ernst et al. оценивали непрерывность линий абляции при различных вариантах их расположения в ЛП. При самом простом варианте - циркулярной абляции ЛВ - непрерывности удалось добиться в 14 из 23 случаев (61%). При более сложных и протяженных абляциях в большинстве случаев отмечались единичные или множественные разрывы в линейных РЧ повреждениях [18]. С.Pappone et al. после циркулярной изоляции ЛВ у 280 пациентов с ФП выявили клинически значимые случаи послеоперационных предсердных тахикардий у 10% пациентов. Чаще всего они были вызваны наличием разрывов в круговых линиях [35]. Отметим общеизвестный факт, что встречаемость клинических проявлений таких дефектов намного реже, чем наличие самих дефектов [18, 36]. К.Kumagai et al. опубликовали данные о том, что после проведения циркулярной изоляции ЛВ с использованием методики «double lasso» у 106 пациентов восстановление проведения между ЛВ и ЛП отмечалось в 51% случаев, а рецидивы ФП возникли у 24,5% пациентов [28]. К.Chulukuri et al. проводили изоляцию задней стенки ЛП и всех ЛВ с помощью одной замкнутой линии (методика «box isolation») у 16 пациентов. После одного прохождения по намеченной линии изоляция была достигнута только в 3 случаях (19%). Они же при проведении стандартной изоляции ЛВ при ПФП отметили полное устранение аритмии только у 2 из 13 пациентов (15%) [15]. С учетом того, что эти данные опубликованы в 2010 г. и к тому же исходят из госпиталя Johns Hopkins, фактор освоения методики (learning curve) тут явно не играет никакой роли.

Плохая пригодность методики РЧ воздействия с помощью современных абляционных электродов для создания линейных повреждений очевидна и пока (а вероятно и совсем) непреодолима. В последнее время ведется интенсивная разработка методов, которые могли бы обеспечить лучший контакт катетера с миокардом. Это абляция под контролем внутрисердечной эхокардиографии [10], контролируемое усиление давления электрода на ткань [45], оценка степени контакта по индексу электрического сопряжения (система EnSite Contact [24]) и другие. Однако эти исследования в подавляющем большинстве находятся еще на экспериментальной стадии разработки, результаты их часто противоречивы, к тому же, возможное их внедрение приведет к неизбежному усложнению и удорожанию оборудования (особенно абляционных катетеров), что крайне нежелательно.

Баллонные катетеры с альтернативными повреждающими факторами (криоабляция, фокусированный ультразвук, лазерная фотоабляция), либо сходные по строению сетчатые (mesh) катетеры для картирования и РЧ абляции не предназначены для создания длинных линейных повреждений. Основное их назначение - циркулярная РЧ абляция устьев ЛВ (а не антрумов). При наличии общего венозного коллектора их применение теряет смысл [39]. От использования фокусированного ультразвука в настоящее время в большинстве случаев воздерживаются вследствие высокого риска осложнений [33]. Попытки использования криобаллона боль-

шого диаметра (28 мм) для обширной антральной аблации пока не очень удачны из-за отсутствия хорошего контакта с тканью по всему периметру воздействия [21]. Наблюдение за пациентами после аблации устьев ЛВ с помощью mesh-катетеров показало высокий процент рецидивов ФП в течение 1 года (71%) [43].

Японские исследователи Н.Sohara et al. сообщили о применении радиочастотного термобаллона-катетера, позволяющего создавать широкие гомогенные повреждения [42]. Оболочка баллона сделана из очень тонкой резины, ее поверхность нагревается до 60 °С за счет циркулирующей внутри горячей жидкости. Повреждение возникает при прохождении радиочастотного тока, основным компонентом воздействия является нагревание ткани. После изоляции всех ЛВ путем манипулирования катетером с помощью направляющего интродюсера проводилось воздействие между венами по крыше и дну задней части левого предсердия и, при необходимости, между антрумами ипсилатеральных ЛВ (широкополосная «box»-изоляция). Авторы провели аблацию таким способом у 100 пациентов с пароксизмальной и персистентной ФП. Исчезновение всех потенциалов в ЛВ и задней стенке ЛПП было достигнуто в 100% случаев. В течение 1 года наблюдения эффект устранения ФП без применения антиаритмических препаратов сохранился у 92% пациентов. Повторные процедуры в течение этого времени не проводились. Судьбу этого метода покажет будущее, пока методика хорошо работает только в руках авторов.

В настоящее время, несмотря на попытки использования альтернативных методов повреждения, РЧ аблация остается единственным реальным инструментом для лечения ФП. Нам удалось найти только одну публикацию, где бы количественно оценивалась площадь выключения миокарда ЛПП и зависимость результата аблации ФП от нее. J.Chen et al. проводили линейную «box» изоляцию ЛВ и задней стенки ЛПП с дополнительным воздействием в областях, где регистрировалась электрическая активность, добиваясь электрического молчания задней стенки ЛПП. В случае неэффективности процедуры площадь изолированного участка составила 27±3% площади ЛПП, при наличии эффекта - 32±4% ( $p < 0,001$ ). С учетом повторных процедур эффективность данного вмешательства при ПФП составила почти 95% [14]. Авторы придают особое значение изоляции задней стенки ЛПП, ссылаясь на известную работу Todd D. et al. [44].

В данной работе приведены результаты хирургического лечения 14 пациентов с идиопатической ФП, которым проводили изоляцию задней стенки ЛПП и ЛВ от остальной части ЛПП. При проведении послеоперационного электрофизиологического исследования с помощью эпикардиальных электродов выяснилось, что в изолированном участке ФП провоцировалась, а при стимуляции передне-боковых отделов ЛПП, больших по площади, аритмию вызвать не удалось. Кроме того, гистологическое исследование биоптатов задней стенки ЛПП выявило патологические изменения, связанные с длительной тахикардией. На основании этого авторы сделали вывод о высокой аритмогенности задней стенки ЛПП и ЛВ.

Другого мнения придерживаются K.Chilukuri et al., сравнившие клиническую эффективность циркулярной изоляции ЛВ с «box» изоляцией. Они показали, что обе процедуры при ПФП имеют примерно одинаковую эффективность, но более травматичная изоляция ЛВ и задней стенки ЛПП давала больше осложнений [15]. На фоне прочих выделяются результаты японских авторов, проводивших изоляцию ЛВ и задней стенки ЛПП с помощью термобаллона и получивших годовую эффективность при РЧКА ПФП 92% без повторных вмешательств [25]. Несомненно, хирургическая изоляция - самая надежная, в этом одна из причин ее эффективности. Преимущество термобаллона заключается в том, что с его помощью не только выключается какая-либо зона ЛПП, но ширина полосы (не линии) аблации дополнительно увеличивает площадь повреждения.

Нам представляется, что сам факт повышения эффективности после проведения повторных аблаций при ФП - самое наглядное свидетельство важности площади повреждения для достижения успеха. Ведь при этих процедурах не только закрываются узкие «прорехи» в изолирующих линиях, но и увеличивается эта самая площадь. K.Nademanee et al. сообщили о РЧКА ФП у 635 возрастных пациентов, у 40% из которых была ПФП, с долговременным эффектом в 81,4% случаев. Использовались их оригинальная методика аблации областей с наличием фракционированных ЭГ. Одна процедура была проведена 52% пациентов, в 32% случаев понадобилось повторное вмешательство, в 12,6% - третья попытка и в 3,5% - четвертая аблация [32]. При методике, используемой этим коллективом линейных аблаций нет, в результате повторных вмешательств устранение очагов фракционированности сопровождалось увеличением площади повреждения.

D.Katritsis et al., сравнивая отдаленные результаты различных вариантов изоляции ЛВ, пришли к выводу, что единственным независимым предиктором эффективности является суммарная длительность РЧ воздействия в ходе процедуры [25]. Можно было привести еще много результатов других работ, в которых авторы, сосредоточившись на воздействии на какой-либо патофизиологический компонент инициации или поддержания ФП, не обращают внимание на то, что увеличение объема вмешательства само по себе может являться фактором повышения эффективности РЧКА ФП.

Предлагая свой подход к аблации ФП, мы руководствуемся двумя принципиальными моментами. Во-первых, следует избегать длинных линейных РЧ повреждений с целью достижения необходимой площади электрической изоляции, так как это малопродуктивно. Причина этого кроется не в операторе, а принципиальных недостатках метода РЧ аблации. Во-вторых, нужно отчетливо понимать, что ЛПП и ЛВ - это не просто площадь, а неоднородная структура. Можно разделить различные области этих анатомических образований на приоритетные и дополнительные. Первые являются источниками наибольшей аритмогенности. Это области с наиболее плотной вегетативной иннервацией,

в частности, ганглионарные сплетения и устья ЛВ. Дополнительные области воздействия должны увеличивать площадь повреждения до необходимой, а также соединять приоритетные области аблации. Таким образом, расположение зон дополнительного воздействия может иметь некоторую пространственную вариабельность.

В области устьев ЛВ происходит контакт различных типов кардиомиоцитов. Известно, что в эмбриогенезе сердце формируется из нескольких типов миокарда, миокард тела ЛП происходит из одного типа, а мышечные компоненты ЛВ из другого типа. Они обладают разными электрофизиологическими свойствами, обусловленными разной степенью экспрессии коннексинов и других факторов [30]. Опираясь на эти данные можно сделать вывод об обязательности изоляции всех ЛВ. Однако это не всегда достижимо на практике. Мы не считаем полную изоляцию ЛВ обязательной, но не только по этой технической причине. Воздействие в области устья ЛВ необходимо, но даже в отсутствие его циркулярности аблация других зон с богатой вегетативной иннервацией, а также выключение достаточно большой площади ЛП позволит повлиять и на триггер и на субстрат в достаточной степени, чтобы устранить ФП. Довольно широко применяемые в клинике методики аблации ганглионарных сплетений и областей с наличием фракционированных ЭГ также не предполагают полной изоляции ЛВ [7, 32].

В конце хотелось бы остановиться на двух интересных, по нашему мнению, явлениях, с которыми мы столкнулись в нашей работе. Сравнение ЭРП в разных областях ПП и ЛП до и после РЧКА выявило достоверное увеличение ЭРП в области задней и передней стенки ЛП, которые были наиболее близки к местам РЧ воздействия. В областях, более отдаленных, ЭРП не изменились. Мы не знаем точной причины этого явления. Возможно, это связано с неспецифическими изменениями из-за воздействия РЧ тока, можно также гипотетически предложить, что повышение ЭРП - это проявление вегетативной денервации после аблации ганглионарных сплетений.

На увеличение цикла ФП в коронарном синусе как предикторе купирования ФП в результате РЧ воздействия впервые обратили внимание M.Haïssaguerre et al. [23]. Нам представляется, что этот феномен удобен в качестве одного из дополнительных критериев эффективности процедуры и сигналов к ее окончанию (при условии выполнения запланированного объема вмешательства). В течение довольно длительного времени, которое занимает процедура РЧКА ФП при ПФП могут неоднократно возникать и купироваться пароксизмы аритмии. Увеличение цикла ФП перед ее купированием позволит отличить случайное купирование пароксизма от прекращения его вследствие нашего воздействия.

Тест с эндокардиальной кардиоверсией как предиктор достижения непосредственного эффекта процедуры более сложен, но может представлять определенный интерес, так как до сих пор нет единого мнения, какой метод лучше для определения окончания процедуры (end point). Когда мы готовили эту работу к

публикации появилось сообщение о применении этого способа в качестве критерия окончания процедуры аблации. Y.Komatsu et al. применили его у 50 пациентов с персистентной ФП, у которых она не прошла к окончанию РЧКА. Оказалось, что при ПК менее 10 Дж положительный результат процедуры был более вероятен [27]. Разница в значениях ПК (менее 3 Дж у нас и менее 10 Дж в работе японских авторов) объясняется 2 факторами. Во-первых у них были пациенты с персистентной, а не пароксизмальной ФП, а во вторых их кардиовертер мог наносить разряды, начиная с 5 Дж с шагом также в 5 Дж, в то время как наш прибор обеспечивает более тонкую градацию значений энергии разрядов.

#### **Ограничения исследования**

Главным ограничением нашего исследования является тот факт, что для оценки эффективности аблации ФП не использовались методы длительной регистрации событий, в частности, имплантируемые мониторы. Сейчас такой метод оценки применяется все чаще и справедливо считается наиболее объективным методом оценки эффекта вмешательства. Недавно K.Amellone, et al. сравнили результаты оценки эффективности аблации ФП с помощью стандартных методик (ЭКГ, холтеровское мониторирование) и с помощью имплантируемого рекордера. Изначально процедуру посчитали успешной в 84% случаев, данные, полученные с помощью устройства Reveal, снизили этот показатель до 61% [9]. То, что разница эффективности РЧКА ФП в группах в нашем исследовании оказалась довольно значительной, временная динамика ее также значимо различалась, дает нам основания считать, что сделанные нами на основании полученных данных выводы все же правомерны. В исследование были включены только пациенты с ПФП. Однако это сделано специально с целью получения максимально отчетливых результатов. Мы считаем, что новые методики воздействия нужно сначала проверить на более простых вариантах ФП.

#### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Изучая многочисленные методы и варианты катетерной аблации ФП следует не акцентировать их различия, а пытаться найти общее, то, что их связывает. Как бы не были разнообразны конкретные пациенты, все они имеют одну и ту же аритмию. Концепция критической площади может послужить платформой для такого объединения. Проблемы и трудности интервенционного лечения ФП заключаются в неполном понимании механизмов этой аритмии и отсутствии оптимальных технологий для воздействия на нее. Проведенные нами экспериментальные и клинические исследования подтверждают реальную возможность выполнения эффективных вмешательств за счет аблации больших зон в левом предсердии. При этом есть обязательные и дополнительные области воздействия. В деталях схема предлагаемого нами варианта аблации может варьировать, но важно соблюдение основных принципов. Для достижения устойчивого эффекта требуется электрически выключить не менее одной трети площади левого предсердия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Оферкин А.И., Петш А.И., Покушалов Е.А., Курилин М.Ю. Критическая площадь миокарда - краеугольный камень в понимании механизмов и разработке методов лечения фибрилляции предсердий // Вестник аритмологии. - 2010 (прил. А). - С. 257-264.
2. Оферкин А.И., Петш А.И., Покушалов Е.А. Экспериментальная разработка хирургического лечения фибрилляции предсердий. // Сердечно-сосудистые заболевания. - 2002.- Т. 3. - №2.- С.313.
3. Оферкин А.И., Петш А.И., Покушалов Е.А. Изучение фибрилляции предсердий в эксперименте. I. Гипотермическая модель фибрилляции предсердий. // Тез. докл. Сибирского симпозиума по электростимуляции и хирургическому лечению аритмий и сердечной недостаточности.- Томск.- 1996.- С.70-71.
4. Оферкин А.И., Петш А.И., Покушалов Е.А. Изучение фибрилляции предсердий в эксперименте. II. Вагусная модель фибрилляции предсердий.// Тез. докл. Сибирского симпозиума по электростимуляции и хирургическому лечению аритмий и сердечной недостаточности.- Томск.- 1996.- С.71-72.
5. Оферкин А.И., Петш А.И., Покушалов Е.А. Изучение фибрилляции предсердий в эксперименте. III. Связь спектральных характеристик фибрилляции с порогом кардиоверсии. // Тез. докл. Сибирского симпозиума по электростимуляции и хирургическому лечению аритмий и сердечной недостаточности.- Томск.- 1996.- С.72-73.
6. Оферкин А.И., Петш А.И., Покушалов Е.А. Изучение фибрилляции предсердий в эксперименте. IV. Разработка новых способов хирургической коррекции фибрилляции предсердий. // Тез. докл. Сибирского симпозиума по электростимуляции и хирургическому лечению аритмий и сердечной недостаточности.- Томск.- 1996.- С.73-74.
7. Покушалов Е.А., Туров А.Н., Шугаев П.Л. и др. Новый подход в лечении фибрилляции предсердий: катетерная абляция ганглионарных сплетений в легочных венах // Вестник аритмологии. - 2006. - № 45. - С. 17-27.
8. Allesie M.A., Lammers W.J.E.P., Bonke F.I.M., Hollen J. Experimental evaluation of Moe's multiple wavelet hypothesis of atrial fibrillation // Zipes J.P., Jalife J., (eds.). - "Cardiac arrhythmias". - New York: Grune & Stratton. - 1985. - P. 265-276.
9. Amellone C., Giuggia M. Trapani G. et al. Rhythm surveillance after atrial fibrillation ablation: comparison between conventional follow-up and a novel implantable continuous cardiac rhythm monitoring device // Heart Rhythm. - 2010. - Vol. 7 - S8.
10. Bhargava M., Di Biase L., Mohanty P. et al. Impact of type of atrial fibrillation and repeat catheter ablation on long-term freedom from atrial fibrillation: results from a multicenter study // Heart Rhythm. - 2009. - Vol. 6. - P. 1403-1412.
11. Calkins H., Brugada J., Packer D.L. et al. HRS/EHRA/ECAS expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation: recommendations for personnel, policy, procedures and follow-up // Heart Rhythm. - 2007. Vol. 4. -P. 816-861.
12. Calkins H., Reynolds M.R., Spector P. et al. Treatment of atrial fibrillation with antiarrhythmic drugs or radiofrequency ablation: two systematic literature reviews and meta-analyses // Circ. Arrhythm. Electrophysiol. - 2009. - Vol. 2. - P. 349-361.
13. Cappato R., Calkins H., Chen S.A. et al. Updated worldwide survey on the methods, efficacy, and safety of catheter ablation for human atrial fibrillation // Circ. Arrhythm. Electrophysiol. - 2010. Vol. 3. P. 32-38.
14. Chen J., Off M.K., Solheim E. et al. Treatment of atrial fibrillation by silencing electrical activity in the posterior inter-pulmonary-vein atrium // Europace. - 2008. - Vol. 10. - P. 265-272.
15. Chilukuri K., Scherr D., Dalal D. et al. Conventional pulmonary vein isolation compared to the "box isolation" method: a randomized clinical trial // Heart Rhythm. - 2010. - Vol. 7 - S152.
16. Elvan A., Huang X., Pressler M.L., Zipes D.P. Radiofrequency catheter ablation of atria eliminates pacing-induced sustained atrial fibrillation and reduces connexin 43 in dogs // Circulation. - 1997. - Vol. 96. - P. 1675-1689.
17. Elvan A., Pride H.P., Eble J.N., Zipes D.P. Radiofrequency catheter ablation of the atria reduces inducibility and duration of atrial fibrillation in dogs // Circulation. - 1995. - Vol. 91. - P. 2235-2244.
18. Ernst S., Ouyang F., Löber F., Antz M., Kuck K.H. Catheter-induced linear lesions in the left atrium in patients with atrial fibrillation: an electroanatomic study // J. Am. Coll. Cardiol. - 2003. - Vol. 42. - P. 1271-1282.
19. Feigenbaum H. Echocardiographic evaluation of cardiac chambers // Feigenbaum H. (ed.) - "Echocardiography", 5th Edition. - Philadelphia: Lea&Febiger. - 1993. - P. 166-167.
20. Fichtner S., Grudnucowsky U., Reents T. et al. 9 year follow-up after pulmonary vein isolation in patients with paroxysmal atrial fibrillation: a single centre experience // Heart Rhythm. - 2010. - Vol. 7 - S103.
21. Fürnkranz A., Chun K.R.J., Nuyens D. et al. Characterization of conduction recovery after pulmonary vein isolation using the "single big cryoballoon" technique // Heart Rhythm. - 2010.- Vol. 7. - P. 184-190.
22. Garrey W. The nature of fibrillary contraction of the heart: its relation to tissue mass and form // Am. J. Physiol. - 1914. - Vol. 33. - P. 397-414.
23. Haïssaguerre M., Sanders P., Hocini M. et al. Changes in atrial fibrillation cycle length and inducibility during catheter ablation and their relation to outcome // Circulation. - 2004. - Vol. 109. - P. 3007-3013.
24. Hegrenes J.A., Sih H.J., Carter H.B. et al. Electrical coupling discriminates radiofrequency lesion depths better than applied force in a nonperfused tissue preparation // Heart Rhythm. - 2010. - Vol. 7 - S333.
25. Katritsis D., Ellenbogen K., Giazitzoglou E. et al. Clinical outcome of left atrial ablation for paroxysmal atrial fibrillation for paroxysmal atrial fibrillation is related to the extent of radiofrequency ablation // J. Interv. Card. Electrophysiol. - 2008. - Vol. 22. - P. 31-37.
26. Katritsis D., Wood M.A., Giazitzoglou E. et al. Long-term follow-up after catheter ablation for atrial fibrillation



- // *Europace*. - 2008. - Vol. 10. - P. 419-424.
27. Komatsu Y., Uno K., Otomo K. et al. Atrial defibrillation threshold as a novel predictor of clinical outcome of catheter ablation for persistent atrial fibrillation // *Heart Rhythm*. - 2010. - Vol. 7 - S67.
28. Kumagai K., Naito S., Nakamura K. et al. Evaluation of the creation of transmural lesions from dormant PVC induced by an ATP injection for atrial fibrillation ablation // *Heart Rhythm*. - 2010. - Vol. 7 - S334-335.
29. Moe G.K. On the multiple wavelet hypothesis of atrial fibrillation // *Arch. Int. Pharmacodyn. Ther.* - 1962. - Vol. 140. - P. 183-188.
30. Mommersteeg M.T.M., Christoffels V.M., Anderson R.H., Moorman A.F.M. Atrial fibrillation: a developmental point of view // *Heart Rhythm*. - 2009, - Vol. 6. - P. 1818-1824.
31. Nademanee K., McKenzie J., Kosar E. et al. A new approach for catheter ablation of atrial fibrillation: mapping of the electrophysiologic substrate // *J. Am. Coll. Cardiol.* - 2004. - Vol.43. - P. 2044-2053.
32. Nademanee K., Schwab M., Kosar E. et al. Clinical outcomes of catheter substrate ablation for high-risk patients with atrial fibrillation // *J. Am. Coll. Cardiol.* - 2008. - Vol. 51. - P. 843-849.
33. Neven K., Schmidt B., Metzner A. et al. Fatal end of a safety algorithm for pulmonary vein isolation with use of high-intensity focused ultrasound // *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* - 2010. - First publishing on May, 26 as doi.
34. Pachon M J.C., Pachon M E.I., Pachon M J.C. et al. A new treatment for atrial fibrillation based on spectral analysis to guide the catheter RF-ablation // *Europace*. - 2004. - Vol. 6. - P. 590-601.
35. Pappone C., Manguso F., Vicedomini G. et al. Prevention of iatrogenic atrial tachycardia after ablation of atrial fibrillation: a prospective randomized study comparing circumferential pulmonary vein ablation with modified approach // *Circulation*. - 2004. - Vol. 110. - P. 3036 - 3042.
36. Pappone C., Rosanio, Oreto J. et al. Circumferential radiofrequency ablation of pulmonary vein ostia: a new anatomic approach for curing atrial fibrillation // *Circulation*. - 2000 - Vol. 102. -P. 2619-2628.
37. Po S.S., Nakagawa H., Jackman W.M. Localization of left atrial ganglionated plexi in patients with atrial fibrillation // *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* - 2009. - Vol. 20. - P. 1186-1189.
38. Pokushalov E., Romanov A., Shugaev P. et al. Selective ganglionated plexi ablation for paroxysmal atrial fibrillation // *Heart Rhythm*. - 2009. - Vol. 6. - P. 1257-1264.
39. Reddy V.Y., Neuzil P., d'Avila A. et al. Balloon catheter ablation to treat paroxysmal atrial fibrillation: what is the level of pulmonary venous isolation? // *Heart Rhythm*. - 2008. - Vol. 3. - P. 353-360.
40. Sanders P., Berenfeld O., Hocini M. et al. Spectral analysis identifies sites of high-frequency activity maintaining atrial fibrillation in humans // *Circulation*. - 2005. - Vol. 112. - P. 189-197.
41. Schauerte P., Scherlag B.J., Pitha J. et al. Catheter ablation of cardiac autonomic nerves for prevention of vagal atrial fibrillation // *Circulation*. - 2000. - Vol. 102. - P. 2774-2780.
42. Sohara H., Takeda, Ueno H. et al. Feasibility of the radiofrequency hot balloon catheter for isolation of the posterior left atrium and pulmonary veins for the treatment of atrial fibrillation // *Circ. Arrhythmia Electrophysiol.* - 2009. - Vol. 2. - P. 225-232.
43. Steinwender C., Hönig S., Leisch F., Hofmann R. One-year follow-up after pulmonary vein isolation using a single mesh catheter in patients with paroxysmal atrial fibrillation // *Heart Rhythm*. - 2010. - Vol. 7. - P. 333-339.
44. Todd D.M., Skanes A.C., Guiraudon G. et al. Role of the posterior left atrium and pulmonary veins in human lone atrial fibrillation: electrophysiological and pathological data from patients undergoing atrial fibrillation surgery // *Circulation*. - 2003. - Vol. 108. - P. 3108-3114.
45. Yokoyama K., Nakagawa H., Shah D.C. et al. Novel contact force sensor incorporated in irrigated radiofrequency ablation catheter predicts lesion size and incidence of steam pop and thrombus // *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* - 2008. - Vol. 1. - P. 354-362.
46. Zipes D.P., Fischer J., King R.M. et al. Termination of ventricular fibrillation in dogs by depolarizing a critical amount of myocardium // *Am. J. Cardiol.* - 1975. - Vol. 36. - P. 37-44.

## УВЕЛИЧЕНИЕ ОБЪЕМА ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОВЫШАЕТ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАТЕТЕРНОЙ АБЛАЦИИ ПАРОКСИЗМАЛЬНОЙ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

*А.И.Оферкин, А.И.Пети, М.П.Штилевой, И.В.Гущин*

С целью оценки влияния площади повреждения на эффективность аблации пароксизмальной фибрилляции предсердий (ФП) были выполнены экспериментальные и клинические исследования. Эксперименты были проведены на 47 беспородных собаках. В 32 случаях проводилось сравнение вагусной и гипотермической модели ФП. В 18 острых экспериментах оценивалась возможность устранения ФП с помощью лазерной фотокоагуляции и криодействия. У 15 животных с вагусной ФП проводилась эпикардальная химическая деструкция предсердий. В клинические исследования были включены 43 пациента с медикаментозно-резистентной пароксизмальной ФП (27 мужчин и 16 женщин), которым была проведена радиочастотная катетерная аблация (РЧА) аритмии. Средний возраст составил  $52,4 \pm 10,2$  года, длительность ФП -  $3,2 \pm 1,4$  года, передне-задний размер левого предсердия (ЛП) -  $41,8 \pm 3,4$  мм. В 1 группе (28 пациентов) проводилась РЧА в области ганглионарных сплетений (ГС), крыши ЛП и кавотрикупиального перешейка по показаниям. Во 2 группу вошли 25 пациентов, которые были подразделены на 2 подгруппы. В подгруппу А вошли 10 пациентов из 1 группы, которым была повторно выполнена РЧА вследствие неэффективности первой процедуры. В подгруппе В (15 пациентов) РЧА ФП проводилась впервые. Пациентам 2 группы проводилась РЧА в области ГС, крыши ЛП и, при необходимости, кавотрикупиального истмуса. Дополнительно всем пациентам этой группы проводилась РЧА в области межпредсердной перегородки слева и справа, а также в области устьев легочных вен (ЛВ), зонах регистрации

комплексных фракционированных электрограмм и высоких доминантных частот во время ФП, в областях с признаками наличия фибриллярного миокарда. Целенаправленной изоляции ЛВ не проводилось.

При снижении  $T^{\circ}$  тела животного провоцируемость ФП возрастала с 0% (при 37 °С) до 73,8% (при  $T^{\circ}$  31 °С). На фоне умеренной гипотермии (33-30 °С) УФП провоцировалась с помощью сверхчастой стимуляции в 62% случаев. После электрического выключения 30±7% площади предсердий устойчивая ФП (УФП) не возникла ни в одном случае. Индуцируемость ФП при стимуляции правого вагосимпатического ствола была выше и составила 92,9% (исходно ФП провоцировалась в 7,1% случаев). Электрическое выключение 40±8% площади предсердий незначительно снизило индуцируемость УФП до 78%. При использовании химического воздействия индуцируемость УФП на фоне вагусной стимуляции снизилась с 84% до 14% ( $p<0,001$ ). В 1 группе пациентов ФП в ходе процедуры регистрировалась у 21 из 28 пациентов. После прекращения РЧ воздействий аритмия сохранялась у 4 пациентов, которым была проведена наружная кардиоверсия. Все пациенты на момент окончания процедуры имели синусовый ритм. Во 2 группе ФП возникала в течение вмешательства у 24 из 25 пациентов. После РЧКА ФП сохранялась у 3 пациентов. Еще у 2 пациентов ФП была спровоцирована сверхчастой стимуляцией. Этим 5 пациентам проведена эндокардиальная кардиоверсия и к концу процедуры все пациенты имели синусовый ритм. В течение периода наблюдения у пациентов 2 группы не наблюдалось случаев возникновения предсердных тахикардий или трепетания предсердий. У 4 пациентов из 1 группы и 3 пациентов из 2 группы, у которых отсутствовали пароксизмы ФП была выявлена предсердная экстрасистолия, в 1 случае потребовавшая назначения антиаритмической терапии.

#### INCREASE IN THE INJURY VOLUME IMPROVES THE EFFECTIVENESS OF CATHETER ABLATION OF PAROXYSMAL ATRIAL FIBRILLATION

*A.I. Oferkin, A.I. Petsh, M.P. Shpilevoy, I.V. Gushchin*

To assess the influence of the injury volume of the effectiveness of ablation of paroxysmal atrial fibrillation, experimental and clinical studies were carried out. Experiments were made on 47 mongrel dogs. In 32 cases, the vagal and hypothermic models of atrial fibrillation (AF) were compared. In 18 acute experiments, a possibility of AF elimination with the aid of laser photocoagulation or cryogenic applications was assessed. In 15 animals with vagal AF, epicardial chemic atrial destruction was performed. Forty-three patients (27 men, 16 women) with medically resistant paroxysmal AF aged 52.4±10.2 years, in whom radiofrequency catheter ablation of the arrhythmia was performed, were included into the clinical part of the study (AF history was 3.2±1.4 years and the antero-posterior left atrial diameter, 41.8±3.4 mm). In the subjects of Group 1 (n=28), radiofrequency catheter ablation of the areas of ganglionic plexuses, the left atrium roof, and, when deemed indicated, cavo-tricuspid isthmus, was performed. Group 2 consisted of 25 patients distributed into two following subgroups: Subgroup A included 10 patients, to whom a repetitive radiofrequency catheter ablation due to the lack of effect of the primary procedure was carried out. In Subgroup B (15 patients), the radiofrequency ablation was performed as a primary procedure. The radiofrequency ablation was performed in the Group 2 patients in the areas of ganglionic plexuses, the left atrium roof, and when necessary, cavo-tricuspid isthmus. In addition, radiofrequency catheter ablation of the right and left areas of inter atrial septum, as well as of the pulmonary vein ostia, complex fractionated electrogram registration sites and high dominant frequency sites during AF, and area with signs of presence of fibrillar myocardium was carried out in all patients of Group 2. No pulmonary vein isolation was performed intentionally.

When the body temperature of the animals decreased from 37°C to 31°C, the AF induction rate raised from 0% to 73.8%. At the background of moderate hypothermia (30-33°C), sustained AF (SAF) was induced by overdrive pacing in 62% of cases. After electrical elimination of 30±7% of the atrial area, no AF (SAF) was induced. The AF induction rate in case of stimulation of the right vago sympathetic trunk was higher and made up 92.9% as compared with 7.1% at baseline. Electric elimination of 40±8% of the atrial area led to an insignificant fall in the AF (SAF) induction rate to 78%. When using chemical applications, the AF (SAF) induction rate at the background of vagus stimulation decreased from 84% to 14% ( $p<0.001$ ). In Group 1, AF in the course of the procedure was recorded in 21 of 28 subjects. After termination of radiofrequency applications, the arrhythmia remained in 4 patients, in whom surface cardioversion was performed. Upon termination of the procedure, all patients had the sinus rhythm. In Group 2, AF occurred in the course of the intervention in 24 of 25 subjects. After radiofrequency ablation, AF persisted in 3 patients; in 2 more subjects, AF was induced by overdrive pacing. In the above 5 patients, the successful endocardial cardioversion was performed leading to the sinus rhythm recovery by the end of the procedure. Within the follow-up period, no cases of atrial tachycardia or atrial flutter were observed in Group 2. In 4 patients of Group 1 and 3 ones of Group 2 with no AF paroxysms, atrial premature beats were revealed which required medical antiarrhythmic treatment in one case.