52. *Raanani E., Albage A., David T. E.* et al. The efficacy of the Cox-Maze procedure combined with mitral valve surgery: A matched control study // Eur. J. Cardiothorac. Surg. – 2001. – P. 438–442.
53. *Saltman A. E., Rosenthal L. S., Francalancia N. A., Lahey S. L.* A complete endoscopic approach to microwave ablation for atrial fibrillation // Heart Surg. Forum. – 2003. – Vol. 6. – P. E38–41.
54. *Schaff H. V., Dearani J. A., Daly R. C.* et al. Cox-Maze procedure for atrial fibrillation: Mayo Clinic Experience // Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2002. – Vol. 12. – P. 30–37.
55. *Shimoike E., Kaji Y., Ueda N.* et al. In vivo and in vitro study of radio-frequency application with a new long linear probe: implications for the Maze operation // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2000. – Vol. 120. – P. 164–172.
56. *Sie H. T., Beukema W. P., Ramdat Misier A. R.* et al. The radiofrequency modified Maze procedure. A less invasive approach to atrial fibrillation during open-heart surgery // Eur. J. Cardiothorac. Surg. – 2001. – Vol. 19. – P. 443–447.
57. Stroke risk factors and their impact. – Englewood, CO: National Stroke Association, 1999.
58. *Sueda T., Nagata H., Orihashi K.* et al. Efficacy of a simple left atrial procedure for chronic atrial fibrillation in mitral valve operations // Ann. Thorac. Surg. – 1997. – Vol. 63. – P. 1070–1075.
59. *Sueda T., Nagata H., Shikata H.* et al. Simple left atrial procedure for chronic atrial fibrillation associated with mitral valve disease // Ibid. – 1996. – Vol. 62. – P. 1796–1800.
60. *Sundt T. M. 3rd, Camillo C. J., Cox J. L.* The Maze procedure for cure of atrial fibrillation // Cardiol. Clin. – 1997. – Vol. 15. – P. 739–748.
61. *Thomas S. P., Duncan J. R., Boyd A. C.* et al. Comparison of epicardial and endocardial linear ablation using handheld probes // Ann. Thorac. Surg. – 2003. – Vol. 75. – P. 543–548.
62. *Williams M. R., Stewart J. R., Bolling S. F.* et al. Surgical treatment of atrial fibrillation using radiofrequency energy // Ibid. – 2001. – Vol. 71. – P. 1939–1944.
63. *Wolf P. A., Abbot R. D., Kannel W. B.* Atrial fibrillation as an independent risk factor for stroke: The Framingham study // Stroke. – 1999. – Vol. 22. – P. 983–988.
64. *Wolf P. A., Mitchell J. B., Baker C. S.* et al. Mortality and hospital costs associated with atrial fibrillation // Circulation. – 1995. – Vol. 92 (Suppl. I). – P. I-140.
65. *Wyse D. G., Waldo A. L., DiMarco J. P.* et al. for the AFFIRM writing group. A comparison of rate control and rhythm control in patients with atrial fibrillation: The Atrial Fibrillation Follow-up Investigation of Rhythm Management (AFFIRM) investigators // N. Engl. J. Med. – 2002. – Vol. 347. – P. 1825–1833.

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2006

УДК 616.125-008.313.2:616-06

ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Л. А. Бокерия, З. Б. Махалдиани, М. Б. Биниашвили

Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева (дир. – академик РАМН Л. А. Бокерия) РАМН, Москва

В настоящее время для лечения предсердных аритмий широко применяется хирургическая аблация, которая может быть направлена на элиминацию триггеров, прерывание патологических путей риентри, а также на модификацию атриовентрикулярного (АВ) узла для контроля сердечного ритма. Процедуры аблации, которые первоначально были разработаны с применением хирургического способа «разрез–шов» и криоаблации, сейчас модифицируются с использованием методов чрескожной катетерной радиочастотной (РЧ) аблации. Например, аблация АВ-узла, прерывание дополнительных путей проведения при синдроме Вольфа–Паркинсона–Уайта, а также аблация в рамках лечения трепетания предсердий могут быть проведены с использованием РЧ-энергии в условиях электрофизиологической лаборатории [1, 6, 24, 41, 56].

Метод чрескожной катетерной аблации для лечения фибрилляции предсердий (ФП) претерпел определенные изменения по ряду причин. Доступы, которые используются для аблации заранее обнаруженных триггеров, запускающих фибрилляцию, применимы лишь для лечения пароксизмальной формы ФП, но не для персистирующей или перманентной формы ФП. Существуют определенные трудности для выполнения линейной аблации с применением современных катетеров. Для доступа к левому предсердию необходимо проведение транссептальной пункции. Наконец, ушко левого предсердия является потенциальным источником как триггеров, так и тромбов, и на современном этапе не может быть эффективно изолировано с применением методов катетерной аблации.

Хирургические способы доставки альтернативных источников энергии для аблации имеют значительные преимущества по сравнению с катетерным способом. Они позволяют быстро и анатомически точно проводить аблацию, а также изолировать ушко ЛП. В настоящее время в большинстве случаев для хирургического лечения ФП используется микроволновая (МВ) и РЧ-аблация.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГИПЕРТЕРМИЧЕСКОЙ КАРДИОАБЛАЦИИ

Общеизвестно, что повреждение клеток, которое возникает при действии РЧ- или МВ-энергии, происходит в основном в результате нагревания ткани, а не по причине направленного ионизирующего эффекта фактического источника энергии.

Действие температуры на сердечную проводимость

S. Nath и соавт. продемонстрировали в эксперименте, что нагревание изолированной гребенчатой мышцы морской свинки до температуры 55–60°C ведет к необратимой потере ее возбудимости (рис. 1) [57]. Нагревание такого же сегмента мышечной ткани до меньших температур ведет к обратимой потере возбудимости. В клинике, когда производят нагревание стенки предсердия как со стороны эндокарда, так и со стороны эпикарда, для того чтобы воспроизвести такую же электрическую изоляцию, как в случае использования хирургического надреза, необходимо, чтобы целиком вся стенка достигла температурного порога.

Все приборы, предназначенные для хирургической аблации, имеют свои преимущества и недостатки. Далее перечислены характеристики методов РЧ- и МВ-аблации, механизмы их действия и результаты применения в клинической практике.

МЕТОД РАДИОЧАСТОТНОЙ АБЛАЦИИ

Метод РЧ-аблации подразумевает воздействие на ткани переменного тока с частотой в пределах от 350 кГц до 1 МГц. В отличие от прямого тока, который вызывает повреждение клеток в результате электролитической диссоциации тканевой жидкости, переменный ток обусловливает тканевое повреждение в результате нагревания, что ведет к денатурации белков, коагуляции крови и испарению

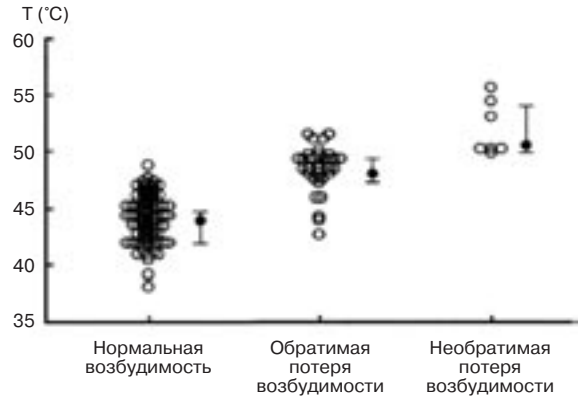

Рис. 1. График, показывающий зависимость возбудимости волокон папиллярной мышцы морской свинки от воздействия температуры в течение 60 с (Nath S. и соавт.) [4].

жидкости [22, 43]. При использовании температурного контроля создаваемое повреждение можно контролировать, и тем самым становится возможным предупреждение перегрева ткани.

Механизм нагревания ткани

РЧ-энергия нагревает ткань двумя основными способами: в первую очередь – омическим нагреванием (нагревание за счет джоулевского движения), которое происходит на поверхности миокарда, находящегося в тесном контакте с электродом или катетером. Такое нагревание обычно распространяется на глубину 1 мм [28]. Во вторую очередь нагревание ткани происходит в результате проводникового нагревания, при котором поверхностное тепло проникает в глубоколежащие ткани; проводниковое нагревание отвечает в основном за глубину повреждения.

При монополярной РЧ-аблации применяется один активный тканевый электрод, непосредственно производящий аблацию, и один пассивный заземляющий электрод, выступающий в роли индифферентного электрода. Биполярная РЧ-аблация подразумевает использование двух линейных биполярных тканевых электродов, которые нежно зажимают между собой сердечную ткань, что в свою очередь создает две противоположных поверхности омического нагревания и способствует более эффективному проводниковому нагреванию.

Определение масштаба радиочастотного повреждения

При определении масштабов РЧ-повреждения лучше ориентироваться на температуру электрода, чем на величину направляемой энергии или тока [34]. Измерение температуры электрода обычно осуществляется с помощью одного или нескольких термисторов. Масштаб повреждения, возникающего в результате проводникового нагревания, определяется в основном поверхностью электрода и величиной температуры в зоне соприкосновения электрода с тканью [15, 28, 29, 73].

Масштаб повреждения также зависит от времени воздействия, орошения электрода, увеличения импеданса и охлаждения за счет конвекции. Интенсивность воздействия энергии убывает после достижения максимального масштаба повреждения спустя 20 с [73]. Орошение электрода способствует более глубокому повреждению ткани.

Конвекционное охлаждение, обладая способностью циркулировать в пределах тканей, само по себе минимально в зоне повреждения по причине коагуляции микрососудов. Экспериментально показано, что независимо от того, осуществляется ли перфузия миокарда или нет, масштаб РЧ-повреждения не меняется [28, 30]. Конвекционное ох-

Рис. 2. Радиочастотное устройство «Cobra». РЧ-генератор с подсоединенным к нему гибким катетером и двумя индифферентными электродами.

лаждение может быть значительным, когда ткань, подвергающаяся аблации, находится в тесном контакте с коронарной артерией, например при эндокардиальной аблации в условиях холодовой кардиоплегии, когда линия аблации пересекает огибающую коронарную артерию, или в случае, когда наносится эпикардиальное повреждение, направленное к полости левого предсердия, в котором циркулирует кровь. Конвекционное охлаждение эндокарда ЛП во время эпикардиальной аблации на работающем сердце увеличивается со снижением температуры циркулирующей крови. Данное обстоятельство может привести к необходимости использования более высоких значений температур при проведении аблации на работающем сердце, чем на остановленном с использованием искусственного кровообращения.

Разработанное компанией «Boston Scientific/EP Technologies» устройство «Cobra» (San Jose, California) является РЧ-прибором, одобренным для хирургической аблации сердца в США (рис. 2). Генератор аппарата производит РЧ-волны с частотой 500 кГц. Аблация выполняется гибким одноразовым катетером, состоящим из семи коагулирующих электродов, шесть из которых имеют вид спирали размерами 12,5 мм и один линейного типа размером 8 мм. Электроды располагаются на расстоянии 2 мм друг от друга. Кроме активных электродов, расположенных на катетере, используются также два заземляющих (индифферентных) электрода, подсоединяемых к телу пациента.

МЕТОД МИКРОВОЛНОВОЙ АБЛАЦИИ

МВ-энергия для тканевой аблации используется с частотой 915 МГц или 2,45 ГГц. Генераторы для МВ-тканевой аблации производят электромагнитное поле с помощью магнетрона, наподобие тех, которые применяются в микроволновых печках.

Термическое повреждение при МВ-аблации происходит в результате диэлектрического нагревания [71]. Органические ткани содержат множество полярных молекул, из которых вода имеет наибольшую полярность. Электромагнитное поле, возникающее при МВ-частотах, вызывает ротацию молекул диполей. Нагревание возникает в результате сопротивления движения диполей межмолекулярным связям и в своем роде представляет собой результат перехода энергии электромагнитного поля в энергию межмолекулярного трения. Таким образом, поглощение МВ-энергии происходит благодаря электролитам и другим полярным молекулам, таким как аминокислоты, в тканевой жидкости [69]. В данном случае проводниковое нагревание имеет минимальное значение.

В настоящее время устройство «Afx» («Afx, Inc.», Freemont, California) является МВ-прибором, одобренным для использования в США для аблации сердечной ткани. Устройство состоит из МВ-генератора, продуцирующего МВ-энергию с частотой 2,45 ГГц, рукоятки для аблации, к которой подсоединена антенна, на нее подается электромагнитная энергия. Существует несколько разновидностей рукояток для прибора «Afx». «Flex-2» является рукояткой с подсоединенной жесткой антенной длиной 2 см, предназначенной в основном для эндокардиальной МВ-аблации на открытом сердце. «Flex-4» представляет собой подвижную рукоятку с подсоединенной гибкой антенной длиной 4 см. Антенна используется как для эндокардиальной, так и для эпикардиальной МВ-аблации, в том числе на работающем сердце. «Flex-10» – это подвижная рукоятка с гибкой антенной длиной 10 см, что делает ее доступной для проведения торакоскопической эпикардиальной аблации на

Рис. 3. МВ-устройство «Afx» с подсоединенной к нему антенной «Flex-4».

работающем сердце (рис. 3). Все антенны «Flex» покрыты защитным слоем с одной стороны, что делает возможной подачу МВ-энергии строго по заданному направлению и таким образом предупреждает повреждение тесно прилегающих к миокарду органов средостения во время эпикардиальной аблации.

Разрывы линии аблации и нетрансмуральные повреждения

Эффективная электрическая изоляция может отсутствовать в случаях, когда нарушается непрерывность линий аблации, а также в случаях, когда создаваемое повреждение нетрансмурально. В отличие от нетрансмуральных повреждений, прерывистые линии аблации могут быть замечены при ревизии и визуальном осмотре. Возникновению разрывов линии аблации способствуют плохой контакт катетера с тканью миокарда, а также наличие трабекулярного эндокарда, особенно в ушке ЛП.

Нетрансмуральные повреждения возникают в случаях недостаточной подачи энергии на катетер. Чаще они возникают в местах аблации миокарда, имеющего большую толщину. Область нетрансмурального повреждения при использовании моно-

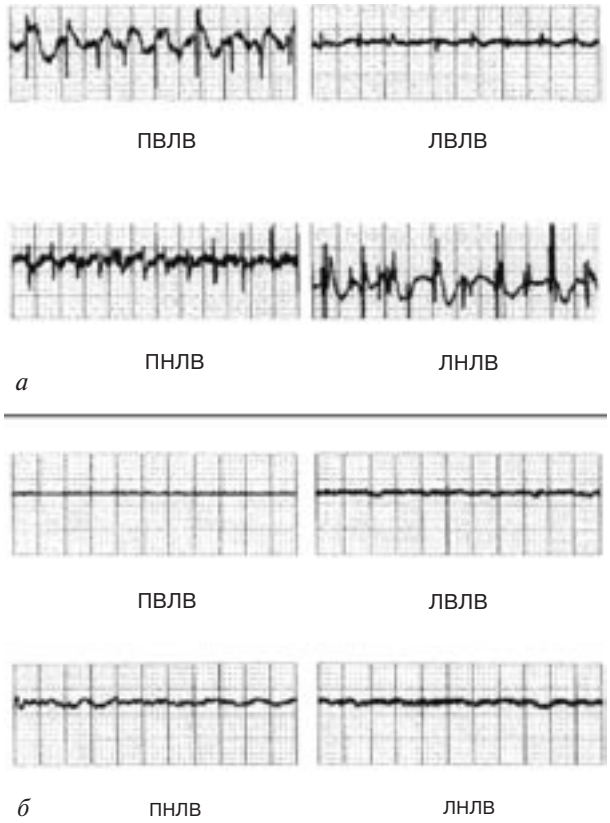

Рис. 4. Электрограмма ЛВ до (а) и после (*б*) аблации. Определяется электрическая изоляция всех ЛВ.

ПВЛВ – правая верхняя легочная вена; ЛВЛВ – левая верхняя легочная вена; ПНЛВ – правая нижняя легочная вена; ЛНЛВ – левая нижняя легочная вена.

полярных систем находится на противоположной от катетера стенке миокарда, а в случаях использования биполярных систем расположена интрамиокардиально.

Во время эпикардиальной аблации на работающем сердце конвекционное охлаждение катетера наиболее значительно. Поэтому для создания трансмуральных повреждений необходимо увеличивать температуру аблации.

Для подтверждения трансмуральности в клинике используется метод интраоперационного ЭКГ-мониторирования легочных вен (ЛВ) и ушка ЛП до и после аблации. Исчезновение электрической активности структур, подвергающихся аблации, служит эффективным методом констатации факта электрической изоляции (рис. 4) [68].

Осложнения гипертермической аблации левого предсердия

Коллатеральное повреждение может произойти при непреднамеренной аблации структур, находящихся в тесном контакте с ЛП. Данное осложнение может возникать как при гипертермической аблации, так и при криоаблации, хотя в результате криотермальной аблации возникают осложнения, связанные в основном с гиперплазией интимы коронарных артерий, приводящей к их острому стенозу, а также случаи повреждения диафрагмального нерва [13, 36, 38, 67].

При эндокардиальной аблации пищевод и левый диафрагмальный нерв являются самыми уязвимыми структурами, на которые может распространяться проводниковое нагревание, вызывая их повреждение. Огибающая коронарная артерия также подвергается опасности при создании линейных повреждений, соединяющих легочные вены (или ушко ЛП) с фиброзным кольцом митрального клапана.

При эпикардиальной аблации все органы, расположенные позади ЛП (крупные сосуды, пищевод), а также органы, контактирующие с незащищенной поверхностью электрода, имеют потенциальный риск гипертермического повреждения. Использование защищенных антенн для МВ-аблации с помощью прибора «Afx» сводит к минимуму такого рода коллатеральные повреждения. Точное приложение электрода позволяет избежать нежелательных повреждений АВ-борозды при циркулярной изоляции левых ЛВ и синусного узла при изоляции правых ЛВ.

Повреждение пищевода. Повреждения пищевода описаны при проведении эндокардиальной РЧ-аблации при операциях на открытом сердце [26]. Такого рода повреждения могут приводить к перфорации пищевода с последующим развитием гнойного медиастинита с летальным исходом.

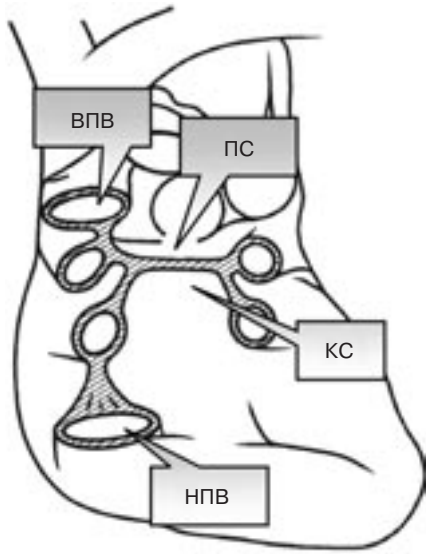

Рис. 5. Перикардиальные складки между легочными венами, нижней полой веной и верхней полой веной.

НПВ – нижняя полая вена; ВПВ – верхняя полая вена; КС – косой синус; ПС – поперечный синус.

Опасности подвергается в основном средняя треть пищевода, находящаяся позади стенки ЛП между ЛВ (рис. 5) и отделенная от них лишь косым синусом и листком перикарда, располагающимся между косым и поперечным синусами. В данном участке пищевод окружает относительно небольшое количество медиастинального жира, в основном у пациентов с астеническим типом телосложения. В отличие от близлежащей аорты, которая охлаждается циркулирующей по ней кровью, пищевод не способен эффективно рассеивать тепло. Поэтому аблация в этой области ЛП должна проводиться крайне осторожно.

Стеноз легочных вен. Осложнения в виде стеноза ЛВ возникают при проведении катетерной эндокардиальной точечной аблации ЛВ в условиях электрофизиологической лаборатории [74]. Чаще возникает стеноз ответвлений ЛВ, чем основных стволов. Указанные осложнения не описаны при проведении циркулярной аблации ЛВ, а также при проведении аблации с применением соединяющих линейных повреждений по методу, предложенному H. Kottkamp и соавт. [47].

Повреждение коронарной артерии. При выполнении линейной аблации, соединяющей одну из ЛВ с фиброзным кольцом митрального клапана, возникает опасность повреждения огибающей коронарной артерии. Однако сообщений о таком виде осложнений нет, возможно, в связи с тем, что подавляющее большинство такого рода аблаций проводится в условиях остановленного сердца, ИК и кардиоплегии. Повреждения коронарных артерий описаны как осложнения метода катетерной эндокардиальной РЧ-аблации [16, 37].

СПОСОБЫ АБЛАЦИИ

Операция «лабиринт III». На сегодняшний день модель нанесения линейной аблации при операции «лабиринт III» хорошо изучена. Ее становление началось с ранней концепции изолированной аблации ЛП, разработки процедуры «лабиринт I» и «лабиринт II» [19, 20, 72]. Во время операции производят хирургические надрезы или криоаблацию в левом и в правом предсердиях. Восстановление синусового ритма при операции «лабиринт III» по данным разных авторов составляет от 49% у пациентов с сочетанными операциями на сердце, в течение 45 месяцев наблюдения, до 98% от числа всех пациентов в течение 8,5 года наблюдения [7, 20, 40]. Последние модификации данной операции включают в себя более частое использование метода криоаблации для создания повреждений в миокарде, избежание резекции ушка правого предсердия, а также использование изолированной аблации ЛВ с дополнением соединяющих повреждений на задней стенке ЛП [18].

A. M. Patwardhan успешно использовал метод термокоагуляции хирургическими биполярными щипцами при мощности 45–55 Вт для создания повреждений при проведении операции «лабиринт III» у 18 пациентов. Трансмуральное повреждение при использовании такого рода аблации было достигнуто за короткое время, однако неудобство расположения одного электрода на противоположной стенке предсердия делает этот метод более подходящим для использования его в условиях сухого сердца и открытого предсердия. Синусовый ритм был восстановлен у 80% из 15 выживших пациентов в течение 5 месяцев наблюдения [60].

Аблация стенки левого предсердия. Существует необходимость рассмотрения аблации в пределах ЛП. Основываясь на ранних работах J. M. Williams, A. Graffigna опубликовал клинические результаты изоляции стенки левого предсердия у 100 пациентов [27, 72]. Успешная изоляция была произведена у 88% пациентов. Восстановление синусового ритма произошло у 72% пациентов в течение 14 месяцев наблюдения. У 56% пациентов продолжалась изолированная фибрилляция левого предсердия.

Одним из первых успешных клинических применений операции хирургической изоляции ЛП при лечении левопредсердного трепетания была операция, выполненная Л. А. Бокерия в 1981 г. Основным недостатком данной операции являлось сохранение левопредсердных аритмий и ФП в электрически изолированном ЛП, а следовательно, оставались условия для тромбообразования и необходимость постоянного приема антикоагулянтов. Опыт НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН насчитывает несколько операций изоляции ЛП.

В настоящее время операция не применяется в связи с необходимостью постоянного проведения антикоагулянтой терапии и сохранением фибрилляции либо асистолии ЛП у большинства оперированных по данной методике больных. Эти исследования показали, что фибрилляция возникает из левого предсердия у большинства пациентов [7].

Другие, более поздние исследования выявили наличие триггеров, расположенных в ЛВ и запускающих пароксизмы ФП (рис. 6), и триггеров, расположенных в ушке ЛП, у пациентов с пороками митрального клапана (рис. 7) [33, 66]. Патоморфологические исследования обнаружили мышечные муфты в ЛВ, исходящие из стенки ЛП, обширные пересекающиеся мышечные пучки на задней стенке ЛП (рис. 8), а также экспрессию антигена HNK-1 миокардом, окружающим ЛВ, продукция которого характерна для эмбриональных тканей [14, 58, 64].

В литературе также описывается проведение упрощенных операций «лабиринт III», с нанесением хирургических надрезов или криоаблации только в ЛП [66]. Синусовый ритм после такого рода операций наблюдался у 91% пациентов в течение 11 месяцев наблюдения.

Изоляция легочных вен. К 2000 г. J. Melo и соавт. выполнили билатеральную изоляцию ЛВ, используя РЧ-прибор «Cobra», у 65 пациентов с ФП, многим из которых проводились сочетанные операции по протезированию митрального клапана [55]. В течение 6 месяцев наблюдения синусовый ритм был зарегистрирован у 52% пациентов. Семерым больным была выполнена эпикардиальная изоляция ЛВ, в том числе у троих на работающем сердце. Авторы проводили эндокардиальную аблацию при температуре 70°С и эпикардиальную аблацию при 75°С.

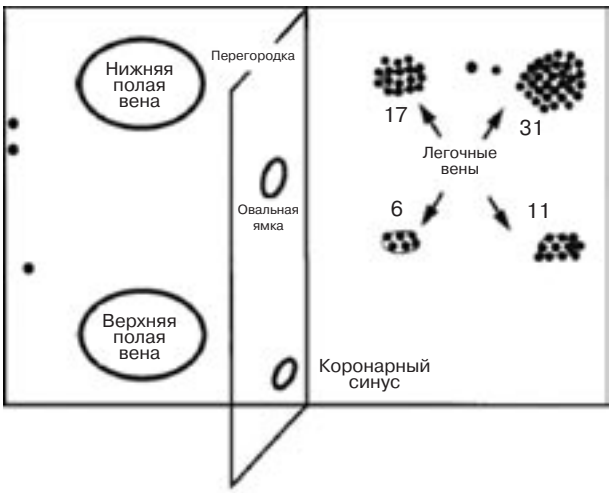

Рис. 6. Локализация триггеров у 45 пациентов с пароксизмальной формой ФП.

Черными точками обозначена триггерная активность в легочных венах, выявленная с помощью электроанатомического картирования [31].

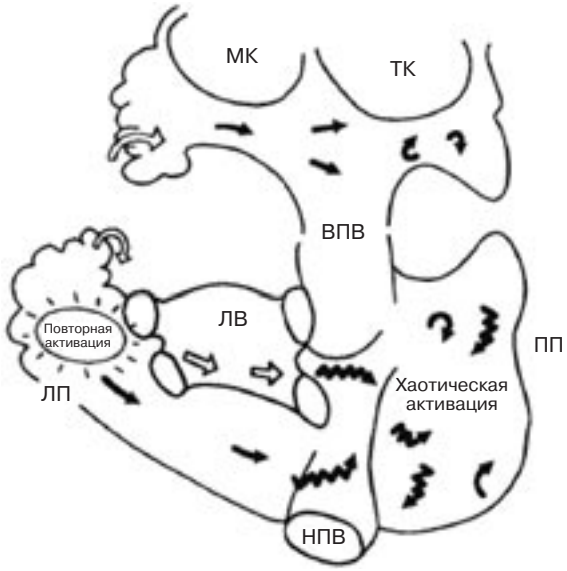

Рис. 7. Схема, показывающая типичную локализацию повторного входа возбуждения в ушке ЛП у пациентов с хронической формой ФП, у которых выполнялись операции на митральном клапане [33].

НПВ – нижняя полая вена; ВПВ – верхняя полая вена; ЛП – левое предсердие; МК – митральный клапан; ЛВ – легочные вены; ПП – правое предсердие; ТК – трехстворчатый клапан.

Соединяющие линейные повреждения. В настоящее время опубликованы также результаты операций, при которых создавались повреждения, линейно соединяющие ЛВ друг с другом и фиброзным кольцом митрального клапана [35]. При этом не проводилась циркулярная изоляция ЛВ и изоляция ушка ЛП. Указанная операция была проведена 18 пациентам. При этом использовался РЧ-аблатор «Osypka» (Dr. Osypka, Grenzach-Wyhlen, Germany), с жестким т-образным электродом для

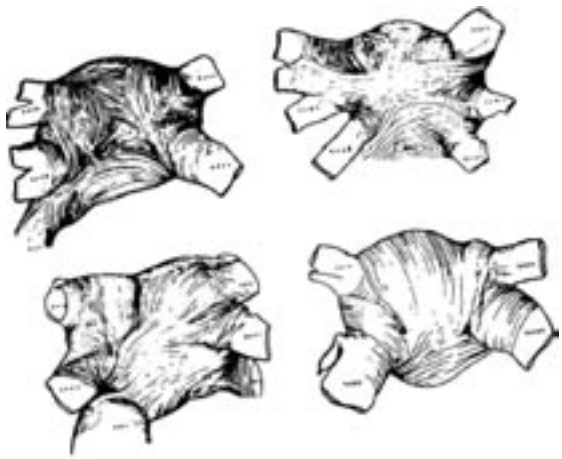

Рис. 8. Вид левого предсердия в месте впадения легочных вен.

На рисунке представлены 4 основных вида организации мышечных муфт легочных вен [58].

аблации [47]. У 55% пациентов из 11 выживших наблюдалось восстановление синусового ритма в течение 11 месяцев наблюдения. В 2000 г. M. Knaut опубликовал результаты 46 подобных операций, проведенных с использованием аблатора «Afx» и антенны «Flex-2» [46]. В течение 6 месяцев наблюдения синусовый ритм восстановился у 64% пациентов с сочетанными операциями на митральном клапане и у 70% пациентов с сочетанными операциями аортокоронарного шунтирования (АКШ).

Изоляция легочных вен в сочетании с соединяющими линейными повреждениями. S. Benussi опубликовал результаты операций эпикардиальной изоляции ЛВ на остановленном сердце (при температуре 75°С в течение 2 мин) с наложением соединяющих линейных повреждений между митральным клапаном и легочными венами. Соединяющие линии аблации (повреждения) наносились с помощью РЧ-аблатора «Cobra» эндокардиально в сочетании с операциями на митральном клапане [11]. Ушко ЛП было перевязано без электрической изоляции. Восстановление синусового ритма наблюдалось у 77% пациентов в течение 11,6 мес наблюдения.

Изоляция легочных вен и ушка левого предсердия в сочетании с соединяющими линиями аблации. Целесообразность создания повреждений, изолирующих триггеры, расположенные в легочных венах и ушке ЛП, и прерывания патологических кругов макроориентри с помощью соединяющих линейных повреждений (рис. 9) показана с моделированием ФП в экспериментах на собаках. В настоящее время для создания указанных повреждений в клинике применяется как эндокардиальная, так и эпикардиальная аблация [48, 50].

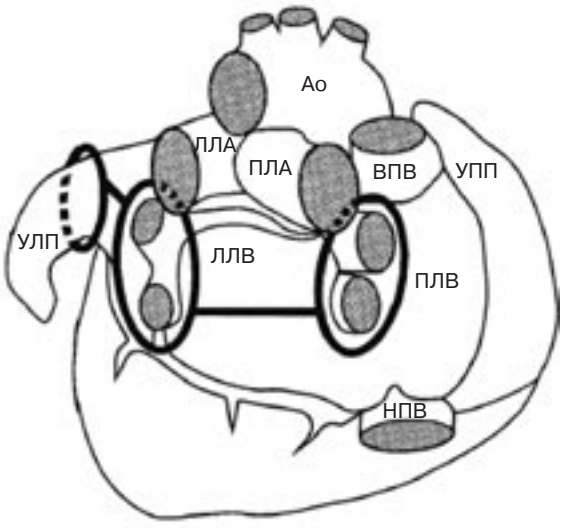

Рис. 9. Схема билатеральной изоляции легочных вен и ушка левого предсердия в сочетании с соединяющими повреждениями между легочными венами, на уровне нижних легочных вен и между ушком левого предсердия и левой верхней легочной веной [50].

Ао – аорта; НПВ – нижняя полая вена; ВПВ – верхняя полая вена; УЛП – ушко левого предсердия; ЛЛА – левая легочная артерия; ЛЛВ – левые легочные вены; ПЛА – правая легочная артерия; ПЛВ – правые легочные вены.

ХИРУРГИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА ОПЕРАЦИЙ

Клинический опыт использования РЧ-аблации больше, чем опыт использования МВ-аблации. Последняя, в свою очередь, применяется относительно недавно. Следуя разработанным схемам нанесения повреждений, D. Kress и соавт. стали выполнять эндокардиальную аблацию с использованием системы «Cobra» пациентам, которым проводились операции на митральном клапане [49, 51]. В декабре 1999 г. в США у пациента была выполнена процедура эпикардиальной РЧ-аблации в сочетании с операцией АКШ на остановленном сердце. В дальнейшем эпикардиальная РЧ-аблация проводилась пациентам с ФП в сочетании с операциями на остановленном сердце без атриотомии. Операции по эпикардиальной МВ-аблации на работающем сердце выполняются с июня 2001 г. В настоящее время в США процедура МВ-аблации на работающем сердце является операцией выбора у пациентов с изолированной формой ФП.

Эндокардиальная аблация

Применение эндокардиальной радиочастотной аблации. При использовании метода эндокардиальной РЧ-аблации, как уже отмечалось ранее, используются заземляющие (нейтральные) электроды, прикладываемые к спине пациента. Аблацию выполняют перед пластикой или протезированием клапана, что позволяет избежать контакта РЧ-электрода со швами или протезом клапана. В случаях повторных операций существующий протез удаляется перед аблацией. Перед радиочастотным воздействием необходимо убрать из зоны аблации датчик чреспищеводной ЭхоКГ, несколько оттянув его по пищеводу назад. В этом можно удостовериться при пальпации пищевода позади стенки ЛП.

РЧ-генератор устанавливается на уровне подачи на электрод температуры +80°С, каждое повреждение наносится в течение 60 с. Время нанесения повреждения начинается с момента достижения электродом +80°С, что происходит в течение 5–10 с. Теоретически для создания повреждений могут быть использованы все семь электродов, однако на самом деле необходима активизация лишь двух или трех электродов. Трансмуральность повреждений может быть подтверждена осмотром эпикардиальной поверхности ЛП после изоляции правых ЛВ в углах атриотомной раны (в случаях если проводилась стандартная атриотомия). У пациентов с тонкой нетипичной стенкой

ЛП для достижения трансмуральных повреждений достаточно нагревание электрода до +70°С.

При увеличении давления соприкосновения электрода с тканью увеличивается глубина повреждения. По этой причине во время нанесения повреждений желательно легко натягивать стенку ЛП. В случае если при осмотре подозревается прерывистое повреждение, необходимо повторить в этой области нанесение повреждения отдельным электродом.

Изоляция легочных вен. ЛВ изолируются билатерально: левые ЛВ изолируются отдельно от правых в виде окружностей. Повреждения наносятся на стенку ЛП, отступая на 1 см от легочных вен. Соединяющее повреждение (линия аблации) наносится между двумя билатеральными повреждениями, на уровне между нижними легочными венами, где стенка ЛП наиболее тонкая.

Существует также альтернативный метод изоляции легочных вен, который заключается в нанесении непрерывного линейного повреждения на 1 см выше от правой верхней легочной вены по направлению к левой верхней легочной вене через купол левого предсердия, в сочетании с аналогичным повреждением, идущим на 1 см ниже от правой нижней легочной вены по направлению к левой нижней легочной вене. Аблация относительно толстого участка стенки левого предсердия, а также изоляция около 30% левого предсердия могут приводить к снижению его сократимости и являются основными недостатками указанного метода [58, 70].

Изоляция ушка левого предсердия. Изоляцию ушка ЛП проводят у его основания, не отступая на свободную стенку ЛП. При этом желательно вывернуть основание ушка, что дает возможность лучше осмотреть зону изоляции. Перед аблацией необходимо освободить ушко от прилегающего перикарда, в связи с близким расположением диафрагмального нерва. Ушко ЛП перевязывается двойным швом с помощью пролена. Перевязку выполняют только после нанесения всех линий аблации.

Соединяющие линии аблации. Операция включает в себя нанесение двух соединяющих повреждений: одного между билатеральными линиями изоляции ЛВ, описанными ранее, и одного между линиями, изолирующими левые легочные вены и ушко левого предсердия. На практике нанесение второго соединяющего повреждения становится необязательным в случае, когда ушко ЛП расположено близко от левой верхней легочной вены.

Применение эндокардиальной микроволновой аблации. Упомянутая ранее процедура эндокардиальной аблации может быть проведена с помощью МВ-метода. Возможно использование как жесткой – «Flex-2», так и гибкой – «Flex-4» антенн прибора «Afx» («Afx, Inc.», Freemont, California). При МВ-аблации нет необходимости применения заземляющих электродов. С использованием антенны «Flex-2» повреждение наносится при мощности 45 Вт в течение 25 с. Антенна «Flex-4» создает повреждения при мощности 65 Вт в течение 45 с.

Микроволновой генератор включается только в случае контакта антенны с тканью миокарда. В противном случае происходит сильный перегрев кабеля и автоматическое отключение прибора. Тестирование прибора проводится при контакте антенны с влажной марлевой салфеткой.

Эпикардиальная аблация

Применение эпикардиальной радиочастотной аблации. Линии аблации, показанные на рис. 9, могут быть нанесены эпикардиально с использованием РЧ-системы «Cobra». Для избежания соприкосновения электрода с расположенными поблизости органами необходима адекватная экспозиция сердца. По этой причине указанная операция должна проводиться на остановленном сердце с использованием ИК. Для доступа к легочным венам необходимо разделение перикардиальных складок, расположенных между полыми венами, легочными венами и куполом левого предсердия (см. рис. 5). Для избежания перекрута верхней полой вены во время осуществления доступа к левым ЛВ рекомендуется проведение раздельной бикавальной канюляции. Предпочтительно выполнять резекцию ушка ЛП, так как в этом месте затруднительна эпикардиальная аблация его основания по причине большой толщины стенки. При выявлении с помощью чреспищеводной эхокардиографии тромбоза ушка ЛП перед резекцией необходима тромбэктомия. В случае наличия тромбоза предпочтительно проведение эндокардиальной аблации на открытом сердце с ушиванием ушка ЛП.

Для достижения трансмуральных повреждений при эпикардиальной аблации необходимо использование более высоких температур в течение более длительного времени. При создании повреждений электрод вначале нагревается до 80°С в течение 30 с, затем до 85°С в течение 30 с, и наконец до 90°С в течение 2 мин. Постепенное увеличение температуры позволяет избежать внезапного увеличения импеданса, которое может привести к автоматическому отключению РЧ-генератора.

Для достижения адекватного контакта миокарда с РЧ-электродом необходимо тщательно очистить эпикард ЛП от жирового слоя. Это в основном необходимо в области септальной борозды и свода ЛП, несмотря на то что у пациентов, страдающих ожирением, жировая инфильтрация может быть выраженной. Жировая ткань в определенной степени препятствует проведению РЧ-тока.

Для подтверждения трансмуральности повреждений проводится регистрация ЭКГ в области ЛВ до и после аблации (см. рис. 4). Для получения адекватного сигнала необходимо также удаление жировой ткани с легочных вен. В некоторых случаях, когда одна или несколько легочных вен не имеют мышечных муфт, сигналы ЭКГ могут не регистрироваться у основания левого предсердия [58].

Применение эпикардиальной микроволновой аблации. МВ-антенна «Flex-4» прибора «Afx» имеет два преимущества, которые делают ее идеально подходящей для эпикардиальной аблации на работающем сердце по линиям, указанным на рис. 9. Первым преимуществом является наличие защитного слоя, который позволяет подавать МВ-энергию строго в определенном направлении. Это позволяет проводить аблацию стенки левого предсердия без опасности коллатерального повреждения близко расположенных органов средостения. Поэтому, в отличие от радиочастотной, при МВ-аблации отпадает необходимость в остановке сердца и использовании ИК. Для МВ-аблации достаточно лишь аккуратное расположение МВ-антенны в заранее выбранном участке стенки ЛП.

Второе преимущество заключается в особенности электромагнитного излучения МВ-энергии. При МВ-аблации не требуются электроды и, следовательно, МВ-генератор не имеет охранных режимов отключения, которые необходимы РЧ-генератору в случаях наличия неисправного термистора, внезапного увеличения импеданса, плохого контакта электрода или больших значений сил индифферентного тока. Успех нанесения повреждений при МВ-аблации заключается лишь в правильном расположении МВ-антенны и хорошем его контакте с тканью.

Повреждения, наносимые с использованием антенны «Flex-4», создаются при мощности 65 Вт в течение 90 с. В экспериментальных исследованиях на собаках было показано, что эпикардиальная МВ-аблация свободной стенки ПЖ на работающем сердце при указанных мощностях и продолжительности позволяет создавать повреждения длиной в среднем 48±3,1 мм, шириной 9,7±2,0 мм и глубиной 5,8±1,1 мм.

При создании повреждений на задней стенке ЛП необходима небольшая тракция сердца кпереди, для расположения антенны под ЛП. Во время аблации одна рука должна прочно удерживать антенну, а палец другой руки должен располагать ее на стенке ЛП. Для безопасного создания повреждений необходимо, чтобы вся активная часть антенны соприкасалась с ЛП. Защитная неактивная часть антенны черного цвета должна постоянно находиться в поле зрения хирурга (см. рис. 3). Важно держать антенну в неподвижном состоянии, что позволяет минимизировать ширину повреждения и увеличивать его глубину.

Перикардиальные складки между полыми венами и правыми легочными венами рассекаются, как и в случае проведения РЧ-аблации. Жировая ткань удаляется из места аблации. Для подтверждения электрической изоляции снимаются ЭКГ до и после аблации. Перед аблацией пациенту вводится гепарин. Сначала выполняется изоляция правых ЛВ. Затем, отступая на 1 см от диафрагмы, рассекается правая плевра до уровня расположения диафрагмального нерва. На косой синус накладываются две держалки, с помощью которых производят тракцию сердца в сторону правой плевральной полости, что облегчает экспозицию левых ЛВ и ушка ЛП [12].

При аблации ушка ЛП небольшое количество тромботических масс все же может образовываться со стороны эндокарда, несмотря на введение гепарина, поэтому перед проведением аблации основания ушка желательно его резецировать. Соединяющие линии аблации между легочными венами удобно проводить, когда пациент находится в положении Тренделенбурга, слегка приподняв сердце кверху для экспозиции МВ-антенны.

Два обстоятельства могут помешать выполнению эпикардиальной аблации на работающем сердце. Первое заключается в наличии у пациентов увеличенного правого предсердия, когда нижняя полая вена также значительно увеличена и имеет тонкую стенку. В указанных случаях затруднена пальпация антенны в косом синусе перикарда при проведении аблации правых ЛВ. Второе заключается в наличии у пациентов митральной или аортальной недостаточности. При недостаточности клапанов возникают трудности с поворотом сердца вправо для обеспечения доступа к левым ЛВ. Поэтому в данном случае рекомендуется проведение аблации на остановленном сердце с использованием ИК, перед пластикой или протезированием клапанов.

ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

Всем пациентам устанавливают временный электрод на латеральной стенке правого предсердия, который позволяет задавать предсердный ритм на 10 возбуждений больше существующего, тем самым предупреждая возникновение ФП, регистрировать возникающие нарушения ритма в послеоперационном периоде и обеспечивать быстрое купирование эпизодов трепетания предсердий. Всем пациентам также назначают варфарин в течение 6 недель. Эндокардиальная аблация в большей степени повреждает эндокард, чем эпикардиальная. По этой причине при эндокардиаль-

ной аблации больше показаний для назначения антикоагулянтной терапии.

Обратное электрическое ремоделирование миокарда предсердий после восстановления синусового ритма зависит от распространенности электрических и структурных изменений, обусловленных ФП [23]. Время обратного ремоделирования неизвестно, однако совершенно очевидно, что оно больше у пациентов, страдающих постоянной формой ФП, а также у больных с дилатацией или гипертрофией ЛП, наличием эндокардиального фиброза и даже активного ревмокардита.

Послеоперационные приступы ФП или трепетания предсердий не редкость у пациентов после процедур МВ- или РЧ-аблации ФП. N. Ad и соавт. наблюдали возникновение приступов ФП у 40% пациентов в течение первых 3 месяцев после операции «лабиринт» [9]. «ФП обусловливает ФП» – эта концепция подразумевает, что чем дольше существует ФП, тем меньше шансов ее самопроизвольного купирования, поэтому у пациентов с ранними послеоперационными эпизодами ФП проводится электрическая кардиоверсия, которая также оправдана у амбулаторных пациентов [10]. Как после любых операций на открытом сердце, в послеоперационном периоде для профилактики приступов ФП пациентам назначают β-блокаторы. Для предупреждения ранних нарушений сердечного ритма также назначают амиодарон. Альтернативой β-блокаторам и амиодарону может служить соталол, хотя прием препарата следует ограничить пациентам с низким сердечным выбросом.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЕРАЦИЙ

D. Kress и соавт. выполнили эндокардиальную РЧ-аблацию 23 пациентам с одним случаем летального исхода, не связанным с процедурой аблации [51]. Осложнений в виде тромбоэмболий или непосредственно связанных с процедурой аблации не наблюдалось. У 14 пациентов в течение 3 месяцев наблюдения был восстановлен синусовый ритм. Из них одному пациенту понадобилась установка DDD-стимулятора по причине наличия АВ-диссоциации. Из 8 выживших пациентов, наблюдавшихся менее 3-х месяцев, синусовый ритм присутствовал у 5 (63%), у 3 продолжалась ФП. В целом у всех 18 пациентов с диаметром ЛП менее 8 см в течение 8 месяцев наблюдения отмечался синусовый ритм.

Эпикардиальная РЧ-аблация была выполнена 8 пациентам: семерым в сочетании с операцией АКШ и одному в сочетании с протезированием аортального клапана. Семь из 8 пациентов (88%) имели синусовый ритм в течение 36 недель наблюдения, у одного сохранялась ФП. Осложнений в виде тромбоэмболий или непосредственно связанных с процедурой аблации не наблюдалось. Восьми пациентам была выполнена эпикардиальная МВ-аблация. Всем пациентам аблация проводилась в сочетании с операциями на митральном, аортальном или трикуспидальном клапанах. Пяти пациентам была выполнена аблация на работающем сердце, перед канюляцией для подключения ИК. Трем пациентам МВ-аблация была выполнена на остановленном сердце. В течение 3 месяцев наблюдения у 5 (80%) пациентов произошло восстановление синусового ритма.

ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Основной метод лечения. В настоящее время совершенно очевидно, что большинству пациентов с ФП будут предложены, насколько это возможно, нехирургические методы лечения, а также совершенно естественно, что любая операция должна проводиться с минимальным дискомфортом и смертностью при максимальной эффективности. Тщательный отбор пациентов позволит дифференцировать тех, которым особенно показаны хирургические методы лечения, от тех, у которых можно ограничиться лишь терапевтическими методами лечения. Некоторые ученые показали большую эффективность операции «лабиринт III» у пациентов с меньшей продолжительностью ФП без существенного увеличения размеров ЛП [44, 45]. Как уже отмечалось выше, у пациентов с размером ЛП менее 6 см наблюдалось восстановление синусового ритма в течение 6 месяцев наблюдения [49]. Большой возраст пациентов также влияет на эффективность операции «лабиринт III» [45].

Интересным является то обстоятельство, что эпикардиальная МВ-аблация на работающем сердце оказалась эффективной у 5 из 8 пациентов с кардиомегалией и кардиомиопатией, которым аблация проводилась в сочетании с операциями на клапанах сердца. В случае если длительные исследования подтвердят высокую эффективность (в пределах 80–90%) подобных операций, они станут основным методом лечения у пациентов с ФП, имеющих диаметр ЛП менее 6 см, а также с продолжительностью ФП не более 1 года [32, 54, 61].

Минимально инвазивные доступы. Возможность проведения эпикардиальной аблации на работающем сердце по линиям, указанным на рис. 9, ставит естественный вопрос о необходимости проведения срединной стернотомии для доступа к ЛВ и ушку ЛП. Первые исследования, в том числе с использованием телеманипуляторных инструментальных систем (роботов), показали, что левосторонний и правосторонний торакоскопические доступы имеют особенные преимущества для проведения эпикардиальной аблации на работающем сердце [8, 17, 25, 42, 52].

Правосторонняя и левосторонняя торакоскопия позволяют осуществить эффективный и безопасный оперативный доступ к правым и левым ЛВ через косой и поперечный синусы перикарда [3].

Использование 5-мм лапароскопических электродов для доставки альтернативных источников энергии позволяет получить трансмуральное повреждение коллектора легочных вен при эпикардиальной аблации на работающем сердце, а использование лапароскопических линейных сшивающих аппаратов позволяет эффективно и безопасно осуществить резекцию ушка ЛП [4, 5].

При проведении торакоскопической аблации ЛВ для избежания коллатерального повреждения коронарных сосудов необходимо использование электродов с защитным слоем, предохраняющим от случайной аблации окружающие ткани (например, МВ-антенны «Flex-10»). Торакоскопические методики эпикардиальной аблации коллектора ЛВ с использованием альтернативных источников энергии в сочетании с резекцией ушка ЛП на работающем сердце позволяют эффективно лечить пациентов с пароксизмальной формой ФП. Данные технологии дают возможность снизить тяжесть хирургической агрессии, длительность операции, время нахождения пациента на стационарном лечении, длительность послеоперационной реабилитации, а также стоимость лечения [2, 39, 53, 65].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бокерия Л. А., Базаев В. А., Меликулов А. Х.* и др. Современное состояние диагностики и лечения трепетания предсердий // Анналы аритмол. – 2005. – № 3. – С. 39–45.
2. *Бокерия Л. А., Махалдиани З. Б.* Методические подходы к выполнению торакоскопической модификации процедуры «лабиринт» // Эндоскоп. хир. – 2005. – № 3. – С. 31–51.
3. *Бокерия Л. А., Махалдиани З. Б.* Торакоскопическая хирургия на работающем сердце. I. Торакоскопические доступы к правым и левым отделам сердца для выполнения модифицированной процедуры «лабиринт» // Анналы аритмол. – 2005. – № 3. – С. 55–62.
4. *Бокерия Л. А., Махалдиани З. Б.* Торакоскопическая хирургия на работающем сердце. II. Выполнение процедуры «лабиринт» с помощью радиочастотной и ультразвуковой аблации // Там же. – 2005. – № 3. – С. 63–72.
5. *Бокерия Л. А., Махалдиани З. Б.* Торакоскопическая хирургия на работающем сердце. III. Микроволновая аблация коллектора легочных вен // Там же. – 2005. – № 3. – С. 72–81.
6. *Бокерия Л. А., Ревишвили А. Ш., Давтян К. В.* и др. Особенности электрофизиологической диагностики и результаты интервенционного лечения больных с нижнепарастернальными дополнительными путями при синдроме предвозбуждения желудочков // Там же. – 2004. – № 1. – С. 93–99.
7. *Бокерия Л. А., Ревишвили А. Ш., Ольшанский М. С.* Хирургическое лечение фибрилляции предсердий: опыт и перспективы развития // Грудная и серд.-сосуд. хир. – 1998. – № 1. – С. 7–14.
8. *Махалдиани З. Б.* Кардиохирургические телеманипуляторные инструментальные системы // Эндоскоп. хир. – 2005. – № 6. – С. 51–54.
9. *Ad N., Pirovic E. A., Kim Y. D.* et al. Observations on the perioperative management of patients undergoing the Maze procedure // Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2000. – Vol. 12. – P. 63–67.
10. *Allessie M. A.* Atrial electrophysiologic remodeling: Another vicious circle? // J. Cardiovasc. Electrophysiol. – 1998. – Vol. 9. – P. 1378–1393.
11. *Benussi S., Pappone C., Nascimbene S.* et al. A simple way to treat chronic atrial fibrillation during mitral valve surgery: The epicardial radiofrequency approach // Eur. J. Cardiothorac. Surg. – 2000. – Vol. 17. – P. 524–529.
12. *Bergsland J., Karamanoukian H. L., Soltoski P. R., Salerno T. A.* «Single suture» for circumflex exposure in off-pump coronary artery bypass grafting // Ann. Thorac. Surg. – 1999. – Vol. 68. – P. 1428–1430.
13. *Berreklouw E., Bracke F., Meijer A.* et al. Cardiogenic shock due to coronary narrowings one day after a MAZE III procedure // Ibid. – 1999. – Vol. 68. – P. 1065–1066.
14. *Blom N. A., Gittenberger-de Groot A. C., DeRuiter M. C.* et al. Development of the cardiac conduction tissue in human embryos using HNK-1 antigen expression: Possible relevance for understanding of abnormal atrial automaticity // Circulation. – 1999. – Vol. 99. – P. 800–806.
15. *Blouin L. T., Marcus F. I.* The effect of electrode design on the efficiency of delivery of radiofrequency energy to cardiac tissue in vitro // Pacing Clin. Electrophysiol. – 1989. – Vol. 12. – P. 136–143.
16. *Chatelain P., Zimmermann M., Weber R.* et al. Acute coronary occlusion secondary to radiofrequency catheter ablation of a left lateral accessory pathway // Eur. Heart J. – 1995. – Vol. 16. – P. 859–861.
17. *Chevalier P., Obadia J. F., Timour Q.* et al. Thoracoscopic epicardial radiofrequency ablation for vagal atrial fibrillation in dogs // Pacing Clin. Electrophysiol. – 1999. – Vol. 22. – P. 880–886.
18. *Cox J. L.* The minimally invasive Maze-III procedure. Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery // Comparative Atlas. – 2000. – Vol. 5. – P. 79–92.
19. *Cox J. L., Boineau J. P., Schuessler R. B.* et al. Modification of the maze procedure for atrial flutter and atrial fibrillation. I. Rationale and surgical results // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 1995. – Vol. 110. – P. 473–484.
20. *Cox J. L., Schuessler R. B., D'Agostino H. J. Jr* et al. The surgical treatment of atrial fibrillation. III. Development of a definitive surgical procedure // Ibid. – 1991. – Vol. 101. – P. 569–583.
21. *Cox J. L., Schuessler R. B., Lappas D. G., Boineau J. P.* An 8 1/2-year clinical experience with surgery for atrial fibrillation // Ann. Surg. – 1996. – Vol. 224. – P. 267–273; discussion 273–275.
22. *Erez A., Shitzer A.* Controlled destruction and temperature distributions in biological tissues subjected to monoactive electrocoagulation // J. Biomech. Engl. – 1980. – Vol. 102. – P. 42–49.
23. *Everett T. H. 4th, Li H., Mangrum J. M.* et al. Electrical, morphological, and ultrastructural remodeling and reverse remodeling in a canine model of chronic atrial fibrillation // Circulation. – 2000. – Vol. 102. – P. 1454–1460.
24. *Fischer B., Haissaguerre M., Garrigues S.* et al. Radiofrequency catheter ablation of common atrial flutter in 80 patients // J. Amer. Coll. Cardiol. – 1995. – Vol. 25. – P. 1365–1372.
25. *Gerosa G., Bianco R., Buja G., di Marco F.* Totally endoscopic robotic-guided pulmonary veins ablation: An alternative method for the treatment of atrial fibrillation // Eur. J. Cardiothorac. Surg. – 2004. – Vol. 26, № 2. – P. 450–452.
26. *Gillinov A. M., Pettersson G., Rice T. W.* Esophageal injury during radiofrequency ablation for atrial fibrillation // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2001. – Vol. 122. – P. 1239–1240.
27. *Graffigna A., Pagani F., Minzioni G.* et al. Left atrial isolation associated with mitral valve operations // Ann. Thorac. Surg. – 1992. – Vol. 54. – P. 1093–1097; discussion 1098.
28. *Haines D. E.* The biophysics of radiofrequency catheter ablation in the heart: The importance of temperature monitoring // Pacing Clin. Electrophysiol. – 1993. – Vol. 16. – P. 586–591.
29. *Haines D. E., Watson D. D., Verow A.* F. Electrode radius predicts lesion radius during radiofrequency energy heating. Validation of a proposed thermodynamic model // Circ. Res. – 1990. – Vol. 67. – P. 124–129.

30. *Haines D. E., Watson D. D.* Tissue heating during radiofrequency catheter ablation: A thermodynamic model and observations in isolated perfused and superfused canine right ventricular free wall // Pacing Clin. Electrophysiol. – 1989. – Vol. 12. – P. 962–976.
31. *Haissaguerre M., Jais P., Shah D.* et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins // N. Engl. J. Med. – 1998. – Vol. 339. – P. 659–666.
32. *Handa N., Schaff H. V., Morris J. J.* et al. Outcome of valve repair and the Cox Maze procedure for mitral regurgitation and associated atrial fibrillation // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 1999. – Vol. 118. – P. 628–635.
33. *Harada A., Sasaki K., Fukushima T.* et al. Atrial activation during chronic atrial fibrillation in patients with isolated mitral valve disease // Ann. Thorac. Surg. – 1996. – Vol. 61. – P. 104–111; discussion 111–112.
34. *Hindricks G., Haverkamp W., Gulker H.* et al. Radiofrequency coagulation of ventricular myocardium: Improved prediction of lesion size by monitoring catheter tip temperature // Eur. Heart J. – 1989. – Vol. 10. – P. 972–984.
35. *Hindricks G., Mohr F. W., Autschbach R., Kottkamp H.* Antiarrhythmic surgery for treatment of atrial fibrillation–new concepts // Thorac. Cardiovasc. Surg. – 1999. – Vol. 47 (Suppl. 3). – P. 365–369.
36. *Holman W. L., Ikeshita M., Ungerleider R. M.* et al. Cryosurgery for cardiac arrhythmias: Acute and chronic effects on coronary arteries // Amer. J. Cardiol. – 1983. – Vol. 51. – P. 149–155.
37. *Hope E. J., Haigney M. C., Calkins H., Resar J. R.* Left main coronary thrombosis after radiofrequency ablation: Successful treatment with percutaneous transluminal angioplasty // Amer. Heart J. – 1995. – Vol. 129. – P. 1217–1219.
38. *Iida S., Misaki T., Iwa T.* The histological effects of cryocoagulation on the myocardium and coronary arteries // Jpn. J. Surg. – 1989. – Vol. 19. – P. 319–325.
39. *Inoue Y., Yozu R., Mitsumaru A.* et al. Video assisted thoracoscopic and cardioscopic radiofrequency Maze ablation // ASAIO J. – 1997. – Vol. 43, № 4. – P. 334–337.
40. *Izumoto H., Kawazoe K., Eishi K., Kamata J.* Medium-term results after the modified Cox/Maze procedure combined with other cardiac surgery // Eur. J. Cardiothorac. Surg. – 2000. – Vol. 17. – P. 25–29.
41. *Jackman W. M., Wang X. Z., Friday K. J.* et al. Catheter ablation of accessory atrioventricular pathways (Wolff-Parkinson-White syndrome) by radiofrequency current // N. Engl. J. Med. – 1991. – Vol. 324. – P. 1605–1611.
42. *Jansens J. L., Ducart A., Preumont N.* et al. Pulmonary vein isolation by robotic-enhanced thoracoscopy for symptomatic paroxysmal atrial fibrillation // Heart Surg. Forum. – 2004. – Vol. 7, № 6. – P. E595–598.
43. *Jones J. L., Proskauer C. C., Paull W. K.* et al. Ultrastructural injury to chick myocardial cells in vitro following «electric countershock» // Circ. Res. – 1980. – Vol. 46. – P. 387–394.
44. *Kamata J., Kawazoe K., Izumoto H.* et al. Predictors of sinus rhythm restoration after Cox Maze procedure concomitant with other cardiac operations // Ann. Thorac. Surg. – 1997. – Vol. 64. – P. 394–398.
45. *Kawaguchi A. T., Kosakai Y., Isobe F.* et al. Surgical stratification of patients with atrial fibrillation secondary to organic cardiac lesions // Eur. J. Cardiothorac. Surg. – 1996. – Vol. 10. – P. 983–989; discussion 989–990.
46. *Knaut M.* Microwave. Read at the Surgical Treatment of Atrial Fibrillation: New Techniques and Technologies. – Atlanta, Georgia, 2000, June 7.
47. *Kottkamp H., Hindricks G., Hammel D.* et al. Intraoperative radiofrequency ablation of chronic atrial fibrillation: A left atrial curative approach by elimination of anatomic «anchor» reentrant circuits // J. Cardiovasc. Electrophysiol. – 1999. – Vol. 10. – P. 772–780.
48. *Kress D., Krum D., Sra J.* Clinical results of left atrial radiofrequency linear ablation during open heart surgery: Endocardial and epicardial approach (abstract) // Circulation. – 2000. – Vol. 102. – P. II-444.
49. *Kress D., Sra J., Krum D.* et al. Clinical experience with endocardial radiofrequency ablation of atrial fibrillation during mitral valve procedures (abstract) // Europace. Suppl. – 2000. – Vol. 1. – P. D266.
50. *Kress D. C., Krum D., Chekanov V.* et al. Validation of a left atrial lesion pattern for intraoperative ablation of atrial fibrillation // Ann. Thorac. Surg. – 2002. – Vol. 73. – P. 1160–1168.
51. *Kress D. C., Sra J., Krum D.* et al. Radiofrequency ablation of artial fibrillation during mitral valve surgery // Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2002.
52. *Loulmet D. F., Patel N. C., Patel N. U.* et al. First robotic endoscopic epicardial isolation of the pulmonary veins with microwave energy in a patient in chronic atrial fibrillation // Ann. Thorac. Surg. – 2004. – Vol. 78, № 2. – P. e24–25.
53. *Manasse E., Infante M., Ghiselli S.* et al. A video-assisted thoracoscopic technique to encircle the four pulmonary veins: A new surgical intervention for atrial fibrillation ablation // Heart Surg. Forum. – 2002. – Vol. 5. – P. 337–339.
54. *McCarthy P. M., Gillinov A. M., Castle L.* et al. The Cox-Maze procedure: The Cleveland Clinic experience // Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2000. – Vol. 12. – P. 25–29.
55. *Melo J., Adragao P., Neves J.* et al. Endocardial and epicardial radiofrequency ablation in the treatment of atrial fibrillation with a new intra-operative device // Eur. J. Cardiothorac. Surg. – 2000. – Vol. 18. – P. 182–186.
56. *Natale A., Wathen M., Wolfe K.* et al. Comparative atrioventricular node properties after radiofrequency ablation and operative therapy of atrioventricular node reentry // Pacing Clin. Electrophysiol. – 1993. – Vol. 16. – P. 971–977.
57. *Nath S., Lynch C. 3rd, Whayne J. G., Haines D. E.* Cellular electrophysiological effects of hyperthermia on isolated guinea pig papillary muscle. Implications for catheter ablation // Circulation. – 1993. – Vol. 88. – P. 1826–1831.
58. *Nathan H., Eliakim M.* The junction between the left atrium and the pulmonary veins. An anatomic study of human hearts // Ibid. – 1966. – Vol. 34. – P. 412–422.
59. *Panescu D., Fleischman S. D., Whayne J. G.* et al. Radiofrequency multielectrode catheter ablation in the atrium // Phys. Med. Biol. – 1999. – Vol. 44. – P. 899–915.
60. *Patwardhan A. M., Dave H. H., Tamhane A. A.* et al. Intraoperative radiofrequency microbipolar coagulation to replace incisions of Maze III procedure for correcting atrial fibrillation in patients with rheumatic valvular disease // Eur. J. Cardiothorac. Surg. – 1997. – Vol. 12. – P. 627–633.
61. *Raanani E., Albage A., David T. E.* et al. The efficacy of the Cox/Maze procedure combined with mitral valve surgery: A matched control study // Eur. J. Cardiothorac. Surg. – 2001. – Vol. 19. – P. 438–442.
62. *Ring M. E., Huang S. K., Gorman G., Graham A. R.* Determinants of impedance rise during catheter ablation of bovine myocardium with radiofrequency energy // Pacing Clin. Electrophysiol. – 1989. – Vol. 12. – P. 1502–1513.
63. *Ross D. J., Vassolo M., Kass R.* et al. Transesophageal echocardiographic assessment of pulmonary venous flow after single lung transplantation // J. Heart Lung Transplant. – 1993. – Vol. 12. – P. 689–694.
64. *Saito T., Waki K., Becker A. E.* Left atrial myocardial extension onto pulmonary veins in humans: Anatomic observations relevant for atrial arrhythmias // J. Cardiovasc. Electrophysiol. – 2000. – Vol. 11. – P. 888–894.
65. *Salenger R., Lahey S. J., Saltman A. E.* The completely endoscopic treatment of atrial fibrillation: Report on the first 14 patients with early results // Heart Surg. Forum. – 2004. – Vol. 7, № 6. – P. E555–558.
66. *Sueda T., Nagata H., Shikata H.* et al. Simple left atrial procedure for chronic atrial fibrillation associated with mitral valve disease // Ann. Thorac. Surg. – 1996. – Vol. 62. – P. 1796–1800.
67. *Sueda T., Shikata H., Mitsui N.* et al. Myocardial infarction after a maze procedure for idiopathic atrial fibrillation // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 1996. – Vol. 112. – P. 549–550.
68. *Taylor G. W., Walcott G. P., Hall J. A.* et al. High-resolution mapping and histologic examination of long radiofrequency lesions in canine atria // J. Cardiovasc. Electrophysiol. – 1999. – Vol. 10. – P. 1467–1477.
69. *Thury J., Grant E.* Microwave: Industrial, scientific, and medical applications. – Boston: Artech House, 1992. – P. 1160.

70. *Tsui S. S., Grace A. A., Ludman P. F.* et al. Maze 3 for atrial fibrillation: Two cuts too few? // Pacing Clin. Electrophysiol. – 1994. – Vol. 17. – P. 2163–2166.
71. *Whayne J. G., Nath S., Haines D. E.* Microwave catheter ablation of myocardium in vitro. Assessment of the characteristics of tissue heating and injury // Circulation. – 1994. – Vol. 89. – P. 2390–2395.
72. *Williams J. M., Ungerleider R. M., Lofland G. K., Cox J. L.* Left atrial isolation: New technique for the treatment of supraventricular arrhythmias // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 1980. – Vol. 80. – P. 373–380.
73. *Wittkampf F. H., Hauer R. N., Robles de Medina E. O.* Control of radiofrequency lesion size by power regulation // Circulation. – 1989. – Vol. 80. – P. 962–968.
74. *Yu W. C., Hsu T. L., Tai C. T.* et al. Acquired pulmonary vein stenosis after radiofrequency catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation // J. Cardiovasc. Electrophysiol. – 2001. – Vol. 12. – P. 887–892.

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2006

УДК 616.125-008.313.2

ИЗОЛИРОВАННАЯ ФОРМА ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Л. А. Бокерия, В. А. Базаев, А. Г. Филатов, А. Х. Меликулов, Р. В. Висков, А. Н. Грицай

Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева (дир. – академик РАМН Л. А. Бокерия) РАМН, Москва

Фибрилляция предсердий (ФП) – одна из наиболее частых аритмий. В США насчитывается около 2,2 млн чел., страдающих от ФП. Распространенность ФП значительно увеличивается с возрастом – от 1,5% в 50–59 лет до 23,5% к 80–89 годам [1, 7, 14].

В отличие от желудочковых аритмий, ФП не представляет непосредственной угрозы для жизни больного. Тем не менее, острые нарушения гемодинамики, вызываемые ФП, часто являются причиной госпитализации. В США ФП является причиной около 1,5 млн обращений к врачам и 384 тыс. госпитализаций (из них 50% – экстренных) ежегодно [7]. Причем с каждым годом наблюдается неуклонный рост числа обращений и госпитализаций. Смертность от ФП в Соединенных Штатах за 2001 г. составила 8338 чел., а общая смертность с упоминанием ФП – более 61 500 чел. [7].

Выделяют идиопатическую, или изолированную, форму ФП и вторичную форму, являющуюся осложнением сопутствующей органической патологии сердца [1, 5, 7]. Применение термина «идиопатическая ФП» предполагает исключение не только острых и хронических заболеваний сердца, но и других, внесердечных причин (заболеваний щитовидной железы, хронических обструктивных заболеваний легких, феохромоцитомы). Исследования в последние годы позволили выявить целый ряд состояний, провоцирующих развитие фибрилляции предсердий, поэтому термин «идиопатическая ФП» является все менее распространенным. Фибрилляцию предсердий, не сопровождающуюся органической патологией сердечно-сосудистой системы, принято называть первичной, или изолированной фибрилляцией предсердий (lone atrial fibrillation) [7, 14, 20].

Изолированная фибрилляция предсердий может иметь как пароксизмальное, так и персистирующее течение. Длительность пароксизмов составляет в среднем от нескольких часов до 1–2 дней, редко пароксизм длится более 1 недели. Изолированная ФП достаточно часто сопровождается дисфункцией щитовидной железы (гипертиреоз), в таких случаях лечение сопутствующей патологии железы может привести к положительному эффекту. Кроме того, изолированная ФП может быть вызвана гипогликемией, хирургическим вмешательством на каком-либо органе, хроническими инфекциями, алкоголизмом, курением и другими факторами [7, 14, 19, 20]. Описаны случаи аллергических реакций, которые сопровождались возникновением пароксизма ФП, в частности на тираминсодержащие продукты (сыр, красное вино, йогурт, бананы, шоколад и др.) [20]. Отдельного внимания как триггеры изолированной ФП заслуживают электролитные нарушения (дисбаланс калия, натрия, магния и кальция) [2, 5, 20].

В развитии пароксизма ФП существенную роль играет вегетативная нервная система. Так, парасимпатические нервные окончания в предсердиях имеют различную плотность, увеличенный парасимпатический тонус предрасполагает сердце к началу ФП вследствие резкого укорачивания времени реполяризации через активацию мускариновых калиевых каналов в предсердном миокарде. Это воздействие уменьшает рефрактерный период предсердий и поэтому укорачивает длину волны предсердного импульса [14, 16, 20].