МЕТОДЫ УДАЛЕНИЯ ЭНДОКАРДИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

[1]**И.В. Дроздов** – зав. отд.
[1]**А.Ю. Амирасланов** – к.м.н., науч. сотр.
[1]**А.Н. Александров** – науч. сотр.
[1]**А.В. Книгин** – аспирант
[2]**А.Г. Алимов** – врач
[1]**Л.С. Коков** – чл.- корр. РАМН, зав. отд. РХМДиЛ

[1]ФГУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневского
Отделение хирургического лечения
сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции
[2] Городская клиническая больница №4.
Москва

Цель. Актуальность проблемы удаления эндокардиальных электродов. Суть процедуры – в безопасном и эффективном освобождении электродов от фиброзных тканей, инкапсулирующих их в точках контакта с венозными стенками и структурами сердца.
Материалы и методы. Рассматриваются показания, клиническая эффективность и осложнения, связанные с применением различных методов. Описаны принципы удаления электродов, основанные на сочетании противотракции и противодавления. Проведен обзор всех существующих способов удаления электродов – от простой тракции до использования активных систем.
Выводы. Проведен сравнительный анализ и показаны преимущества активных способов удаления электродов.

Ключевые слова: *эндокардиальные электроды, удаление, фиброзная ткань, тракция.*

Введение

С каждым годом увеличивается количество имплантируемых антиаритмических устройств. По данным Европейской ассоциации ритма сердца (EHRA) в 2008 г. в Европе было имплантировано более 560 тысяч электрокардиостимуляторов (ЭКС) [1], а в России в 2006 г. – 18 110 [2]. Эти показатели ниже среднеевропейских в 3,5 раза. Тем не менее в РФ регистрируется ежегодное стабильное увеличение имплантируемых антиаритмических устройств и увеличивается доля многокамерных систем.
Так, в 2007 г. было имплантировано уже 20 401 ЭКС и 320 трехкамерных устройств [1]. Во всем мире ежегодно имплантируется около 800 тысяч ЭКС [3].

Учитывая распространенность двухкамерных ЭКС и широкое внедрение в клиническую практику имплантируемых кардиовертеров-дефибрилляторов (ИКД) и кардиоресинхронизирующих устройств, стимулирующих сразу три камеры сердца, очевидно, что количество ежегодно имплантируемых эндокардиальных электродов превышает приведенные данные.
В связи с увеличением антиаритмических устройств растет необходимость лечения осложнений, связанных с их имплантацией. Инфицирование, сепсис, лечение травм могут требовать частичного или полного их удаления, включая устройство и электроды. А это сопряжено с потенциальным риском значимых осложнений и даже смертью больного.

Статья поступила в редакцию в декабре 2009 г

Лечение осложнений, связанных с имплантированными устройствами, стало отдельным направлением кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии [4–6], требующим специальной подготовки и навыков у врача для успешного клинического применения такой техники. Эндоваскулярное удаление электродов – относительно новый метод в практике электрокардиостимуляции. Постоянно растет количество первично имплантируемых электродов и увеличивается потребность в новых, что связано с усовершенствованием или несовместимостью систем стимуляции. Становится предпочтительным полное удаление скомпрометированных (например, инфицированных), старых и нефункционирующих эндокардиальных электродов. Наличие в просвете сосудов и полостях сердца инородного тела – уже фактор риска и может служить причиной развития различных осложнений [5–8].

Наиболее распространенные из них – инфекция, тромбоэмболии, нарушения функции трехстворчатого клапана. Традиционно удаление электродов проводилось только при жизнеугрожающих состояниях (инфекция и сепсис). Прежде всего это было связано с потенциальной опасностью общепринятых ранее вмешательств.

Основная задача при удалении электрода – безопасное отделение от инкапсулирующей его фиброзной ткани в местах контакта со стенками вен и миокардом [8, 9]. Принятые ранее методы варьировались от простой тракции до хирургического вмешательства на открытом сердце и сопровождались серьезными осложнениями, вплоть до летального исхода [10–12].

Относительно недавно были разработаны более быстрые и безопасные способы эндоваскулярного удаления электродов, и теперь показания для экстракции не ограничены строгими рамками жизнеугрожающих экстренных состояний. Раньше нефункционирующие электроды, как правило, отсекались в проксимальной части и изолировались в ране. Через интродъюсер устанавливался новый электрод. При инфицировании требовалось полное удаление. Обычно использовался метод прямой тракции, в редких случаях – торакотомия.

Наиболее простой способ деимплантации электродов, сопровождающийся минимальными осложнениями, – прямая тракция. В случае неэффективности процедуры использовали тракцию с грузом. Выведенный в рану

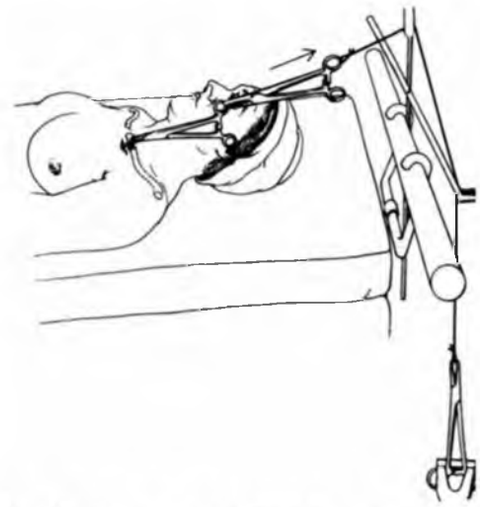

Рис. 1. *Удаление электрода с помощью последовательной тракции с грузом*

электрод зажимали инструментом, прикрепленным к системе вытяжения Бака, которая обеспечивала постоянную тракцию, вплоть до полного выхода электрода из сердца (рис. 1). Массу груза постепенно увеличивали до характерного появления на кардиомониторе желудочковых экстрасистол. Этот способ сопровождался высоким риском развития жизнеугрожающих аритмий, выворота верхушки правого желудочка и тампонады сердца. Звук падающих на пол гирек свидетельствовал об успешном удалении электрода.

Осложнения, вызванные изъятием эндокардиальных электродов, напрямую связаны с формированием фиброзной ткани [13]. Факторы трудности определения деимплантации:

- механизм фиксации,
- сроки имплантации,
- количество имплантированных электродов у пациента.

Рис. 2. *Электрод с пассивной фиксацией, удаленный методом прямой тракции. Кончик электрода инкапсулирован фиброзной тканью*

Электроды с пассивной фиксацией в большей степени (по сравнению с активными устройствами) инкапсулируются фиброзной тканью в области контакта дистального полюса с эндокардом (рис. 2).

Это связано со строением кончика, который снабжен специальными приспособлениями (лепестками) для фиксации в трабекулах сердца. Соединительная ткань образуется вдоль стенок сосудов в местах контакта с электродом. В случае имплантации двух и более электродов она может полностью окружать несколько этих устройств. В отдельных случаях фиброзная ткань полностью облитерирует венозный канал. Очень часто она формируется в области входа электрода в вену.

В первый год после имплантации большинство этих устройств легко выбираются методом прямой тракции, в то время как электроды, имплантированные более 10 лет назад, удаляются с большим трудом [14].

Считается, что предсердные устройства в целом удалить легче, поскольку они не контактируют с трехстворчатым клапаном. Тем не менее осложнения, связанные с разрывом правого предсердия, представляют серьезную угрозу для жизни пациента (разрыв правого желудочка встречается реже).

Метод прямой тракции активно используется до сих пор. В первую очередь это касается устранения эндокардиальных электродов с малым сроком имплантации. При нагноении ложа электрокардиостимулятора для полной изоляции электрода от инфицированного очага иногда прибегают к отсечению и фиксации устройства лигатурой в ране.

В 70-х годах прошлого века для удаления электродов использовали метод фульгурации, основанный на электрическом разряде дефибриллятора. Он не получил широкого распространения из-за высокой частоты осложнений. Этот способ можно считать первым с применением энергетического воздействия. Шоковое поле создавалось между коннекторной частью устройства и пластиной под спиной больного.

В дальнейшем для изъятия эндокардиальных электродов использовали различные механические приспособления. В зарубежной литературе при оценке эффективности методов удаления электродов эти способы часто объединяют названием «механические», противопоставляя им более современные приспособления для экстракции с применением определенного энергетического воздействия, – системы активного удаления.

Первый опыт устранения внутрисосудистых инородных тел с помощью транслюминальных катетеров берет начало в 60-х годах прошлого века. В 1967 г. N.W. Porstman сообщил об успешном изъятии доставляющего проводника из правых отделов сердца пациента с открытым артериальным протоком [15]. В то же время R.A. Massumi описал технику изъятия сломанных катетеров и проводников из полостей сердца [16]. Ранние методы удаления внутрисосудистых инородных тел включали петлевые ловушки, загнутые проводники и катетеры, корзинки-ловушки, специальные зажимы.

Надо сказать, что прямая тракция может приводить к раскручиванию спиральной жилы электрода и к повреждению его изоляции, а также к нарушению гемодинамики при тракции из верхушки правого желудочка и к тампонаде сердца, связанной с разрывами миокарда.

Специальный замыкающий стилет, разработанный компанией «Cook Pacemaker Corp.», решил проблему фиксации и целостности электрода, предотвращая его растяжение и раскручивание внутренней спирали во время тракции из вены (рис. 3). Это устройство про-

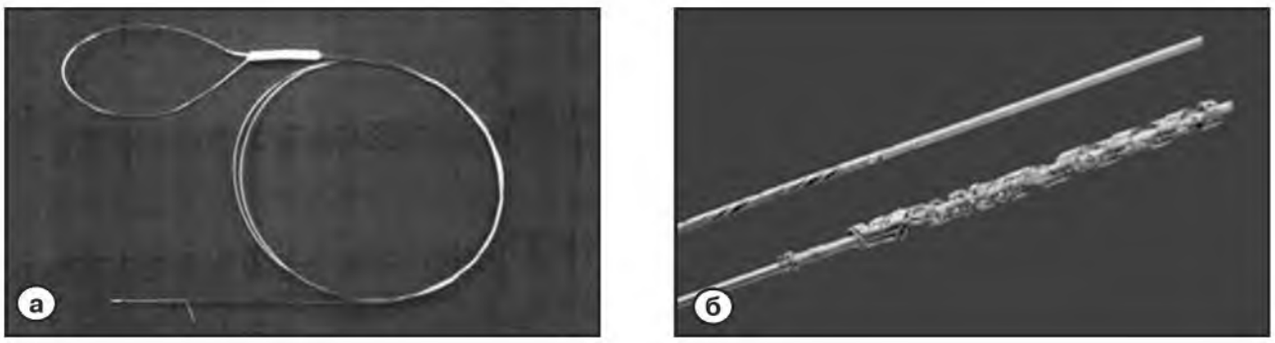

Рис. 3. *а – замыкающий стилет; б – фиксирующий механизм активизирован*

водят до дистального полюса через внутренний просвет удаляемого электрода [17]. Вращение стилета против часовой стрелки активизирует замыкающий механизм, который фиксирует его в просвете электрода.

По праву одним из основоположников метода изъятия эндокардиальных электродов считается Чарльз Бирд (Byrd C.L.), в последние 20 лет принимавший активное участие в наиболее значимых работах по данной проблеме. Он разработал эндоваскулярную систему для удаления электродов, состоящую из телескопических контртракционных катетеров – внутреннего и внешнего. Их проводят по электроду до верхушки правого желудочка (ушка предсердия), обеспечивая диссекцию перизлектродной фиброзной ткани.

Принцип удаления электрода с помощью телескопических систем основан на контртракции в системе электрод – внутренний / внешний катетеры (рис. 4). При выраженном фиброзе (особенно в области входа в подключичную вену) используют армированные пластиковые катетеры или из нержавеющей стали (рис. 5). Гибкий катетер состоит из полипропилена или тефлона. Диаметры – 7 F, 8,5 F, 10 F, 11,5 F и 13 F. Дистальный конец расположен под углом и обеспечивает механическую диссекцию тканей при вращении катетера.

В случае фрагментированных, свободно флотирующих в правых отделах сердца электродов Бирд разработал способы изъятия их через бедренную вену. Проводят захват электрода по методу Massumi с последующей тракцией. В систему удаления входит длинный катетер диаметром 16 F, внутри которого находятся загнутый проводник и корзинка Доттера, обеспечивающие захват электрода. Эта система получила название «бедренная рабочая станция Бирда» и может быть использована для устранения как поврежденных, так и целых электродов.

В последнее время в клинической практике широко применяют методы их активного изъятия с использованием различных видов энергии. В 1997 г. Бирд удалил эндокардиальный электрод с использованием телескопического катетера, разрушавшего фиброзную ткань с помощью лазера.

Существуют системы с радиочастотным воздействием. Есть данные о разработке ультразвуковых способов экстракции.

Наиболее частая причина удаления электродов – инфекционные осложнения: сепсис, гнойные свищи и нагноение самого ложа ЭКС, его пролежни.

По данным зарубежных авторов общая распространенность этих осложнений колеблется от 0,2% до 12% [18–20]. В России за 2006 г. частота нагноений ложа ЭКС составила около 1,8%, его пролежней – 2% [2].

Показания к устранению эндокардиальных электродов впервые сформулировал Чарльз Бирд еще в 1992 году [6]. С некоторыми изменениями (со временем они только расширились) их перечень был опубликован на конференции Североамериканского общества электрокардиостимуляции и электрофизиологии в 2000 г. [21].

Классификация включает 3 класса показаний к удалению эндокардиальных электродов:

- класс I – общее мнение специалистов о необходимости изъятия электродов (абсолютные показания);
- класс II – условия, при которых электроды часто удаляют, но есть расхождения во мнениях специалистов о пользе процедуры (относительные показания);

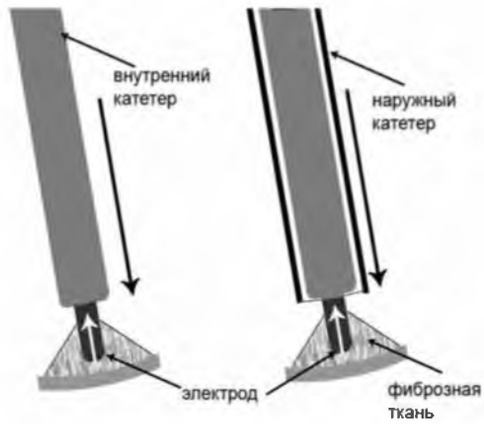

Рис. 4. Принцип тракции-контртракции

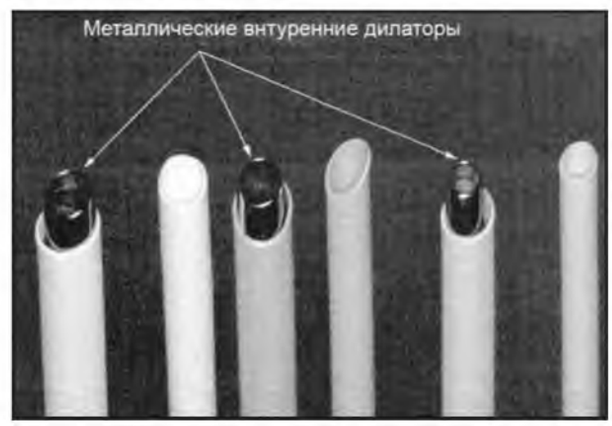

Рис. 5. Телескопические катетеры

• класс III – общее согласие специалистов о нецелесообразности устранения электродов (фактически это противопоказания).

Класс I

1. Сепсис (включая инфекционный эндокардит) как результат инфицирования любой трансвенозной части электрода или локального нагноения ложа ЭКС при невозможности асептического отделения электродов от ложа.
2. Жизнеугрожающие аритмии, провоцируемые электродом или его фрагментом.
3. Наличие электрода и/или его фрагментов, создающих непосредственную угрозу здоровью пациента.
4. Клинически значимые эпизоды тромбоэмболии, связанные с наличием электрода или его фрагмента.
5. Облитерация или окклюзия используемых для имплантации вен при необходимости введения новой системы ЭКС.
6. Электроды, препятствующие имплантации дополнительного устройства для лечения аритмий сердца (ЭКС, ИКД или кардиоресинхронизирующее устройство).

Класс II

1. Локальное инфицирование ложа ЭКС, эрозия, гнойные свищи, не вовлекающие в процесс трансвенозную часть электродов.
2. Инфекционный процесс в любых системах и органах в случае подозрения на систему ЭКС как источника инфекции.
3. Хроническая боль в области ложа ЭКС или по ходу электрода, значительно снижающая качество жизни пациента.
4. Электроды, которые в связи с их конструкцией либо повреждением создают непосредственную или прогнозируемую угрозу здоровью пациента.
5. Электроды, затрудняющие лечение онкологических заболеваний.
6. Травма с вовлечением в зону повреждения электрода, когда его наличие может препятствовать реконструктивному вмешательству.
7. Нефункционирующие электроды у пациентов детского и юношеского возраста.

Класс III

1. Все клинические ситуации, при которых риск удаления электрода превышает вероятность безопасного выполнения процедуры.
2. Одиночный нефункционирующий электрод у пациентов старческого возраста.
3. Любые нормально функционирующие электроды, которые могут быть использованы при замене ЭКС.

Удаление эндокардиальных электродов сопряжено с возникновением различных осложнений. Существует риск разрыва безымянной либо верхней полой вены и верхушки правого желудочка во время процедуры изъятия эндокардиальных электродов.

В целом клиническое применение различных методов их эндоваскулярного изъятия сопровождается развитием жизнеугрожающих осложнений в 2–4% случаев [20, 22]. Значительно увеличивается летальность при открытом хирургическом устранении инфицированных электродов, особенно у пациентов с сепсисом.

По данным литературы она составляет от 3% до 17% [10–12, 20]. Интраоперационно (и в раннем послеоперационном периоде) встречаются такие осложнения:

• смещение или повреждение электродов, не подлежащих извлечению;
• гематома грудной стенки;
• тромбоз;
• тахиаритмии;
• острая бактериемия;
• пневмоторакс;
• острое нарушение мозгового кровообращения;
• миграция фрагментов электрода / катетера;
• тромбоэмболия легочной артерии;
• повреждение или разрыв сосудистых структур, миокарда;
• гемоперикард;
• тампонада сердца;
• гемоторакс;
• летальный исход.

Важное условие проведения процедуры – наличие кардиоторакальной хирургической бригады, готовой к проведению экстренной торакотомии.

Однозначных рекомендаций относительно места проведения экстракции электродов не существует. Лучше всего – проведение процедуры в операционной с возможностью подключения аппарата искусственного кровообращения. Тем не менее во многих клиниках изъятие электродов осуществляется в стандартной электрофизиологической или ангиографической лаборатории, где находится специальное рентгенологическое оборудование.

При этом в добавление к стандартному персо-

налу ангиографической лаборатории нужна подготовленная бригада сердечно-сосудистых хирургов, включающая врачей, знакомых с хирургическими вмешательствами на открытом сердце. Очень важно создание бригады для удаления эндокардиальных электродов. В случае проведения операции в электрофизиологической лаборатории необходимо выполнение таких условий:

1) наличие кардиохирургической службы и возможность немедленно развернуть кардиохирургическую операционную;
2) присутствие анестезиолога и наличие анестезиологического оборудования;
3) возможность немедленного выполнения перикардиоцентеза, торакотомии, стернотомии;
4) наличие подходящего рентгенологического оборудования;
5) возможность использования аппарата искусственного кровообращения, присутствие перфузиологов;
6) возможность немедленного проведения трансторакальной и чреспищеводной эхокардиографии;
7) наличие временного ЭКС, дефибриллятора, оборудования для анализа интраоперационных показателей системы постоянной электрокардиостимуляции, ИКД;
8) наличие набора медикаментов для восполнения объема циркулирующей жидкости, инотропной поддержки миокарда, вазопрессоров и иных лекарственных средств, необходимых для проведения реанимации.

Методы удаления эндокардиальных электродов

Существует 3 основных анатомических доступа для удаления эндокардиальных электродов [17, 23–31].

Первый – изъятие электрода по ходу вен, через которые он был установлен. Часто этот доступ называют верхним. Он включает в себя простую тракцию, последовательную с грузом и тракцию с применением замыкающих стилетов, а также их использование вместе с телескопическими катетерами.

Второй – удаление через бедренную вену. Его называют нижним доступом. Он включает в себя различные техники изъятия электрода с помощью специальных ловушек (петли, корзинки и т. д.), загнутых проводников и катетеров. Как правило, этот доступ используют при наличии фрагментированных, флотирующих электродов. Этим способом также можно удалять и неповрежденные электроды – например, с помощью рабочей станции Бирда, ловушки Needle's Eye («ушко иголки»), катетера pigtail и др.

Иногда используют комбинированный доступ – сочетание верхнего и нижнего.

Третий – ограниченная торакотомия. Способы активного удаления электродов с помощью лазера и радиочастотной абляции фактически относят к верхнему доступу и будут рассмотрены отдельно.

Верхний доступ

Корпус электрокардиостимулятора (кардиовертера-дефибриллятора) освобождают из ложа и отсоединяют от электродов. Тщательно удаляют все фиксирующие лигатуры. Электрод выделяют до места установки в вену. Желательно наложение кисетного шва для обеспечения гемостаза после изъятия электрода. Его целостность, расстояние до дистального полюса (или участка повреждения электрода) определяют введением в его просвет обычного стилета.

Далее электрод отсекают ниже коннекторной части так, чтобы внутренняя металлическая спираль была свободна от внешнего покрытия примерно на 1 см. При необходимости внутренний просвет спирали освобождают с помощью специального расширителя определенного диаметра. Для выбора замыкающего стилета нужного размера просвет электрода измеряют заранее (рис. 6).

Затем после соответствующих определений диаметров в просвет электрода с упором устанавливают замыкающий стилет, который при достижении дистального полюса несколько раз поворачивают против часовой стрелки. Раскрывается фиксирующий механизм.

После успешной установки стилета на проксимальную часть электрода накладывается лигатура, фиксирующая его покрытие (особенно актуально при дальнейшем проведении по нему катетеров). Иногда с помощью прямой тракции электрод может быть свободно удален из венозной системы с использованием одного лишь замыкающего стилета. В случае ощутимого сопротивления тракцию следует прекратить и подготовить телескопические катетеры соответствующего диаметра.

Проведение по электроду внешних катетеров обеспечивает принципиальную возможность контртракции и контрдавления. При простом натяжении электрода сопротивление оказывают участки инкапсулирующей фиброзной

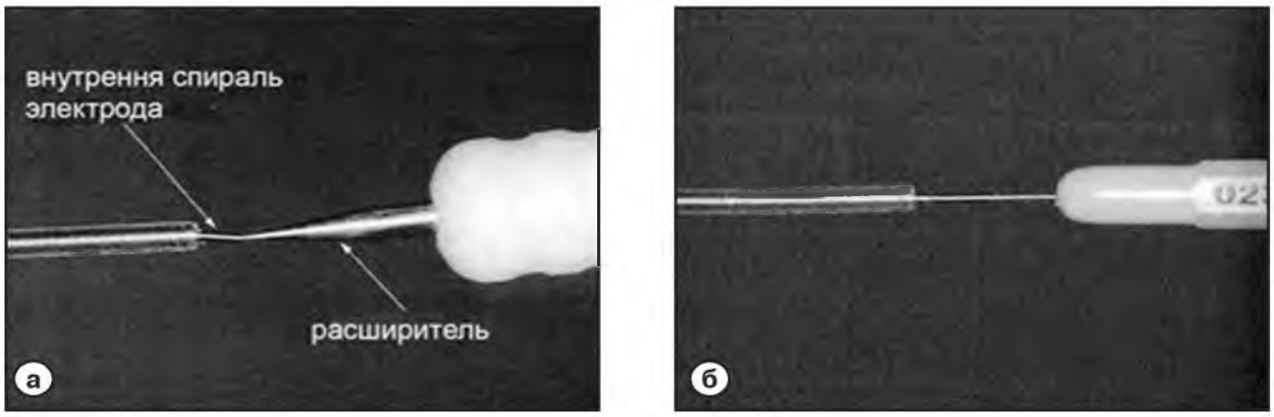

Рис. 6. *а – расширение просвета внутренней спирали электрода; б – измерение его диаметра*

ткани, венозные структуры и миокард. Введение катетера и его последовательное продвижение при одновременном натяжении электрода приводят к тому, что часть обратного сопротивления при тракции приходится непосредственно на катетер. В этом заключается механизм контртракции.

Контрдавление – давление фиброзной ткани, оказываемое на катетер при его продвижении по электроду. Чаще всего после фиксации замыкающего стилета сразу вводят металлические катетеры. Их применяют для дезоблитерации электрода в области входа в вену, где отмечается максимальный рост фиброзной ткани.

Далее используют только пластиковые гибкие катетеры. При постоянном натяжении замыкающего стилета телескопическую систему последовательно продвигают к дистальному полюсу электрода. Вначале двигают внутренний катетер, далее по нему – внешний. Расстояние между ними не должно превышать 4–5 см. При выраженном сопротивлении тканей по ходу движения внутреннего катетера следует до упора провести внешний катетер и ротационными движениями освободить участок.

Чрезвычайно важен постоянный рентгеноскопический контроль. Не рекомендуется располагать внешний катетер напротив свободной стенки верхней полой вены. Неадекватное натяжение замыкающего стилета и чрезмерное продвижение телескопической системы могут привести к повреждению верхней полой и безымянной вен (рис. 7).

Правильное сочетание контрдавления и контртракции обеспечивают перемещение телескопической системы до дистального полюса электрода вплоть до полного его извлечения. При достижении кончика электрода рекомендуется оставить внутренний катетер в 1–2 см от стенки миокарда, не прекращая тракцию замыкающего стилета. В случае выраженного сопротивления необходимо использовать вращательные движения.

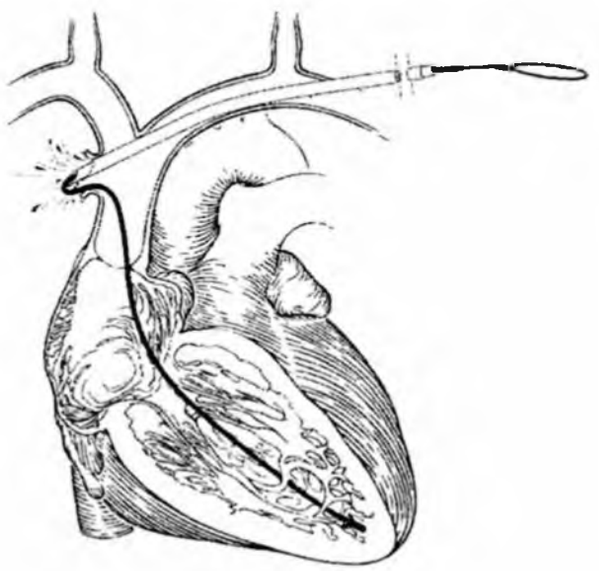

Рис. 7. *Перфорация верхней полой вены [9]*

Нижний доступ

Удаление электродов через бедренную вену служит методом выбора в случае фрагментированных электродов, свободно флотирующих в венозной системе, полостях сердца или легочной артерии. Применение этого доступа также показано при выраженной облитерации области венозного входа и трудности проведения телескопических катетеров.

Данный способ сочетает в себе различные техники захвата и удаления электродов: рабочий бедренный катетер Бирда, внутренний

катетер с загнутым проводником и корзинкой Доттера, петлевые и ловушки Амплатца, «ушко иголки» и др.

Для применения бедренного доступа обязательно одно из двух условий – наличие свободного конца электрода либо его петли.

Желательно использование замыкающего стилета и продвижение его таким образом, чтобы в просвете полой вены сформировалась свободная петля электрода, которая захватывается тем или иным устройством (рис. 8).

Одна из наиболее ранних техник – использование катетера pigtail и корзинки Доттера [6]. Катетер несколько раз оборачивают вокруг электрода и вытягивают его в нижнюю полую вену, где проводят захват с помощью устройства Доттера. Очень важно исходно установить катетер максимально близко к дистальному полюсу электрода.

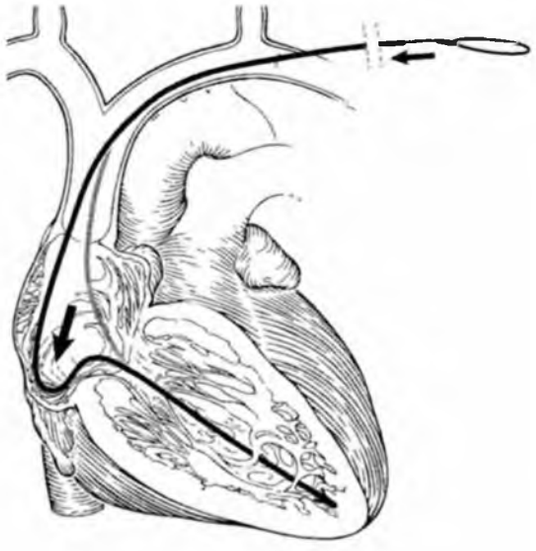

Рис. 8. *Формирование петли электрода для удобного захвата и последующей тракции [9]*

Учитывая большое разнообразие устройств для удаления электродов через бедренную вену, остановимся на наиболее часто используемых в клинической практике. Рабочая станция, специально разработанная Бирдом для удаления электродов через бедренную вену, в классическом варианте состоит из таких компонентов :

- набор для пункции бедренной вены (по Сельдингеру);
- гемостатический клапан;
- металлический проводник;
- внешний рабочий катетер диаметром 16 F;
- дилататор диаметром 11 F;

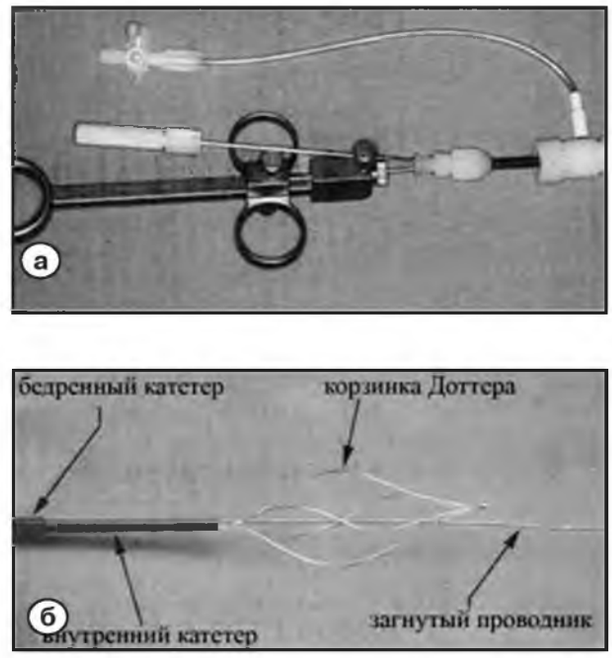

Рис. 9. *«Бедренная рабочая станция Бирда»*
а – управляющая часть;
б – рабочая часть

- внутренний катетер диаметром 11 F с предустановленными загнутым проводником и корзинкой Доттера (рис. 9).

Движение загнутого проводника осуществляют с помощью ручного манипулятора. После пункции в вену вводят металлический проводник и дилатор, по которому далее продвигают рабочий катетер с компонентами. Под контролем рентгеноскопии дистальный конец катетера устанавливают в нижней части правого предсердия или в устье нижней полой вены.

Далее двигают внутренний катетер с загнутым проводником и корзинкой Доттера. Проксимальная часть загнутого проводника соединяется с ручным манипулятором, с помощью которого осуществляют захват петли электрода.

После этого выдвигают устройство Доттера так, чтобы при расправлении она захватила конец загнутого проводника, образуя непрерывную петлю вокруг электрода (рис. 10).

Корзинка вместе с проводником вытягивается и прижимает электрод к дистальному краю внутреннего катетера, который с помощью последовательной тракции вводят обратно в рабочий катетер так, чтобы он увлек за собой электрод. В свою очередь катетер Бирда продвигают по электроду (сложенному вдвое) к его дистальной части. Замыкающий проводник отсекают в проксимальной части. Используя принципы контртракции и контрдавления

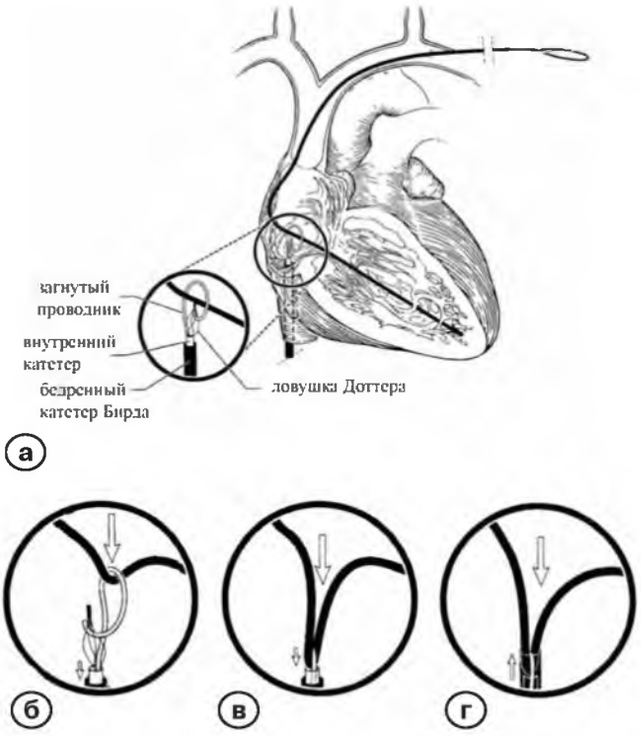

Рис. 10. *а – захват электрода загнутым проводником;*
б – формирование непрерывной петли между проводником и корзинкойДоттера;
в, г – тракция внутреннего катетера с фиксированным электродом в бедренный катетер [9]

(в системе внутреннего и внешнего катетеров), электрод отделяют от эндокарда и удаляют через бедренный катетер.

Применение устройства Доттера сопряжено с необратимостью описанной выше процедуры. После того как конец загнутого проводника захватывается корзинкой, освободить электрод в случае невозможности его изъятия через бедренную вену (например, из-за выраженной инкапсуляции фиброзной тканью в проксимальных отделах) крайне трудно. Может потребоваться атриотомия.

Вместо корзинки Доттера иногда применяют ловушку Амплатца – gooseneck («гусиная шея») [24]. При этом удаляют внутренний катетер с корзинкой и проводником, который свободно устанавливается в бедренный катетер, а ловушка – в отдельный катетер диаметром 6 F. Захват загнутого проводника осуществляют петлей Амплатца. Главное отличие данной модификации от классической – большая возможность освобождения фиксированного электрода за счет простого выдвижения петли вперед. Ловушку Амплатца можно также использовать самостоятельно для удаления флотирующих электродов.

Относительно недавно разработано новое устройство для захвата и фиксации электродов –ловушка Needle's Eye («ушко иголки»), которое используется с рабочей станцией Бирда. Первым этапом проводят захват электрода широкой загнутой петлей. Затем выдвигают «ушко иголки». Процесс удаления электродов полностью обратим.

Ловушка Needle's Eye состоит из катетера с предустановленными широкой загнутой петлей для захвата электрода и узкой петлей для его фиксации непосредственно «ушком», которое проходит между широкой петлей и

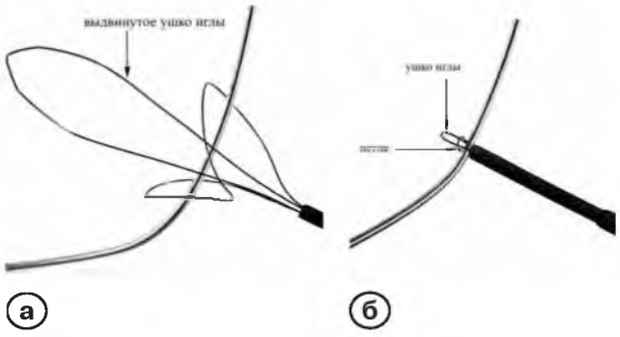

Рис. 11. *а – захват;*
б – фиксация электрода с помощью ловушки Needle's Eye

электродом (рис. 11). При тракции петель электрод прижимается к катетеру и надежно фиксируется. Систему удаляют через бедренный катетер.

Таким образом, бедренный доступ характеризуется большим разнообразием устройств для экстракции эндокардиальных электродов и оптимален при флотирующих электродах.

При целостной структуре электрода четких показаний или алгоритмов для выбора того или иного метода деимплантации не существует. Тем не менее верхний доступ чаще используется в клинической практике. Это может быть связано с несколькими факторами. Бедренный доступ не обеспечивает контртракцию и контрдавление в проксимальной (венозной) части электрода. Приложение контртракции ограничено местом контакта электрода с эндокардом. Скорее всего некоторых врачей настораживает использование бедренного катетера диаметром 16 F. Кроме того, нижний доступ имеет ряд ограничений, связанных с необратимостью процедуры.

Новые устройства могут со временем нивелировать этот фактор.

Отдельные авторы сообщают об успешном удалении электродов с использованием комбинированного (верхнего и нижнего) доступа [25, 26]. Учитывая, что верхний идеально подходит для последовательного освобождения электрода от фиброзной ткани по ходу венозной системы, а бедренный может обеспечить быстрое освобождение дистальной части, это вполне возможно. Если удалить электроды эндоваскулярными способами не удается, проводится торакотомия.

Ограниченная торакотомия

Открытые хирургические вмешательства на сердце, как правило, используют в тех случаях, когда невозможна экстракция электродов с помощью эндоваскулярных методов. Впервые ограниченную торакотомию как доступ для удаления электродов в 1985 г. описал Бирд. Со временем этот способ заменил более травматичные – расширенную торакотомию и срединную стернотомию.

Ограниченную торакотомию можно использовать как первичный доступ для удаления неинфицированных систем при полной облитерации вен, а также при наличии на эндокардиальных электродах крупных вегетаций (более 1 см). Этот доступ обеспечивает выход на правое предсердие.

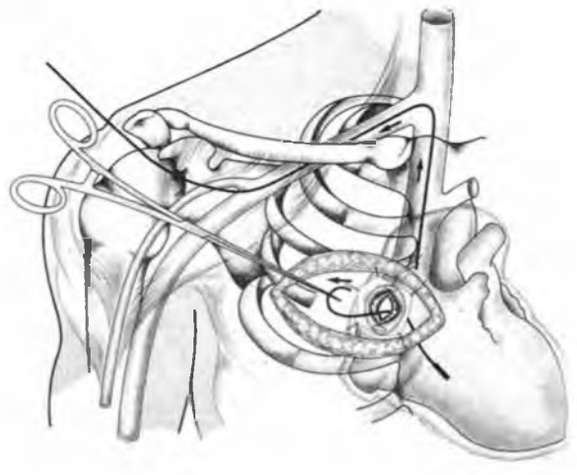

Рис. 12. *Трансатриальный доступ, ограниченная торакотомия*
Предсердный электрод ретроградно удален целиком. Желудочковый электрод выделен зажимом из правого предсердия и отсечен. Проксимальная часть ретроградно удалена. Дистальную часть устранили с помощью замыкающего стилета [23]

Проводят резекцию третьего или четвертого реберных хрящей, и выделяется перикард, который вскрывают после наложения натяжных лигатур. После выполнения кисетного шва выполняют атриотомию. Захват электродов осуществляют тонким зажимом под контролем рентгеноскопии. Электрод отсекают и удаляют дистальную часть зажимом, проксимальную – через верхний доступ (рис. 12).

Предсердный электрод ретроградно удален целиком. Желудочковый электрод выделен зажимом из правого предсердия и отсечен. Проксимальная часть ретроградно удалена. Дистальную часть устранили с помощью замыкающего стилета [23]

При ограниченной торакотомии можно использовать замыкающий стилет и телескопические катетеры (при выраженной фиброзной инкапсуляции проксимальной части электрода).

Использование активных систем удаления электродов

За последние 10 лет способы экстракции эндокардиальных электродов претерпели значительное эволюционное развитие. В клиническую практику были внедрены методики интервенционной дезоблитерации электродов. В отличие от механических систем эти устройства обеспечивают активное разрушение фиброзной ткани и продвижение катетера по электроду, тем самым уменьшая роль основополагающего действия контртракции и особенно контрдавления. Применение активных систем показало увеличение клинической эффективности [6, 21, 27–29], уменьшение времени деимплантации [28] и частоты осложнений, связанных с устранением эндокардиальных электродов.

Удаление эндокардиальных электродов с помощью эксимерного лазера

Он обладает большими возможностями для использования в ангиопластике (при окклюзии стентов и периферических сосудов, трансмиокардиальной реваскуляризации). В настоящее время эксимерный лазер широко применяют для удаления электродов [27–29]. В 1997 г. Бирд в сотрудничестве с компанией «Spectranetics» разработал специальный катетер, подключенный к лазерной установке CVX-300 (рис. 13). Состоит он из расположенных по окружности продольных оптических волокон, проводящих фотоимпульсы, которые разрушают фиброзную ткань и обеспечивают продвижение катетера по электроду (рис. 14).

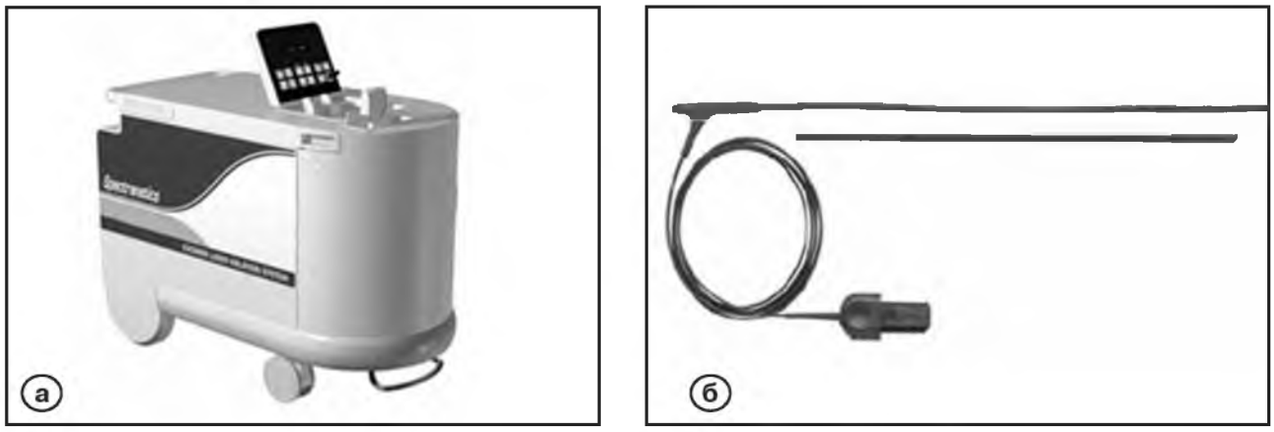

Рис. 13. *Специальный катетер с лазерной установкой CVX-300 («Spectranetics»)*
а – генератор фотоимпульсов;
б –лазерный катетер

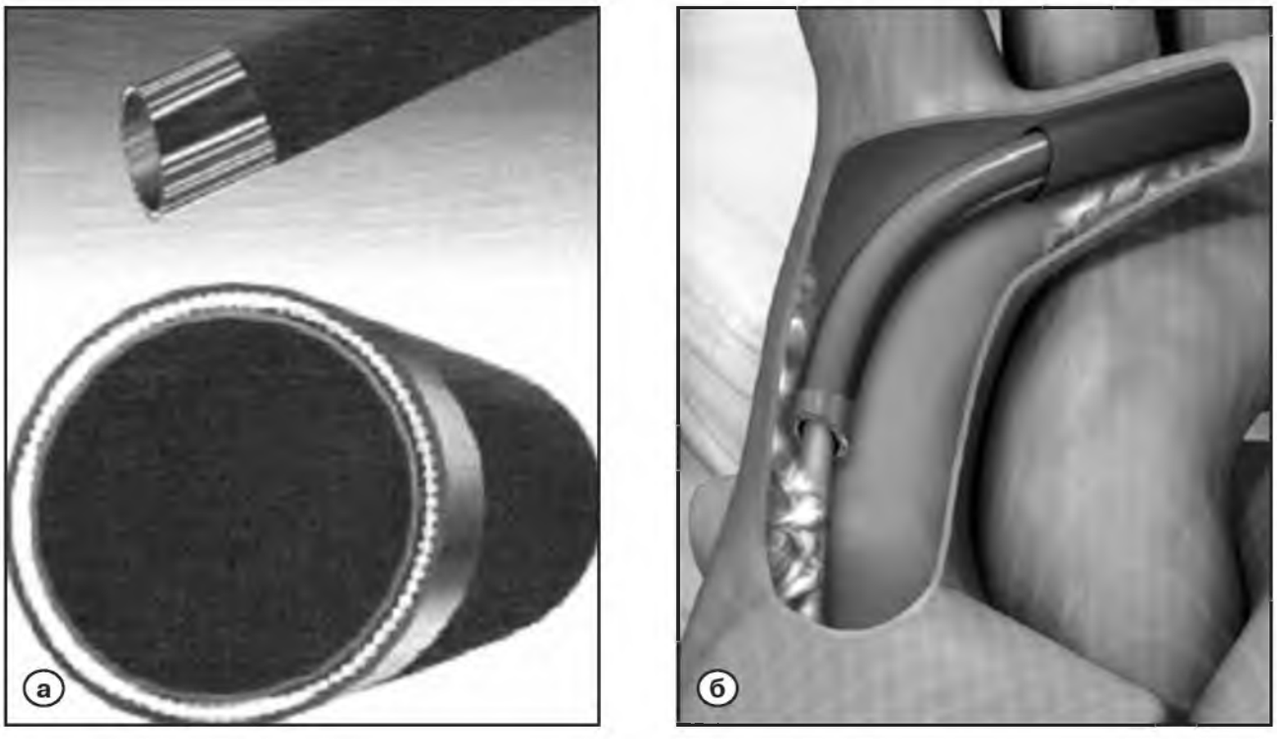

Рис. 14. *Лазерный катетер («Spectranectics»)*
а – дистальный полюс;
б – оптические волокна

В качестве энергии используют ультрафиолетовые волны длиной 308 нм, которые генерируются установкой и излучаются через проксимальную часть оптических волокон к гибкому дистальному полюсу катетера, расположенному под углом 15°. Это обеспечивает минимальное повреждение латеральных тканей. Основное преимущество фотоабляции – чрезвычайно малая глубина воздействия – около 50 мкм.

Повреждающий эффект лазера обусловлен тремя механизмами: фотохимическим, термическим и кинетическим. Интенсивный поток фотонов разрушает молекулярные связи, вызывает вибрацию, нагревание и испарение внутриклеточной жидкости. В свою очередь образующиеся микропузырьки газа, вода и частицы распада оказывают механическое действие на близлежащие ткани. При этом средняя температура тканей в зоне фотоабля-

ции не превышает 44°С, а размер частиц распада – 10 мкм (для сравнения: размер эритроцита – 7 мкм). Диаметр доступных лазерных катетеров – 12 F, 14 F и 16 F. По аналогии с телескопическими диссекторами они оснащены подвижным внешним катетером.

Отмечается низкая эффективность эксимерного лазера в случае кальцинированных тканей, которые часто встречаются по ходу старых электродов (имплантированных 10 лет назад и дольше). Рентгенологическая визуализация выраженных участков этой ткани в проекции электрода может быть противопоказанием для использования фотоабляции.

Экстракция электродов с помощью эксимерного лазера требует верхнего доступа. Основные этапы процедуры аналогичны использованию телескопических катетеров Бирда. Также устанавливается замыкающий стилет. После выбора оптимального размера катетера его проводят по электроду с помощью якорного стилета.

На проксимальную часть отсеченного электрода накладывают лигатуру, дистально фиксирующуюся к свободному концу замыкающего стилета. Полученную петлю захватывают якорным стилетом, по которому на проксимальную часть электрода устанавливают лазерный катетер при последовательном натяжении стилета.

При умеренной контртракции и контрдавлении активизируется лазер, и катетер постепенно проводят до дистального полюса электрода под контролем рентгеноскопии. Фотоабляцию осуществляют пульсовыми волнами в течение 10 сек с последующим автоматическим прерыванием. После освобождения дистальной части электрода лазерный катетер вместе с ним удаляют через внешний тефлоновый катетер.

Электрохирургическая экстракция электродов

Техника изъятия электродов идентична эксимерному лазеру за исключением применения для разрушения фиброзной ткани электрической энергии.

Электрохирургический (радиочастотный) катетер снабжен двумя биполярными вольфрамовыми электродами (рис. 15), между которыми создается электрическая дуга. Его подключают к электрокоагулятору через специальный переходник Perfecta (рис. 16), который обеспечивает работу катетера в режиме постоянного или переменного тока с выходной мощностью 25 Вт. Диаметр доступных радиочастотных катетеров – 7 F, 9 F, 11 F и 13 F. Также в комплект входят внешние тефлоновые катетеры для контртракции и контрдавления.

Радиочастотный катетер отличается от лазерного большей гибкостью и маневренностью при прохождении облитерированных фиброзной тканью «трудных» участков венозной системы. Считается, что радиочастотное воздействие обеспечивает более щадящую диссекцию тканей, уменьшая риск повреждения сосудистой стенки [30].

Важное преимущество электрохирургической экстракции электродов – относительная

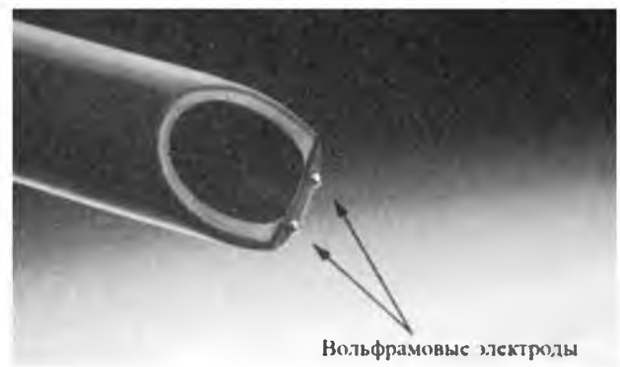

Рис. 15. *Дистальный полюс радиочастотного катетера*

Рис. 16. *Переходник для подключения радиочастотного катетера к электрокоагулятору*

дешевизна катетеров и применение в качестве генератора энергии электрокоагулятора Force FX, используемого в обычной хирургической практике. При экстракции электродов рекомендуется биполярный режим. Электрохирургический катетер совместим с внешними телескопическими катетерами Бирда.

Клинические результаты

В настоящее время и в странах Европы, и в РФ не существует специализированной базы данных по экстракции электродов. По сообщениям

зарубежной литературы есть единичные клинические результаты крупных мультицентровых исследований по удалению электродов.

При поддержке компании «Cook Vascular» в 1988 г. в США впервые была создана отдельная база данных, регистрирующая изъятие эндокардиальных электродов. В мае 1997 г. на ежегодной конференции Североамериканского общества электрокардиостимуляции и электрофизиологии (NASPE, в настоящее время – HRS) были доложены результаты, обобщающие опыт удаления 7015 электродов с декабря 1988 г. по февраль 1997 г. у 4431 пациента [31]. Анализ данных проводили в разные временные периоды. Так, показания для экстракции в 1988–1993 гг.: 10% – сепсис и бактериальный эндокардит, 44% – локальное инфицирование и 42% – нефункционирующие электроды, а в 1994–1995 гг. исследовали экстракцию электродов Accufix и Encor (до 48% всех изъятых электродов). Значительно чаще применяли верхний доступ с замыкающим стилетом и телескопическими катетерами.

Общая эффективность методов экстракции (полное удаление электродов) колебалась от 86% в 1988–1993 гг. до 94% в 1996–1997 гг. Увеличение эффективности произошло после внедрения в клиническую практику активных систем изъятия электродов. В 1996–1997 гг. в 30% случаев экстракции электродов применяли эксимерный лазер. Частота осложнений сократилась с 4 до 2%.

Интересные результаты были получены Бирдом с января 1994 г. по апрель 1996 г. при анализе данных, представленных 315 врачами из 226 центров, [32]. У 2338 (59% мужчин, 41% женщин) пациентов было устранено 3540 эндокардиальных электродов. Средний возраст больных – 64±17 лет. Средний срок имплантации электродов – 47±41 месяц.

Из 3540 электродов 53% были предсердными, 46% – желудочковыми и 1% находился в верхней полой вене. Через верхний доступ были удалены 84% всех электродов, 4% извлечены через бедренную вену, в 11% случаев использовалось сочетание обоих доступов. Полностью изъяты 93% электродов, 5% – частично и 2% не удалось устранить.

При удалении 2989 электродов через верхний доступ использовали замыкающие стилеты и/или телескопические катетеры (табл. 1). Некоторые электроды, особенно с малым сроком имплантации, извлекали с помощью прямой тракции, без стилета.

Статистический анализ данных выявил целый ряд принципиальных результатов. Была определена достоверная обратная зависимость эффективности удаления электрода от сроков его имплантации. Вероятность неудачного (или частичного) извлечения электрода увеличивается вдвое каждые 3 года. Эффективность изъятия зависит от опыта врача. Специалисты, самостоятельно проводившие более 50 операций, чаще выполняли экстракцию с положительным результатом.

Также было доказано, что предсердные электроды удаляют чаще, чем желудочковые, а инфицированные – чаще неинфицированных. Не менее важные данные получены при анализе осложнений, связанных с их экстракцией. Их общая частота – 1,4% [32], она возрастала с увеличением количества изъятых электродов. Так, при экстракции одного – 0,9%, двух – 1,5%, а в случае трех и более – 4,2%. С возрастом риск осложнений увеличивался. Оказалось, что значимые осложнения чаще развивались у женщин, чем у мужчин (соответственно 2,3% и 0,8%).

По данным Smith et al. с помощью механических способов было удалено 2195 эндокарди-

Таблица 1.

Методы удаления электродов (n = 2989)
через верхний доступ (%)

Срок имплантации электрода	Прямая тракция	Замыкающий стилет	Телескопические катетеры	Замыкающий стилет и катетеры
год	43	14	4	38
2–4 года	18	10	4	68
5–7 лет	9	7	8	76
8–24 года	4	5	10	81

Таблица 2.

Эффективность удаления электродов разными способами

	2-я группа (2872 электрода)	**1-я группа – электрохирургическая диссекция** (287 электродов)	**Значение *p***
Полное удаление Частичное удаление	2725 (95,3%) 110 (3,8%)	273 (95,3%) 13 (4,5%)	0,55
Успешное удаление (частично + полностью)	99,1%	99,7%	0,35

Таблица 3.

Частота осложнений при инфицировании и нефункционирущих электродах

	2-я группа (1770 больных)	**1-я группа** (166 больных)
Смерть Артериовенозный свищ Тампонада Разрыв нижней полой вены правого предсердия	– 3 (0,2%) 1 1	– 1 (0,6%) – –
Гемоперикард/тампонада	14 (0,8%)	3 (1,8%)
Гемоторакс или гемопневмоторакс	3 (0,2%)	1 (0,6%)
Гемоторакс или гемопневмоторакс, вызванный наличием артериовенозного свища	3 (0,2%)	1 (0,6%)
Пневмоторакс (введена плевральная дренажная трубка)	2 (0,1%)	0 (0%)
Разрывы предсердия	2 (0,1%)	0 (0%)
Другие значительные кровотечения	1 (0,1%)	0 (0%)
Инсульт	1 (0,1%)	0 (0%)
Остановка дыхания	1 (0,1%)	0 (0%)
Общее количество побочных эффектов	28 (1,6%)	6 (3,6%)

альных электродов у 1299 пациентов с использованием подключичного и бедренного доступов. Эффективность устранения – 86,8%. Такие осложнения, как гемоперикард, тампонада сердца, гемоторакс, эмболия легочной артерии, были отмечены у 2,5% больных. Летальность – 0,6% [33].

Разработанный в 1997 г. эксимерный лазер сейчас широко применяется в клинической практике. Анализ базы данных регистра США показал, что у 1684 пациентов с 2561 электродом с помощью лазерного катетера были полностью удалены 92% [27]. Осложнения (в основном гемоторакс) возникли у 1,9% больных.

По данным рандомизированного исследования PLEXES отмечена эффективность изъятия 465 электродов с помощью лазерного катетера (96%) по сравнению с механическими способами (64%) [29]. Это было первое исследование, оценившее эффективность различных методов устранения электродов.

Пациенты (301 больной) были разделены на две группы. В 1-ю вошли оперированные с помощью лазерной экстракции, во 2-ю – те, кому операцию выполняли телескопическими катетерами. Частота осложнений не превышала 2,0% и достоверно не различалась в обеих группах.

Reiser C. et al. обобщили опыт удаления

2249 электродов с использованием эксимерного лазера. Их полное изъятие отмечено в 90% случаев. Осложнения возникли у 3,4% больных [34].

При удалении 46 электродов C.E. Kennergren et al. определили, что применение лазера достоверно сокращает время экстракции на 5,3 минуты [28].

Устранение электродов с помощью радиочастотных катетеров было проанализировано в мультицентровом исследовании EXCL [35, 36]. 1-ю (основную) группу составили 166 пациентов, у которых с помощью электрохирургической диссекции было удалено 287 электродов. Во 2-ю (контрольную) вошли 1770 больных из базы данных США по изъятию электродов. В 1-й группе полное устранение электродов было выявлено в 95,3% случаев (табл. 2)

Основные показания для экстракции: у 42% пациентов – инфицирование, у 46% больных – нефункционирующие электроды. Частота осложнений – 3,6%, достоверно не отличавшаяся в обеих группах

Риск осложнений достоверно возрастал при увеличении срока имплантации электрода (p = 0,001, уровень вероятности – 1,11), при изъятии электродов кардиовертера-дефибриллятора (p = 0,017, уровень вероятности – 4,04) и при увеличении количества электродов, подлежащих извлечению (p = 0,039, уровень вероятности – 1,51).

Выводы

Таким образом, применение активных способов экстракции чаще сопровождается полным удалением электродов. В то же время по частоте возникновения осложнений при использовании механических и активных способов их изъятия значимая разница в большинстве исследований не определяется (табл. 4).

Итак, к механическим способам экстракции относятся прямая тракция, дозированное натяжение с грузом, замыкающие стилеты, телескопические катетеры, различные устройства и ловушки для бедренного доступа.

Активные способы подразумевают применение лазерного или электрохирургического воздействия, а также их сочетание с первыми. Так, лазерный и электрохирургический катетеры почти всегда используют вместе с замыкающими стилетами.

Риск возникновения интра- и послеоперационных осложнений при экстракции электродов прежде всего связан с физическим воздействием на сосудистые структуры, трикуспидальный клапан и стенки сердца во время натяжения электрода и продвижения по нему катетера.

Практический опыт врача, выполняющего процедуру, – главный фактор, снижающий частоту осложнений. Тем не менее очень важно, чтобы при удалении эндокардиальных электродов обязательно присутствовала

ктуальность проблемы изъятия электродов напрямую связана с растущим количеством имплантируемых антиаритмических устройств. В литературе до сих пор не существует единого общепринятого алгоритма удаления эндокардиальных электродов. Показания для деимплантации расширяются. В совре-

Таблица 4.

Клинические результаты (%)
применения различных способов удаления электродов

Исследователи Методы	Механические		Активные	
	полное удаление электродов	общая частота осложнений	полное удаление электродов	общая частота осложнений
Van Zandt H.J. [35]	86	4	94	2
Byrd C.L. et al. [29]	93	1,4	–	–
Smith H.J. et al. [28]	86,8%	2,5	92	1,9
Byrd C.L. et al. 26]	–	–	96	2
Reiser C. et al. [36]	64	2	90	3,4
Love C.J., et al. [31]	–	–	95,3	3,6
Субъективное среднее значение	82,4	2,5	93,5	2,6

менной клинической практике провозглашен тезис о необходимости устранения всех лишних эндокардиальных электродов. Разнообразие доступных методов может затруднять выбор оптимальной тактики экстракции. Тем не менее очевидно, что применение активных систем для удаления эндокардиальных электродов более эффективно, чем традиционные способы механической экстракции. ■

Список литературы

1. Brugada J., Vardas P., Wolpert C. The Current Status of Cardiac Electrophysiology in ESC Member Countries. The EHRA White Book. 2009; 4–427.
2. Бокерия Л.А., Ревишвили А.Ш., Дубровский И.А. и др. Интервенционное и хирургическое лечение нарушений ритма сердца. М.: Российская и европейская базы данных. НЦССХ им. А.И. Бакулева РАМН. 2007; 3–32.
3. Path to growth. Cardiac Lead Removal System. Spectranetics annual report 2004. Colorado Springs. 2005.
4. Imparato A., Kim G.E. Electrode complications in patients with permanent cardiac pacemakers. *Arch. Surg.* 1972; 105: 705–710.
5. Myers M.R., Parsonnet V., Bernstein A.D. Extraction of implanted transvenous pacing leads: a review of a persistent clinical problem. *Am. Heart. J.* 1991; 121: 881–888.
6. Byrd C.L. et al. Lead extraction: indications and techniques. *Cardiol. Clin.* 1992; 10: 735–748.
7. Hayes D.L. Extraction of permanent pacing leads. There are still controversies in Editorial. *Eur. Heart. J.* 1996; 75 (6): 539.
8. Furman S. et al. Retained pacemaker leads. J. Thorac. *Cardiovasc. Surg.* 1987; 94: 770–771.
9. Bellot P.H. Introduction. Endocardial lead extraction. A videotape and manual. Armonk. *Futura. Pub.* 1998; 3–11.
10. Sonnhag C., Walfridsson H. Extraction of chronically infected pacemaker leads: two cases with serious complications. *Pacing. Clin. Electrophysiol.* 1989; 12: 1204.
11. Lee M.E., Chaux A., Matloff J.M. Avulsion of a tricuspid valve leaflet during traction on an infected, entrapped endocardial pacemaker electrode. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1977; 74: 433–435.
12. Jarvinen A., Harjula A., Verkkala K. Intrathoracic surgery for retained endocardial electrodes. J. Thorac. Cardiovasc Surg. 1986; 34: 94–97.
13. Shennib H. et al. The non-extractable tined endocardial pacemaker lead. *Can. J. Cardiol.* 1989; 5: 305–307.
14. Bellot P.H. Endocardial Lead Extraction. In Cardiac pacing for the clinician. Eds. Kusumoto M., Goldschlager N.F. Springer. 2008; 280–281.
15. Porstman N.W., Wierny L., Warnke H. Closure of persistent ductus arteriosus without thoracotomy. *German. Med. Monthly.* 1967; 12: 1.
16. Massumi R.A., Ross A.N. Atraumatic nonsurgical technique for removal of broken catheters from the cardiac cavities. *Med. Intel.* 1967; 277: 195.
17. Fearnot N.E. et al. Intravascular lead extraction using locking stylets, sheaths, and other techniques. Pacing. Clin. Electrophysiol. 1990; 13: 1864–1870.
18. Sutton R., Bourgeois I. The foundation of cardiac pacing: an illustrated practical guide to basic pacing. Bakken Research Center Series. *Armonk. Futura. Pub.* 1991; 1 (1): 20–26.
19. Bernstein A.D., Parsonnet V. Survey of cardiac pacing in the United States in 1989. *Am. J. Cardiol.* 1992; 69: 331.
20. Byrd C.L. Management of implant complications. In Clinical Cardiac Pacing and Defibrillation. Eds. Ellenbogen K.A., Kay G.N., Wilkoff B.L. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders. 2000; 695–709.
21. Love C.J. et al. Recommendations for extraction of chronically implanted transvenous pacing and defibrillator leads: indications, facilities,training. North American Society of Pacing and Electrophysiology Lead Extraction Conference Faculty. *Pacing. Clin. Electrophysiol.* 2000; 23: 544–551.
22. Garsia-Jimenes A. et al. Myocardial rupture after pulling out a tined atrial electrode with

continuous traction. *Pacing. Clin. Electrophysiol.* 1992; 15: 5–8.
23. Byrd C.L. et al. Technique for the surgical extraction of permanent pacing leads and electrodes. *J. Thotac. Cardiovasc. Surg.* 1985; 89 (1): 142–144).
24. Yedlicka J.W. et al. The nitonol «Gooseneck» snare for foreign body removal: an experimental study and clinical evaluation. *Am. J. Radiol.* 1991; 156: 1007.
25. Bracke F.A., Meijer A., van Gelder B. Learning curve characteristics of pacing lead extraction with a laser sheath. Pacing. Clin. Electrophysiol. 1998; 21: 2309–2313.
26. Manolis A.S. et al. Ancillary tools in pacemaker and defibrillator lead extraction using a novel lead removal system. *Pacing. Clin. Electrophysiol.* 2001; 24: 282–328.
27. Byrd C.L. et al. Clinical study of the laser sheath for lead extraction: the total experience in the United States. *Pacing. Clin. Electrophysiol.* 2002; 25: 804–808.
28. Kennergren C.E. et al. Lead extraction: initial experience using a new laser sheath. Abstract 101892. NASPE. 2002.
29. Wilkoff B.L. et al. Pacemaker Lead Extraction with the Laser Sheath: Results of the Pacing Lead Extraction with Excimer Sheath (PLEXES). Trial. Am. J. Cardiol. 1999; 33 (6): 1671–1676.
30. Bellot P.H. Endocardial Lead Extraction. In cardiac pacing for the clinician. Eds. Kusumoto M., Goldschlager N.F. Springer. 2008: 304.
31. Van Zandt H.J. On behalf of Extraction Database Participants. Experience to date. The Extraction Registry. Presented as part of the minicourse Lead Extraction. In NASPE 18th Annual Scientific Sessions Highlights. New Orleans. NASPE. Medical. Support. Systems. 1997.
32. Byrd C.L. et al. Intravascular extraction of problematic or infected permanent pacemaker leads. 1994–1996 U.S. Lead Extraction Data Base. *Pacing. Clin. Electrophysiol.* 1999; 22: 1348–1357.
33. Smith H.J. et al. Five-year experience with intravascular lead extraction. U.S. Lead Extraction Data Base. *Pacing. Clin. Electrophysiol.* 1994; 17: 2016–2020.
34. Reiser C., Byrd C.L., Wilkoff B.L. Pacing lead extraction with the excimer sheath Trial. Final report. *Pacing. Clin. Electrophysiol.* 1998; 22: 708.
35. Love C.J. et al. Lead extraction using a bipolar electrosurgical dissection sheath. An. Interim. Report. EUROPACE. 2001.

ENDOCARDIAL LEADS EXTRACTION TECHNIQUES

I.I. Drozdov, A.Yu. Amirislaniv, A.N. Alexandrov, A.V. Knigin

This report touches upon the pressing problem of endocardial leads removal. It is essential to free the leads safely and effectively of fibrous depositions on contact points of venous walls or cardiac structures. Main principles of retrieval are contratraction and contrapressure. Authors present a comprehensive review of all existing lead removal techniques, from simple traction to active extraction device application, discussing clinical efficiency, indications and possible complications of each method. Active extraction systems are declared to be most advantageous.

Key words: *endocardial lead extraction, cardiac pacemaker, fibrous tissue, contratraction, contrapressure*

Адрес для корреспонденции:
Амирасланов Анар Юсифович
Тел (495) 236-54-42;
E-mail: *atomhart@bk.ru*