

<https://doi.org/10.35336/VA-1220><https://elibrary.ru/YFKLTX>

ТРАНСВЕНОЗНАЯ ЭКСТРАКЦИЯ ЭЛЕКТРОДОВ У ДЕТЕЙ: СЕРИЯ КЛИНИЧЕСКИХ СЛУЧАЕВ
С.А.Айвазян¹, А.Н.Шаматовский², А.В.Закревский², Е.А.Миронов², М.В.Рязанов², А.Л.Максимов²
¹ФБУЗ «Приволжский окружной медицинский центр» ФМБА России, Россия, Нижний Новгород,
Нижневолжская наб., д. 2; ²ГБУЗ НО «НИИ - специализированная кардиохирургическая клиническая
больница имени академика Б.А.Королева», Россия, Нижний Новгород, ул. Ванеева, д.209

Описана серия из четырех клинических случаев трансвенозной экстракции электродов у детей. Показанием к операциям были неинфекционные осложнения кардиостимуляции. Осложнений операций не было.

Ключевые слова: электрокардиостимуляция; трансвенозная экстракция электродов; дети

Конфликт интересов: отсутствует.

Финансирование: отсутствует.

Рукопись получена: 22.06.2023 **Исправленная версия получена:** 21.09.2023 **Принята к публикации:** 28.09.2023

Ответственный за переписку: Сергей Артемович Айвазян, E-mail: sergei_aivazyan@mail.ru

С.А.Айвазян - ORCID ID 0000-0002-9642-9754, А.Н.Шаматовский - ORCID ID 0000-0003-2453-9257,
А.В.Закревский - ORCID ID 0009-0003-7629-9096, Е.А.Миронов - ORCID ID 0009-0006-8570-5510,
М.В.Рязанов - ORCID ID 0000-0002-3923-7174, А.Л.Максимов - ORCID ID 0009-0008-8793-1348

Для цитирования: Айвазян СА, Шаматовский АН, Закревский АВ, Миронов ЕА, Рязанов МВ, Максимов АЛ. Трансвенозная экстракция электродов у детей: серия клинических случаев. *Вестник аритмологии*. 2024;31(1): e27-e33. <https://doi.org/10.35336/VA-1220>.

TRANSVENOUS LEADS EXTRACTION IN CHILDREN: A CASE SERIES

S.A.Aivazian¹, A.N.Shamatolskiy², A.V.Zakrevskiy², E.A.Mironov², M.V.Ryazanov², A.L.Maximov²
¹Federal Budgetary «Health Institution Volga District Medical Center» of the FMBA, Russia, Nizhny Novgorod,
2 Nizhnevolskaya nab.; ²State Budgetary Healthcare Institution of Nizhnevolskaya region
«Research Institute - Specialized Cardiosurgical Clinical Hospital named after Academician B.A. Korolev»,
Russia, Nizhny Novgorod, 209 Vaneeva str.

Case series of four lead extraction procedures is described in this article. In all cases, indications for transvenous leads extraction were lead dysfunction. There were no complications of procedure.

Key words: cardiac pacing; transvenous lead extraction; children

Conflict of interest: none.

Funding: none.

Received: 22.06.2023 **Revision received:** 21.09.2023 **Accepted:** 28.09.2023

Corresponding author: Sergey A. Aivazian, E-mail: sergei_aivazyan@mail.ru

S.A.Aivazian - ORCID ID 0000-0002-9642-9754, A.N.Shamatolskiy - ORCID ID 0000-0003-2453-9257, A.V.Zakrevskiy - ORCID ID 0009-0003-7629-9096, E.A.Mironov - ORCID ID 0009-0006-8570-5510, M.V.Ryazanov - ORCID ID 0000-0002-3923-7174, A.L.Maximov - ORCID ID 0009-0008-8793-1348

For citation: Aivazian SA, Shamatolskiy AN, Zakrevskiy AV, Mironov EA, Ryazanov MV, Maximov AL. Transvenous leads extraction in children: a case series. *Journal of Arrhythmology*. 2024;31(1): e27-e33. <https://doi.org/10.35336/VA-1220>.

Среди пациентов с имплантированными электрокардиостимуляторами (ЭКС) и кардиовертерами-дефибрилляторами дети составляют менее 1%. Это отдельная группа пациентов, стратегия лечения которой отличается от взрослой популяции [1, 2], что связано с анатомическими особенностями, с продолжающимся ростом и высокой физической активностью. При имплантации устройства ребенку заведомо известно, что

в будущем потребуется замена электрода. Опыт имплантации у детей показал, что основными причинами нарушения стимуляции у них являются рост порога стимуляции и переломы электродов [3]. Детям массой менее 15 кг рекомендуется выполнять эпикардальную имплантацию однокамерных устройств, однако в ряде случаев электроды имплантируют эндокардиально [2]. У таких пациентов значимой проблемой в дальнейшем

становится непроходимость вен, через которые электроды имплантированы, а отставленные нефункционирующие электроды в отдаленные сроки приводят к неблагоприятным последствиям [4-6]. Было опубликовано всего несколько работ о проблеме трансвенозной экстракции электродов (ТрЭЭ) у детей [7-12]. В этих работах рассмотрено применение мануальной тракции, тракции с запирающим стилетом, пропиленовых и металлических дилаторов, электрохирургической диссекции устройством PERFECTA, ротационных дилаторов и лазера, экстракции бедренным доступом.

Цель настоящей работы - поделиться нашим первым опытом ТрЭЭ у детей (табл. 1 и 2).

Клинический случай 1

Мальчик, 13 лет, масса тела 44 кг, рост 162 см. По поводу полной атриовентрикулярной (АВ) блокады в возрасте 9 лет выполнена первичная имплантация двухкамерного ЭКС Adapta S (Medtronic, США), электродов 5076 CapSureFix Novus (Medtronic, США) в ушко правого предсердия и 3830 SelectSecure (Medtronic, США) в правый желудочек в межжелудочковую перегородку. В процессе роста пациента желудочковый электрод (ЖЭ) подтянулся, увеличился порог стимуляции с 2,0 В до 4,0 В. Через четыре года после первичной имплантации в связи с истощением батареи ЭКС пациенту выполнена имплантация нового ЭКС Adapta DR и нового электрода 5076 CapSureFix Novus (Medtronic, США) в правый желудочек. Старый

электрод 3830 SelectSecure (Medtronic, США) выделен из сращений и удален простой мануальной тракцией без осложнений.

Клинический случай 2

Мальчик, 11 лет, вес 33 кг, рост 150 см (рис. 1а). В 2 года 7 месяцев по поводу полной АВ блокады выполнена эндокардиальная имплантация двухкамерного ЭКС Adapta S (Medtronic, США). Предсердный электрод (ПЭ) 3830 SelectSecure (Medtronic, США) имплантирован в правое предсердие. ЖЭ 3830 SelectSecure (Medtronic, США) имплантирован в межжелудочковую перегородку. Система была имплантирована справа через подключичную вену, т.к. слева выполнить пункцию подключичной вены не удалось. Через семь лет выполнена плановая замена ЭКС на ЭКС Ensura DR (Medtronic, США). Два года спустя - выраженная слабость, урежение пульса до 40 в мин. По электрокардиограмме нарушение стимуляции желудочков. Следует отметить, что мальчик - правша и занимался большим теннисом. В ходе предоперационного обследования была выполнена мультиспиральная компьютерная томография сердца с контрастированием. Заподозрен перелом ЖЭ. Выявлена окклюзия правой подключичной и безымянной вен и заподозрено наличие тромба на ЖЭ. Была запланирована операция, однако получен положительный тест на COVID-19. Пациент был переведен в наблюдательное отделение для наблюдения и лечения, назначены антикоагулянты (апикабан 5 мг

Таблица 1.

Характеристика пациентов

№ п/п	Пол	Возраст, лет	Масса, кг	Возраст ПИ	Показание к ПЭКС	Этиология НРС	СП	Режим ЭКС	ПЭ	ЖЭ	ОВД
1	м	13	44	9 лет	АВБ 3 ст	Неизвестна	нет	DDDR	MDT 5076	MDT 3830	нет
2	м	11	33	2 г 7 мес	АВБ 3 ст	Миокардит	нет	DDDR	MDT 3830	MDT 3830	ПБВ
3	ж	6	21	2 г 4 мес	АВБ 3 ст	Врожденная	нет	DDDR	MDT 5076	MDT 3830	ЛПВ
4	ж	11	50	2 г 5 мес	АВБ 3 ст	ПК ВПС	СД	VVIR	-	MDT 3830	нет

Примечание: здесь и далее ПИ - первичная имплантация; ПЭКС - постоянная электрокардиостимуляция (ЭКС); НРС - нарушение ритма сердца; СП - сопутствующая патология; ЖЭ - желудочковый электрод, ПЭ - предсердный электрод; ОВД - окклюзия вен доступа; АВБ - атриовентрикулярная блокада; ПБВ - правая безымянная вена; ЛПВ - левая подключичная вена; СД - синдром Дауна; ПК ВПС - после коррекции врожденного порока сердца.

Таблица 2.

Показания к ТрЭЭ и результаты операций

№ п/п	Показание к ТрЭЭ	Число УЭ, n	Возраст УЭ, лет	Риск ТрЭЭ ¹	Риск ТрЭЭ ²	Способ экстракции	КУ ТрЭЭ	ПУ ТрЭЭ	Осложнения ТрЭЭ
1	Высокий ПС	1	4	1	Пр	МТ	да	да	нет
2	Перелом ЖЭ	2	9	1	Пр	ПЭ - МТ, ЖЭ - TightRail	да	да	нет
3	Высокий ПС	2	4	1	Пр	ПЭ - МТ, ЖЭ - TightRail	да	да	нет
4	ДЭ	1	10	1	Пр	TightRail + ловушка EnSnare БД + ВТ	да	да	нет

Примечание: ТрЭЭ - трансвенозная экстракция электрода; УЭ - удаленные электроды; ¹ - по шкале EROS; ² - по калькулятору SAFETY TLE; КУ - клинический успех; ПУ - полный успех; ПС - порог стимуляции; Пр - промежуточный; МТ - мануальная тракция; ДЭ - дислокация электрода; БД - бедренным доступом; ВТ - венотомия.

х 2 раза). После получения отрицательного теста на COVID -19 выполнена чреспищеводная эхокардиография (ЧП ЭхоКГ), тромбов и вегетаций в правых отделах сердца не выявлено. Обсуждены три варианта оперативного лечения:

- имплантировать новую систему слева, попытаться удалить электроды справа мануальной тракцией, в случае неудачи электроды оставить и герметизировать;
- выполнить проводниковую реканализацию правой безымянной вены, через интродьюсер, заведенный за окклюзию, имплантировать новый ЖЭ, старый электрод попытаться удалить мануальной тракцией, в случае неудачной тракции электрод оставить и герметизировать;
- выполнить ТрЭЭ устройством TightRail (Spectranetics, США), при этом устройством реканализовать правую безымянную вену, через просвет устройства провести проводник, и далее через интродьюсер имплантировать новый электрод.

Баллонную ангиопластику окклюзированной вены выполнять не предполагалось, т.к. у ребенка не было клинических проявлений венозной недостаточности правой верхней конечности, а вероятность реокклюзии вены до следующей имплантации электродов чрезвычайно высока.

Учитывая отсутствие опыта ТрЭЭ у детей, было решено попытаться выполнить проводниковую реканализацию правой безымянной вены. От имплантации новой системы слева также решено отказаться, чтобы не компрометировать левую сторону.

Операция под ингаляционным наркозом. Инвазивный мониторинг артериального давления через левую лучевую артерию. ЧП ЭхоКГ для постоянного ультразвукового контроля операции. В правую бедренную вену установлены два интродьюсера 5 Fr. Через один из них в верхушку правого желудочка проведен электрод для временной ЭКС. Через правую кубитальную вену выполнена флебография, подтверждена окклюзия подключичной и безымянной вен справа (рис. 1б). Послеоперационный рубец иссечен. Электроды отсоединены от устройства. Выполнена пункция правой аксиллярной вены. В вену установлен интродьюсер 5 Fr. Попытка антеградной реканализации подключичной и безымянной вен проводниками Command 0,014”

(Abbot, США) и Roadrunner 0,035” (Cook, США) на катетере Multipurpose (Merit, США) без успеха. Попытка ретроградной реканализации через бедренную вену этим же инструментом также без успеха. Решено выполнить ТрЭЭ. Электрокоагулятором ЖЭ выделен из рубцовой ткани до места входа в подключичную вену. Выявлен перелом токопроводящей жилы под фиксирующей муфтой. Учитывая конструктивные особенности электрода, применение запирающего стилета было невозможно. Электрод удлинен двумя шелковыми лигатурами 0. Выполнена ТрЭЭ ЖЭ устройством TightRail 9 Fr (Spectranetics, США). Через просвет устройства в нижнюю полую вену заведены два металлических проводника 0,035”. В ходе удаления ЖЭ произошла дислокация ПЭ. Электрод удален мануальной тракцией (рис. 1в). Гемодинамика оставалась стабильной. По данным ЧП ЭхоКГ в полости перикарда жидкости не было. Учитывая, что в отдаленные сроки риск перелома электрода, имплантированного через подключичную вену, высокий, решено имплантировать электроды через аксиллярную вену [13]. Устройство TightRail удалено, через ранее установленный в аксиллярную вену интродьюсер проведены еще два проводника в правые отделы сердца и нижнюю полую вену. Прежние два проводника удалены. Далее имплантированы два электрода. Желудочковый 5076 CapSureFix Novus 58 см (Medtronic, США) в межжелудочковую перегородку, предсердный 5076 CapSureFix Novus 52 см (Medtronic, США) с удовлетворительными параметрами стимуляции. Далее операция без особенностей. Пациент выписан на шестой день после операции.

Клинический случай 3

Девочка, 6 лет, вес 21 кг, рост 121 см. По поводу врожденной полной АВ-блокады в 2 года 4 месяца ребенку выполнена эндокардиальная имплантация двухкамерного ЭКС Adapta S (Medtronic, США). ПЭ 5076 CapSureFix Novus 52 см (Medtronic, США) имплантирован в ушко правого предсердия. ЖЭ 3830 SelectSecure (Medtronic, США) имплантирован в межжелудочковую перегородку. Через 3 года 6 месяцев после первичной имплантации ЭКС выявлено повышение порога стимуляции на ЖЭ и истощение батареи ЭКС. Попытка имплантировать новый электрод слева не удалась, была выявлена окклюзия левой подклю-

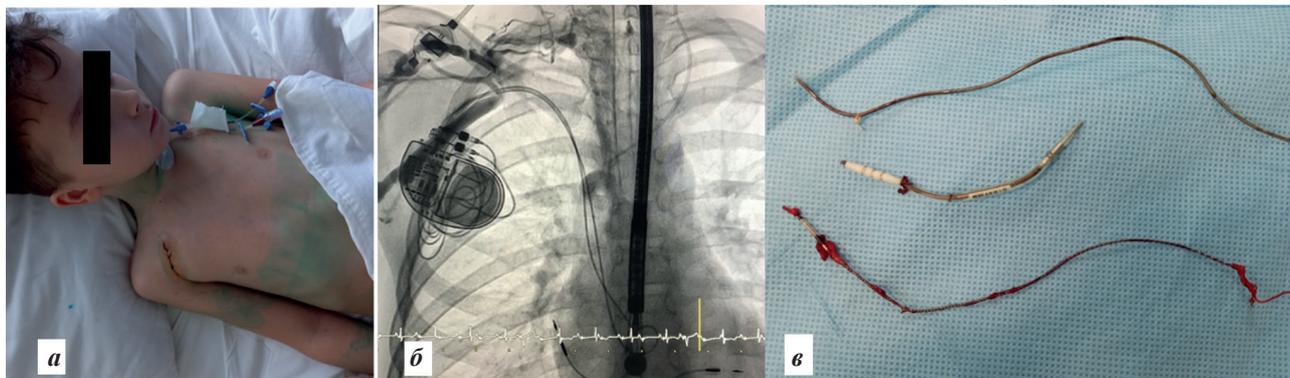


Рис. 1. Пациент после трансвенозной экстракции электродов, где а - фото пациента, б - флебограмма через кубитальную вену (подтверждена окклюзия подключичной и безымянной вен справа), в - удаленные электроды.

чичной вены. Однокамерная стимулирующая система имплантирована справа, слева генератор удален. Старые электроды удалить мануальной тракцией не удалось. Электроды оставлены. Через три месяца при контрольном осмотре в клинике мама девочки отметила, что ребенок периодически жалуется на боли в левой подключичной области. Учитывая риски инфекционных осложнений и окклюзии верхней полой вены у ребенка в отдаленные сроки, решено удалить оставленные электроды.

Через четыре года после первичной имплантации устройства выполнена трансвенозная экстракция оставленных электродов. Ингаляционный наркоз. Инвазивный мониторинг АД через левую лучевую артерию. Операция под контролем ЧП ЭхоКГ. В правую бедренную вену установлен катетер для инфузии и интродьюсер 5 Fr для обеспечения трансфеморальной ТрЭЭ в случае безуспешного удаления электрода через подключичную вену. Послеоперационный рубец иссечен. Электрокоагулятором оставленные электроды выделены из рубцовой ткани до места входа в подключичную вену, коннекторная часть электродов отсечена. В просвет предсердного электрода заведен запирающий стилет LLD EZ (Spectranetics, США), электрод удален тракцией. ЖЭ тракцией удалить не удалось. Выполнено удаление ЖЭ устройством TightRail 9 Fr (Spectranetics, США). Так как удаляемый электрод был без внутреннего просвета, использовать запирающий стилет не представлялось возможным. К электроду были привязаны две шелковые лигатуры 0, лигатуры проведены через ротационный дилатор. Гемодинамика оставалась стабильной. По данным ЧП ЭхоКГ в полости перикарда жидкости нет. Пациентка выписана на четвертые сутки после операции.

Клинический случай 4

Девочка, 11 лет, вес 50 кг, рост 130 см. Полная форма АВ канала впервые выявлена в возрасте 1 года. Сопутствующее заболевание - синдром Дауна. В год девочке выполнено суживание легочной артерии, в два года - радикальная коррекция порока. Послеоперационный период осложнился преходящей полной АВ-блокадой, что потребовало имплантации однокамерного ЭКС (ЭКС Adapta S и электрод 3830 SelectSecure (Medtronic, США)). На контрольные обследования родители привозили ребенка нерегулярно. Через 9 лет после имплантации выявлено нарушение стимуляции. Электрод, свернутый петлей, расположен в полости правого предсердия (рис. 2а). По холтеровскому мониторингованию - урежение ЧСС до 50 уд/мин, истощение батареи ЭКС. Решено удалить старый электрод и имплантировать новую стимулирующую систему.

Ингаляционный наркоз. Катетеризация левой бедренной вены для проведения инфузии. Инвазивный мониторинг артериального давления через левую бедренную артерию. Операция под контролем ЧП ЭхоКГ. В правую бедренную вену установлен интродьюсер Prelude 5 Fr (Merit, США) для обеспечения трансфеморальной ТрЭЭ в случае необходимости. Через левую кубитальную вену выполнена флебография: подключичная, брахиоцефальная и верхняя полая вены проходимы. Послеоперационный рубец иссечен. Электроды отсоединены от устройства. Выполнена пункция левой аксиллярной вены. В нижнюю полую вену заведен металлический проводник 0,035". Электрокоагулятором электрод выделен из рубцовой ткани до места входа в подключичную вену. Учитывая модель электрода, применение запирающего стилета было невозможно. Коннекторная часть электрода отсечена,

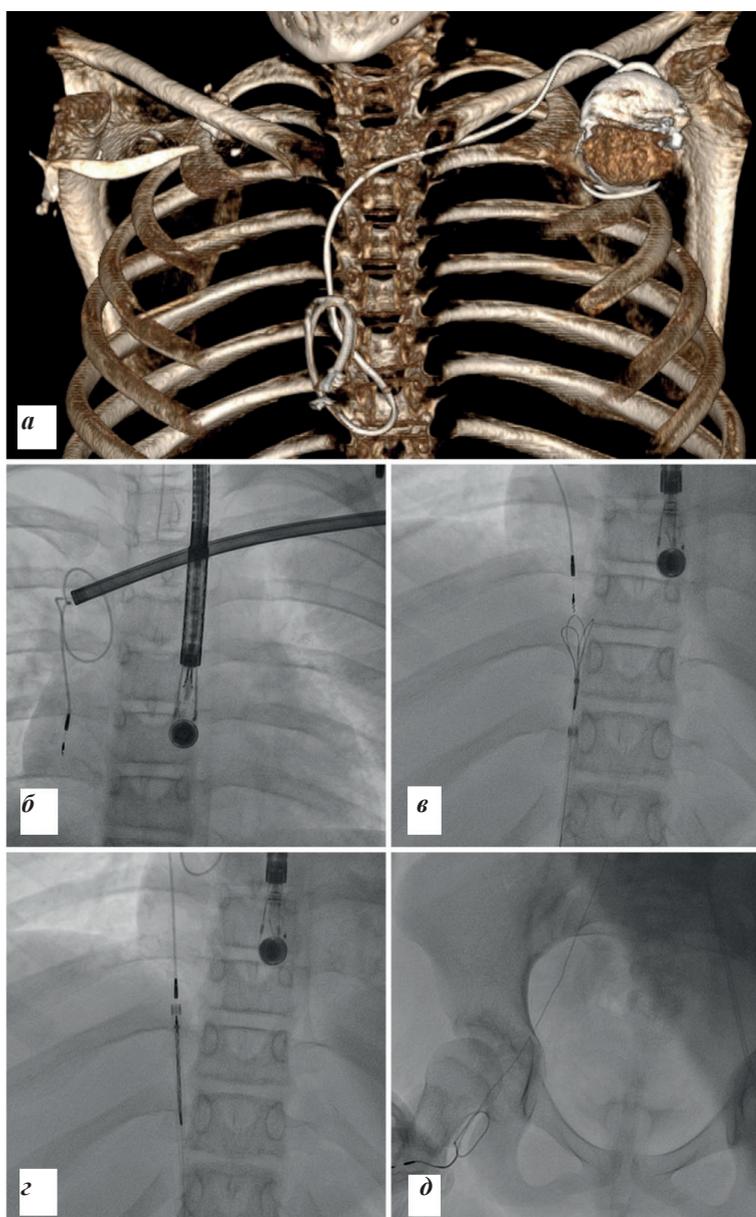


Рис. 2. Этапы обследования и лечения девочки 11 лет: а - мультиспиральная компьютерная томография сердца (электрод расположен в правом предсердии, свернут петлей), б - попытка ТрЭЭ устройством TightRail 9Fr, в-д - попытка ТрЭЭ бедренным доступом трехпетлевой ловушкой.

электрод удлинён двумя шелковыми лигатурами. Попытка ТрЭЭ устройством TightRail 9 Fr (Spectranetics, США) (рис. 2б). Устройство электрод выделен из плотных сращений в подключичной и брахиоцефальной венах, однако удалить электрод не получилось, т.к. выпрямить петлю в предсердии не удалось. Решено выполнить ТрЭЭ трансфеморальным доступом. Интродьюсер 5Fr заменен на длинный интродьюсер Avantu 6 Fr (Cordis, США). Кончик электрода захвачен трехпетлевой ловушкой EnSnare (Merit, США) и вытянут в бедренную вену (рис. 2с, 2д, 2е). Однако, извлечь электрод не удалось, т.к. размер петли не позволял его удалить через пункционный доступ. Выделена бедренная вена, выполнена венотомия, электрод удален. Вена ушита нитью Prolen 5/0. При осмотре удаленного электрода выявлено, что петли плотно фиксированы между собой кальцинатом (рис. 3). Пациентке имплантирована новая стимулирующая система слева. Электроды имплантированы через аксиллярную вену. Послеоперационный период без осложнений.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Обсуждая кардиостимуляцию и ее осложнения у детей, необходимо руководствоваться рекомендациями по имплантации устройств в педиатрической практике. Общепринято считать, что детям массой менее 15 кг показан однокамерный ЭКС и эпикардиальная имплантация электрода [14, 15]. Однако, в рекомендательных документах последних лет [1] нет четких указаний, кому имплантировать электроды эпикардиально, а кому - эндокардиально. В современной аритмологии нередко встречаются случаи, когда детям массой менее 15 кг выполняют имплантацию электродов эндокардиально.

Приведенные клинические случаи и анализ литературы демонстрируют целесообразность эпикардиальной имплантации электродов в рассматриваемой группе пациентов, особенно с учетом возможностей современной малоинвазивной кардиохирургии [14-17]. Тем не менее, в реальной практике приходится все чаще сталкиваться с осложнениями эндокардиальной стимуляции у детей. Выживаемость электродов, имплантированных эндокардиально, у детей меньше, чем у взрослых [12]. В первую очередь это связано с продолжающимся ростом и активным образом жизни

пациентов. Имплантируя электрод ребенку, мы всегда знаем, что он не будет функционировать пожизненно. Когда-то придется имплантировать новый электрод, удаляя или оставляя старый.

Другой большой клинической проблемой у детей являются окклюзии вен, через которые имплантированы электроды. Для этого есть несколько предпосылок. Первое - большой диаметр стандартных электродов относительно подключичных / аксиллярных вен, второе - у детей процесс инкапсуляции электродов более активный и выраженный, вплоть до кальциноза фиброзной капсулы.

При нарушении функции электрода рассматривается две стратегии: удалить старый электрод и имплантировать новый, или добавить новый электрод без удаления старого. Учитывая прогнозируемую продолжительность жизни у этих пациентов, первый подход более рациональный, т.к. пациент может «накопить» за жизнь 4-5-6 электродов. Также решая проблему нарушения стимуляции у детей, необходимо стараться не компрометировать контрлатеральную сторону. Венозный доступ с контрлатеральной стороны необходимо сохранять как можно дольше.

Несмотря на давнюю историю кардиостимуляции, опыт ТрЭЭ у детей остается небольшим. Все исследования подтверждают данные, что ТрЭЭ у детей чаще выполняется по неинфекционным показаниям в связи с дисфункцией электродов и окклюзией вен [7-12]. Наибольший опубликованный опыт у польских авторов, ими выполнено у детей 63 ТЭЭ [12]. В своей работе А.Kutarski et al (2022) отмечает, что ТрЭЭ у детей сопровождалась большими техническими трудностями, а полный рентгенологический и процедурный успех был значительно ниже, чем у взрослых. Сложности ТрЭЭ у детей авторы связали с образованием прочной фиброзной ткани вокруг электродов. Капсула нередко кальцинирована.

Другой особенностью ТрЭЭ у детей и пациентов, которым электроды были имплантированы в детстве, являются избыточные петли как в предсердии, так и в желудочке [12]. Мы столкнулись с петлями в правом предсердии, причем участки электрода были фиксированы между собой кальцием, и ротационным дилатором разделить их не удалось. В нашем случае потребовалось выполнить флеботомию при извлечении электрода бедренным доступом. Исходя из того, что у детей развивается ранняя кальцификация фиброзной капсулы, можно сделать предположение, что в выборе инструмента предпочтение надо отдать механическим ротационным дилаторам, а не лазеру [12].

ТрЭЭ связана с риском повреждения сердца и крупных сосудов [18]. Поэтому всегда встает вопрос о хирургической поддержке этих операций. На наших операциях всегда присутствовали



Рис. 3. Электрод, удаленный у девочки 11 лет (в месте образования петли виден кальцинат).

кардиохирурги, специализирующиеся на хирургии врожденных пороков сердца, а в операционной были подготовленный к работе аппарат искусственного кровообращения и все необходимые инструменты и расходные материалы для открытой хирургии.

Как альтернатива ТрЭЭ при окклюзии вен проводниковая реканализация у детей может быть затруднена. Нам не удалось выполнить ребенку реканализацию вены проводниками ни антеградно, ни ретроградно. Еще одной проблемой удаления электродов у детей является повреждение функционирующих электродов из-за того, что плотная фиброзная капсула едина для всех имплантированных электродов. При применении ротационных дилаторов, как правило, приходится их удалять и имплантировать новые [19].

В аспекте ТрЭЭ этой категории пациентов встает вопрос, какие электроды предпочтительно имплантировать детям эндокардиально при невозможности эпикардиальной стимуляции. В начале 2000-х годов для имплантации детям был предложен электрод 3830 SelectSecure (Medtronic, США) диаметром 4,1 Fr. Внутренний проводник электрода сделан по типу многожильного кабеля, что обеспечивает высокую прочность на растяжение [20]. Электрод имплантируется с использованием управляемого или сформированного интродьюсера. Конструкция электрода влияет на особенности его экстракции - использование запирающих стилетов невозможно. Необходимо либо использовать устройства для удлинения (Bulldog, COOK, в РФ не зарегистрировано), либо фиксировать и удлинять электрод прочными лигатурами [21].

E.Shepherd et al показали, что 9 из 22 (41%) электродов 3830 можно было удалить только с помощью мануальной тракции, по сравнению с 2 из 35 (6%)

обычных электродов. Все оставшиеся электроды были успешно удалены с помощью механических инструментов для ТрЭЭ [22]. J.Garnreiter et al. (2015) также сообщают о 6-летнем опыте использования электродов 3830 у детей с врожденными пороками сердца. Среднее время наблюдения - 2 года, удаление потребовалось 11 из 198 электродов (6%). Семь электродов были старше 1 года, а пять из них были старше 2 лет. Все электроды были успешно удалены только мануальной тракцией, с отсутствием осложнений [23]. Мы удалили 5 электродов 3830 SelectSecure (Medtronic, США). Электроды удалось удалить полностью и без осложнений.

Возможно, в будущем, разработанные шкалы рисков ТрЭЭ помогут принимать решения о тактике лечения неинфекционных осложнений у детей [24, 25] При невысоких рисках будет приниматься решение об удалении электродов, при высоких и очень высоких рисках можно будет рассмотреть тактику добавления новых электродов без удаления старых. У всех наших пациентов риск ТрЭЭ по шкале EROS был низкий, а рассчитанный калькулятором SAFETY - промежуточный.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом удаление электродов у детей - актуальная и нерешенная проблема. Показанием чаще является дисфункция электродов в сочетании с окклюзией вен, через которые электроды имплантированы. ТрЭЭ у детей - более сложное вмешательство чем у взрослых. Однако, в случае имплантации специальных тонких электродов риск вмешательства невысокий. У детей массой менее 15 кг малоинвазивная эпикардиальная имплантация электродов является методом выбора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Shah MJ, Silka MJ, Silva JNA, et al. 2021 PACES Expert Consensus Statement on the Indications and Management of Cardiovascular Implantable Electronic Devices in Pediatric Patients. *Heart Rhythm*. 2021;18(11): 1888-1924. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2021.07.038>.
2. Дамбаев БН, Джаффарова ОЮ, Свинцова ЛИ и др. Современные подходы к электрокардиостимуляции у детей с атриовентрикулярными блокадами: обзор литературы. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. 2020;35(3): 14-31. [Dambaev BN, Dzhaffarova OYu, Svintsova LI, et al. A review of current approaches to pacing in children with atrioventricular blocks. *Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2020;35(3): 14-31 (In Russ.)] <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2020-35-3-14-31>.
3. Ergul Y, Yukcu B, Ozturk E, et al. Evaluation of different lead types and implantation techniques in pediatric populations with permanent pacemakers: single-center with 10 years' experience. *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 2021;44(1): 110-119. <https://doi.org/10.1111/pace.14126>.
4. Figa FH, McCrindle BW, Bigras JL, et al. Risk factors for venous obstruction in children with transvenous pacing leads. *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 1997;20: 1902-1909. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8159.1997.tb03594.x>.
5. Sanjeev S, Karpawich PP. Superior vena cava and innominate vein dimensions in growing children: An aid for interventional devices and transvenous leads. *Pediatric Cardiology*. 2006;27: 414-419. <https://doi.org/10.1007/s00246-006-1133-6>.
6. Bar-Cohen Y, Berul CI, Alexander ME, et al. Age, size, and lead factors alone do not predict venous obstruction in children and young adults with transvenous lead systems. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. 2006;17: 754-759. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.2006.00489.x>.
7. Cooper JM, Stephenson EA, Berul CI, et al. Implantable cardioverter defibrillator lead complications and laser extraction in children and young adults with congenital heart disease: Implications for implantation and management. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. 2003;14: 344-349. <https://doi.org/10.1046/j.1540-8167.2003.02500.x>.
8. Moak JP, Freedenberg V, Ramwell C, et al. Effectiveness of excimer laser-assisted pacing and ICD lead extraction in children and young adults. *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 2006;29: 461-466. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8159.2006.00376.x>.
9. Dilber E, Karagöz T, Celiker A. Lead extraction in children and young adults using different techniques. *Medical*

- Principles and Practice*. 2009;18: 356-359. <https://doi.org/10.1159/000226287>.
10. Cecchin F, Atallah J, Walsh EP, et al. Lead extraction in pediatric and congenital heart disease patients. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*. 2010;3: 437-444. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.110.957324>.
 11. Zartner PA, Wiebe W, Toussaint-Goetz N, et al. Lead removal in young patients in view of lifelong pacing. *Europace*. 2010; 12: 714-718. <https://doi.org/10.1093/europace/euq059>.
 12. Kutarski A, Miszczak-Knecht M, Brzezinska M, et al. Transvenous Lead Extraction in Pediatric Patients - Is It the Same Procedure in Children as in Adults? *Circulation Journal*. 2022 Dec 14 <https://doi.org/10.1253/circj.CJ-22-0542>.
 13. Chan NY, Kwong NP, Cheong AP. Venous access and long-term pacemaker lead failure: comparing contrast-guided axillary vein puncture with subclavian puncture and cephalic cutdown. *Europace* 2017;19: 1193-7. <https://doi.org/10.1093/europace/euw147>.
 14. Джаффарова ОЮ, Свинцова Л., Плотникова ИВ, и др. Постоянная электрокардиостимуляция у детей: результаты многолетнего наблюдения, анализ осложнений. *Вестник аритмологии*. 2022;29(1): 32-38. [Dzhaffarova OYu, Svintsova LI, Plotnikova IV, et al. Permanent pacing in children: results of follow-up, assessment of complications. *Journal of Arrhythmology*. 2022;29(1): 32-38 (In Russ.)] <https://doi.org/10.35336/VA-2022-1-05>.
 15. Singh HR, Batra AS, Balaji S. Pacing in children. *Annals of Pediatric Cardiology*. 2013;6: 46-51. <https://doi.org/10.4103/0974-2069.107234>.
 16. Termosesov S, Kulbachinskaya E, Polyakova E, et al. Video-assisted thoracoscopic pacemaker lead placement in children with atrioventricular block. *Annals of Pediatric Cardiology*. 2021 Jan-Mar;14(1): 67-71. https://doi.org/10.4103/apc.APC_93_20.
 17. Costa R, Silva KRD, Martinelli Filho M, Carrillo R. Minimally Invasive Epicardial Pacemaker Implantation in Neonates with Congenital Heart Block. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2017;109: 331-9. <https://doi.org/10.5935/abc.20170126>.
 18. Pecha S, Burger H, Chung DU, et al. The GermAn Laser Lead Extraction Registry: GALLERY. *Europace*. 2022;0 (June): 1-9; <https://doi.org/10.1093/europace/eaac056>.
 19. McCanta AC, Tanel RE, Gralla J, et al. The fate of nontargeted endocardial leads during the extraction of one or more targeted leads in pediatrics and congenital heart disease. *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 2014;37: 104-108. <https://doi.org/10.1111/pace.12282>.
 20. Доступно по ссылке [Available from]: <https://www.medtronic.com/us-en/healthcare-professionals/products/cardiac-rhythm/pacemakers/surescan-mri-pacing-leads/selectsecure-mri-surescan-model-3830.html>].
 21. Krainski F, Miller JP, Pretorius V, et al. What goes in may need to come out: Considerations in the extraction of a lumenless, fixed-screw permanent pacemaker lead. *Heart Rhythm* O2. 2020;1(2): 160-163. <https://doi.org/10.1016/j.hroo.2020.04.007>.
 22. Shepherd E, Stuart G, Martin R, et al. Extraction of SelectSecure leads compared to conventional pacing leads in patients with congenital heart disease and congenital atrioventricular block. *Heart Rhythm*. 2015 Jun;12(6): 1227-32. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2015.03.004>.
 23. Garnreiter J, Whitaker P, Pilcher T, et al. Lumenless pacing leads: performance and extraction in pediatrics and congenital heart disease. *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 2015 Jan;38(1): 42-7. <https://doi.org/10.1111/pace.12508>.
 24. Sidhu BS, Ayis S, Gould J, et al. Risk stratification of patients undergoing transvenous lead extraction with the ELECTRa Registry Outcome Score (EROS): An ESC EHRA EORP European lead extraction ConTrolled ELECTRa registry analysis. *Europace*. 2021;23: 1462-1471. <https://doi.org/10.1093/europace/eaub037>.
 25. Jacheć W, Polewczyk A, Polewczyk M, et al. Transvenous lead extraction SAFeTY score for risk stratification and proper patient selection for removal procedures using mechanical tools. *Journal of Clinical Medicine*. 2020;9(2): 361. <https://doi.org/10.3390/jcm902036>.