

## Удаление электродов имплантированных систем. Состояние проблемы

### Для корреспонденции:

Алексей Алексеевич Куликов,  
[zeart@mail.ru](mailto:zeart@mail.ru)

Поступила в редакцию 17 мая 2019 г.

Исправлена 12 декабря 2019 г.

Принята к печати 13 декабря 2019 г.

### Цитировать:

Сапельников О.В., Куликов А.А.,  
Черкашин Д.И., Гришин И.Р.,  
Николаева О.А., Ардус Д.Ф.,  
Ширяев А.А., Акчурин Р.С.

Удаление электродов имплантированных систем. Состояние проблемы.

*Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2019;23(4):47-52. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2019-4-47-52>

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

© О.В. Сапельников, А.А. Куликов, Д.И. Черкашин, И.Р. Гришин, О.А. Николаева, Д.Ф. Ардус, А.А. Ширяев, Р.С. Акчурин, 2019. Статья открытого доступа, распространяется по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**О.В. Сапельников, А.А. Куликов, Д.И. Черкашин, И.Р. Гришин, О.А. Николаева, Д.Ф. Ардус, А.А. Ширяев, Р.С. Акчурин**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

Расширение показаний к имплантируемым устройствам привело к увеличению числа имплантаций и процента осложнений во всем мире. Так продолжалось до 1980 г., когда впервые были предприняты попытки разработать методы удаления проблемных электродов и устройств. В настоящее время выполняется в среднем от 10 до 15 тыс. экстракций по всему миру каждый год. Улучшение дизайна и производительности электродов были целью значительных научных и инженерных усилий, но они по-прежнему периодически выходят из строя и потенциально приводят к неблагоприятным клиническим исходам. Предпочтительной методикой является трансвенозная экстракция, и за несколько последних десятилетий ее эффективность была существенным образом усовершенствована. Тем не менее процедура экстракции по-прежнему сопряжена со значительным риском, и это следует учитывать, принимая решение о ее проведении. Данный обзор посвящен обсуждению проблем, связанных с поиском путей уменьшения риска экстракции электродов, и выявлению точных показаний к удалению электродов эндокардиальных систем.

**Ключевые слова:** имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор; имплантируемое устройство; электрокардиостимулятор; экстракция электродов

### Введение

За последние 60 лет имплантируемые устройства стали обязательной методикой лечения сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов с нарушениями ритма сердца: брадикардией, тахикардией и хронической сердечной недостаточностью. Хотя последние технологические достижения обещают снизить или даже устранить потребность в имплантации трансвенозных или эпикардиальных электродов для имплантируемых систем, адекватный контроль состояния электродов остается критически важным по ряду причин. Согласно последним оценкам, ежегод-

но во всем мире имплантируется 1,2–1,4 млн устройств (MedMarket Diligence LLC Report C500). Вопросы о необходимости их удаления возникают в нескольких ситуациях, в том числе когда электрод перестает корректно функционировать и его наличие препятствует оптимальному лечению пациента, либо развиваются инфекционные осложнения, связанные с имплантированным устройством [1, 2].

В России ежегодно имплантируется чуть более 40 тыс. устройств, а общее количество пациентов с такими устройствами приближается к 1 млн (достоверная статистика отсутствует). Из

них требует удаления до 5% от общего количества электродов. По данным регистра ELECTRA, более половины всех экстракций происходит по инфекционным причинам [3]. К сожалению, в Российской Федерации данный вид помощи практически отсутствует, и пациенты не могут получить своевременно квалифицированную медицинскую помощь, попадая в профильное учреждение с серьезными осложнениями, имея в конечном счете неблагоприятный прогноз. Одним из решений проблемы является то, что экстракция электродов должна выполняться в специализированных крупных центрах с большим объемом вмешательств при кардиохирургической и анестезиологической поддержке, а процедура имеет специальную статью расходов и источник финансирования.

Целью нашего обзора является разработка подходов к созданию алгоритма обоснованного ведения пациентов с имплантируемыми электродами, включающего показания для их удаления, пути уменьшения связанного с этим риска и типы применяемых электродов.

#### **Показания для удаления электродов**

Актуальные показания для экстракции электродов сформулированы в 2017 г. Обществом ритма сердца (Heart Rhythm Society's expert consensus) [1]. Основу подхода составляет тщательная оценка соотношений риска и пользы вмешательства.

К I классу относятся инфекционный процесс, хронический болевой синдром, тромбоз или стеноз вен и жизнеугрожающие нарушения ритма сердца, связанные с электродами. Около 60% экстракций выполняются по причине инфекционных процессов. Частота развития инфекций выше после замены электрокардиостимулятора (ЭКС) (6,5%), чем после первичной имплантации (1,4%), 25% инфекций развиваются в первый месяц, 33% — позже (29–364 дней) и 42% — отложенные, в период больше года [4–6].

#### **Особенности поломок электродов имплантированных систем**

Целостность и надежность электродов имплантируемых устройств имеют решающее значение для правильного функционирования и способ-

ности обеспечивать жизненно необходимую терапию. Электроды должны быть устойчивы к агрессивной внутренней биологической среде человека и сохранять электрическую целостность и химическую стабильность при длительном многократном механическом напряжении с миллионами сердечных циклов в течение каждого года. Таким образом, улучшение дизайна и производительности электродов были целью значительных научных и инженерных усилий в последние десятилетия, но они по-прежнему время от времени выходят из строя, потенциально приводя к неблагоприятным клиническим исходам [7–9].

Многочисленные исследования посвящены частоте отказов имплантированных электродов и вариантам их дисфункции [3–10]. Результаты исследований свидетельствуют о различной частоте дисфункции электродов, причем некоторые типы электродов более склонны к поломкам, а определенные группы пациентов более уязвимы для таких эпизодов [3]. Сравнения частоты отказов в широком диапазоне производителей и различных типов конструкции электродов усложняются серьезными отличиями в определениях и дизайне исследований, характеристиках пациентов, особенностях венозного доступа и техник имплантации, длительности наблюдения, методах, применяемых для выявления дисфункции, и, самое главное, структурных особенностях электродов.

Отказ электрода может представлять собой поломку любого компонента, включая изоляцию, проводники, разъемы, клеммы и катушки. Клинические последствия зависят от характера поломки и могут привести к неспособности системы обеспечивать соответствующую терапию или неадекватной и потенциально вредной терапии.

Отчеты производителей имплантируемых устройств говорят, что вероятность сохранения целостности большинства электродов у взрослых пациентов составляет от 92 до 99% в течение 5 лет после имплантации [11–15]. Интерпретация этих оценок потенциально ограничена занижением отчетов об ошибках, отсутствием единых определений, надеждой на самоконтроль со стороны пациентов и недостаточным периодом наблюдения.

Электроды ЭКС продемонстрировали лучшую общую стабильность, чем электроды имплантируемых кардиовертеров-дефибрилляторов (ИКД), видимо, за счет более простой конструкции и меньшего количества компонентов, что снижает риск дисфункции. Согласно данным датского регистра ЭКС (Danish Pacemaker Register), в 2006 г. десятилетняя продолжительность функционирования для однополярного и биполярного электрода ЭКС составила 96,5 и 97,8% соответственно, а качество производства электродов улучшилось с течением времени [1]. По исследованиям прошлого десятилетия выявлены более низкие показатели для ИКД: от 91 до 99% через 2 года, от 85 до 95% через 5 лет и от 60 до 72% к 8 годам [16–24]. Однако многие из этих исследований включали электроды с заведомо недопустимо высоким уровнем отказов или даже электроды, уже подвергавшиеся отзывам компаниями-производителями (Sprint Fidelis [Medtronic] и Riata [Abbott]) [5].

Четырьмя наиболее часто имплантируемыми группами электродов ИКД являются Endotak Reliance (Boston Scientific, Мишен-Вьехо, США), Sprint Quattro (Medtronic, Миннеаполис, США), Protego (Biotronik, Берлин, Германия), и 7F Durata (Abbott, Санта-Клара, США). В недавнем метаанализе из 17 исследований, в который вошли 49 871 пациент, вероятность годовой поломки составляла 0,29% для Quattro, 0,36% для Endotak Reliance и 0,45% для Durata [10]. Длительность последующего наблюдения в исследованиях, включенных в этот метаанализ, была 2–3 года, и ни в одном среднем периоде наблюдения не был более 6 лет. Необходимы дальнейшие исследования для оценки долгосрочной эффективности имплантируемых электродов. Также отказ электродов может быть более вероятным у детей из-за соматического роста и высокого уровня физической активности [25, 26].

#### **Структура показаний к удалению электродов эндокардиальных систем**

В крупных европейских центрах основным показанием к экстракции электродов являются инфекционные осложнения. Тем не менее около 20% клиник выполняют более 50% экстракций по поводу дисфункции электрода. Результаты швед-

ского исследования показали, что механическая дисфункция выявляется в 0,7% случаев у электродов ЭКС и в 1,5% у электродов ИКД [27]. До 0,2% имплантаций ЭКС и 0,1% имплантаций ИКД осложняются клинически выраженным тромбозом подключичной вены [28].

По данным Европейской ассоциации аритмологов (англ. European Heart Rhythm Association, EHRA), в 39% центров неинфицированные электроды удаляют методом простой тракции. Выявлено максимальное количество имплантируемых электродов: в случае верхней полой вены у пациентов старшей возрастной группы до 7 (5% центров), у средней возрастной группы — до 6 (6% центров); в случае подключичной вены у пациентов старшей возрастной группы — до 6 (3% центров), у средней возрастной группы — до 6 (3% центров) [29].

#### **Проблемы**

Часто пациентов с явной инфекцией имплантируемого устройства, то есть с показаниями для экстракции, длительное время лечат медикаментозно, тем самым усугубляя состояние больного и его прогноз. Особенно это касается стимулятор-зависимых пациентов, когда удаление системы должно сопровождаться обязательной имплантацией с контралатеральной стороны. Назначение длительной медикаментозной терапии объясняется еще и тем, что кардиохирургические и аритмологические стационары не хотят госпитализировать больных с инфекцией, а специализированные гнойные отделения не имеют опыта и возможности ведения данной группы пациентов.

Другая группа проблем связана с риском массивного кровотечения во время экстракции. Следовательно, экстракцией электродов должны заниматься только крупные центры, в арсенале которых не только бригада кардиохирургов, готовых в любой момент выполнить стернотомию, но и специальный набор эндоваскулярных инструментов для удаления электродов и закрытия возможного источника кровотечения изнутри. Тем более, по данным крупного регистра ELECTRa, риск смерти после экстракции напрямую зависит от объема вмешательств.

Третья группа проблем связана с необходимостью дорогостоящих приспособлений и дополни-

тельных расходных материалов для экстракции электродов, поскольку известно, что далеко не все электроды можно удалить методом простой тракции.

И наконец, четвертая группа проблем обусловлена отсутствием четкого протокола действий хирурга при деимплантации системы, развитии фатального осложнения, а также послеоперационного ведения. Следовательно, экстракция электродов должна выполняться в специализированных крупных центрах с большим объемом вмешательств, при кардиохирургической и анестезиологической поддержке и иметь специальную статью расходов и источник финансирования.

### Заключение

Расширение спектра показаний для имплантируемых устройств привело к экспоненциальному росту числа имплантаций с последующим увеличением количества осложнений. Хотя и существуют абсолютные показания для экстракции электродов, корректная тактика в случае неисправных или избыточных электродов может быть неочевидна.

Для принятия решений в этих случаях необходима индивидуальная оценка риска каждого интервенционного подхода. Хотя процент процедурных осложнений при экстракции электродов резко снизился за последние несколько десятилетий, риск заболеваемости и смертности пациентов по-прежнему значительный. В свою очередь, отказ от экстракции подвергает пациента недопустимо высокой вероятности будущих инфекций, даже без учета других осложнений. Необходимы тщательные исследования, чтобы определить клиническую тактику и выработать стандартизированный подход при ведении данной категории больных.

### Список литературы / References

1. Wilkoff B.L., Love C.J., Byrd C.L., Bongiorno M.G., Carrillo R.G., Crossley G.H. 3rd, Epstein L.M., Friedman R.A., Kennergren C.E., Mitkowski P., Schaerf R.H., Wazni O.M., Heart Rhythm Society; American Heart Association. Transvenous lead extraction: Heart Rhythm Society expert consensus on facilities, training, indications, and patient management: this document was endorsed by the American Heart Association (AHA). *Heart Rhythm*. 2009;6(7):1085-104. PMID: 19560098. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2009.05.020>
2. Halperin J.L., Levine G.N., Al-Khatib S.M., Birtcher K.K., Bozkurt B., Brindis R.G., Cigarroa J.E., Curtis L.H., Fleisher L.A., Gentile F., Gidding S., Hlatky M.A., Ikonomidis J., Joglar J., Pressler S.J., Wijeyesundera D.N. Further evolution of the ACC/AHA Clinical Practice Guideline Recommendation Classification System: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2016;67(13):1572-4. PMID: 26409257. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.09.001>
3. Providencia R., Kramer D.B., Pimenta D., Babu G.G., Hatfield L.A., Ioannou A., Novak J., Hauser R.G., Lambiase P.D. Transvenous implantable cardioverter-defibrillator (ICD) lead performance: a meta-analysis of observational studies. *J Am Heart Assoc*. 2015;4(11):e002418. PMID: 26518666, PMCID: PMC4845221. <https://doi.org/10.1161/JAHA.115.002418>
4. de Voogt W.G. Pacemaker leads: performance and progress. *Am J Cardiol*. 1999;83(5B):187D-191D. PMID: 10089864. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(98\)01022-4](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(98)01022-4)
5. Kron J., Herre J., Renfro E.G., Rizo-Patron C., Raitt M., Halperin B., Gold M., Goldner B., Wathen M., Wilkoff B., Olarte A., Yao Q. Lead- and device-related complications in the antiarrhythmic versus implantable defibrillators trial. *Am Heart J*. 2001;141(1):92-8. PMID: 11136492. <https://doi.org/10.1067/mhj.2001.111261>
6. Eckstein J., Koller M.T., Zabel M., Kalusche D., Schaer B.A., Osswald S., Sticherling C. Necessity for surgical revision of defibrillator leads implanted long-term: causes and management. *Circulation*. 2008;117(21):2727-33. PMID: 18490526. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.740670>
7. Kleemann T., Becker T., Doenges K., Vater M., Senges J., Schneider S., Saggau W., Weisse U., Seidl K. Annual rate of transvenous defibrillation lead defects in implantable cardioverter-defibrillators over a period of >10 years. *Circulation*. 2007;115(19):2474-80. PMID: 17470696. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.663807>
8. Hauser R.G., Kallinen L.M., Almquist A.K., Gornick C.C., Katsiyannis W.T. Early failure of a small-diameter high-voltage implantable cardioverter-defibrillator lead. *Heart Rhythm*. 2007;4(7):892-896. PMID: 17599673. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2007.03.041>
9. Kallinen L.M., Hauser R.G., Lee K.W., Almquist A.K., Katsiyannis W.T., Tang C.Y., Melby D.P., Gornick C.C. Failure of impedance monitoring to prevent adverse clinical events caused by fracture of a recalled high-voltage implantable cardioverter-defibrillator lead. *Heart Rhythm*. 2008;5(6):775-9. PMID: 18534361. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2008.02.039>
10. van Rees J.B., van Welses G.H., Borleffs C.J.W., Thijssen J., van der Velde E.T., van der Wall E.E., van Erven L., Schalij M.J. Update on small-diameter implantable cardioverter-defibrillator leads performance. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2012;35(6):652-8. PMID: 22352338. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8159.2011.03338.x>
11. *Biotronik Cardiac Rhythm Management Product Performance Report*. January 2016. Режим доступа: [https://biotronik.cdn.mediamid.com/cdn\\_bio\\_doc/bio24356/19113/bio24356.pdf](https://biotronik.cdn.mediamid.com/cdn_bio_doc/bio24356/19113/bio24356.pdf). Дата обращения: 07.08.2016 г. [Available from [https://biotronik.cdn.mediamid.com/cdn\\_bio\\_doc/bio24356/19113/bio24356.pdf](https://biotronik.cdn.mediamid.com/cdn_bio_doc/bio24356/19113/bio24356.pdf). Accessed 2016 August 7]
12. *Boston Scientific Rhythm Management Product Performance Report 2016, Q2 Edition*. Режим доступа: <http://www>

- [bostonscientific.com/content/dam/bostonscientific/quality/ppr/2016/Q2/Product%20Performance%20Report%20Q2%202016%20Rev%20B.pdf](http://bostonscientific.com/content/dam/bostonscientific/quality/ppr/2016/Q2/Product%20Performance%20Report%20Q2%202016%20Rev%20B.pdf). Дата обращения: 07.08.2016 г. [Available from <http://www.bostonscientific.com/content/dam/bostonscientific/quality/ppr/2016/Q2/Product%20Performance%20Report%20Q2%202016%20Rev%20B.pdf>. Accessed 2016 August 7]
13. *Medtronic Cardiac Rhythm and Heart Failure Product Performance Report 2016, First Edition*. Режим доступа: <http://www.medtronic.com/productperformance-files/Issue%2074%20MDT%20CRHF%20PPR%202016%201st%20Edition.pdf>. Дата обращения: 07.08.2016 г. [Available from <http://www.medtronic.com/productperformance-files/Issue%2074%20MDT%20CRHF%20PPR%202016%201st%20Edition.pdf>. Accessed 2016 August 7]
  14. *Sorin Group Cardiac Rhythm Management Product Performance Report May 2016*. Режим доступа: <http://www.livanova.sorin.com/file/download-5265.action>. Дата обращения: 07.08.2016 г. [Available from <http://www.livanova.sorin.com/file/download-5265.action>. Accessed 2016 August 7]
  15. *St. Jude Medical Implantable Electronic Systems Product Performance Report 2016, First Edition*. Режим доступа: [https://www.sjm.com/w/media/galaxy/hcp/resources-reimbursement/technical-resources/product-performance-reports/2016\\_1sted\\_05052016\\_b.pdf](https://www.sjm.com/w/media/galaxy/hcp/resources-reimbursement/technical-resources/product-performance-reports/2016_1sted_05052016_b.pdf). Дата обращения: 07.08.2016 г. [Available from [https://www.sjm.com/w/media/galaxy/hcp/resources-reimbursement/technical-resources/product-performance-reports/2016\\_1sted\\_05052016\\_b.pdf](https://www.sjm.com/w/media/galaxy/hcp/resources-reimbursement/technical-resources/product-performance-reports/2016_1sted_05052016_b.pdf). Accessed August 7]
  16. Kramer D.B., Hatfield L.A., McGriff D., Ellis C.R., Gura M.T., Samuel M., Retel L.K., Hauser R.G. Transvenous implantable cardioverter-defibrillator lead reliability: implications for postmarket surveillance. *J Am Heart Assoc*. 2015;4(6):e001672. PMID: 26025935, PMCID: PMC4599526. <https://doi.org/10.1161/JAHA.114.001672>
  17. Tzogias L., Bellavia D., Sharma S., Donohue T.J., Schoenfeld M.H. Natural history of the Sprint Fidelis lead: survival analysis from a large single-center study. *J Interv Card Electrophysiol*. 2012;34(1):37-44. PMID: 22314669. <https://doi.org/10.1007/s10840-011-9647-0>
  18. Ellenbogen K.A., Gunderson B.D., Stromberg K.D., Swerdlow C.D. Performance of Lead Integrity Alert to assist in the clinical diagnosis of implantable cardioverter defibrillator lead failures: analysis of different implantable cardioverter defibrillator leads. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2013;6(6):1169-77. PMID: 24099976. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.113.000744>
  19. Janson C.M., Patel A.R., Bonney W.J., Smoots K., Shah M.J. Implantable cardioverter-defibrillator lead failure in children and young adults: a matter of lead diameter or lead design? *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(2):133-40. PMID: 24140671. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.09.033>
  20. Hauser R.G., Maron B.J., Marine J.E., Lampert R., Kadish A.H., Winters S.L., Scher D.L., Biria M., Kalia A. Safety and efficacy of transvenous high-voltage implantable cardioverter-defibrillator leads in high-risk hypertrophic cardiomyopathy patients. *Heart Rhythm*. 2008;5(11):1517-22. PMID: 18984525. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2008.08.021>
  21. Borleffs C.J.W., van Erven L., van Bommel R.J., van der Velde E.T., van der Wall E.E., Bax J.J., Rosendaal F.R., Schalij M.J. Risk of failure of transvenous implantable cardioverter-defibrillator leads. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2009;2(4):411-6. PMID: 19808497. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.108.834093>
  22. Hauser R.G., Hayes D.L. Increasing hazard of Sprint Fidelis implantable cardioverter-defibrillator lead failure. *Heart Rhythm*. 2009;6(5):605-10. PMID: 19285920. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2009.02.024>
  23. Sung R.K., Massie B.M., Varosy P.D., Moore H., Rumsfeld J., Lee B.K., Keung E. Long-term electrical survival analysis of Riata and Riata ST silicone leads: National Veterans Affairs experience. *Heart Rhythm*. 2012;9(12):1954-61. PMID: 22871583. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2012.08.006>
  24. Faulkner B.A., Traub D.M., Aktas M.K., Aguila A., Rosero S., Daubert J.P., Hall B., Shah A., Taylor S., McNitt S., Moss A.J., Zareba W., Huang DT. Time-dependent risk of Fidelis lead failure. *Am J Cardiol*. 2010;105(1):95-9. PMID: 20102898. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2009.08.655>
  25. Berul C.I., Van Hare G., Kertesz N.J., Dubin A.M., Cecchin F., Collins K.K., Cannon B.C., Alexander M.E., Triedman J.K., Walsh E.P., Friedman R.A. Results of a multicenter retrospective implantable cardioverter defibrillator registry of pediatric and congenital heart disease patients. *J Am Coll Cardiol*. 2008;51(17):1685-91. PMID: 18436121. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2008.01.033>
  26. Atallah J., Erickson C.C., Cecchin F., Dubin A.M., Law I.H., Cohen M.J., Lapage M.J., Cannon B.C., Chun T.U., Freedberg V., Gierdalski M., Berul C.I.; Pediatric and Congenital Electrophysiology Society (PACES). A multi-institutional study of implantable defibrillator lead performance in children and young adults: Results of the pediatric lead extractability and survival evaluation (PLEASE) study. *Circulation*. 2013;127(24):2393-402. PMID: 23694966. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.112.001120>
  27. Gadler F, Valzania C, Linde C. Current use of implantable electrical devices in Sweden: data from the Swedish pacemaker and implantable cardioverter-defibrillator registry. *Europace*. 2015;17(1):69-77. PMID: 25336667. <https://doi.org/10.1093/europace/euu233>
  28. Li X., Ze F., Wang L., Li D., Duan J., Guo F., Yuan C., Li Y., Guo J. Prevalence of venous occlusion in patients referred for lead extraction: implications for tool selection. *Europace*. 2014;16(12):1795-9. PMID: 24948591. <https://doi.org/10.1093/europace/euu124>
  29. Bongiorno M.G., Dagres N., Estner H., Pison L., Todd D., Blomstrom-Lundqvist C.; Scientific Initiative Committee, European Heart Rhythm Association. Management of malfunctioning and recalled pacemaker and defibrillator leads: results of the European Heart Rhythm Association survey. *Europace*. 2014;16(11):1674-8. PMID: 25344962. <https://doi.org/10.1093/europace/euu302>

## Removal of electrodes of implanted systems. The state of the problem

**Oleg V. Sapelnikov, Aleksei A. Kulikov, Dmitrii I. Cherkashin, Igor R. Grishin, Olga A. Nikolaeva, Darin F. Arduş, Andrey A. Shiryayev, Renat S. Akchurin**

National Medical Research Center of Cardiology, Moscow, Russian Federation

**Corresponding author.** Aleksei A. Kulikov, [zeart@mail.ru](mailto:zeart@mail.ru)

The increase in indications for cardiac implantable devices had led to an increase in the number of device implantations worldwide, with a corresponding increase in the incidence of complications. Finally, in 1980, the development of methods for removing problematic leads and devices were first attempted. Currently, an average of 10,000–15,000 extractions/year are performed worldwide. Improving the design and technical performance of device leads has been the goal of several scientific and engineering efforts; however, they occasionally continue to fail, potentially leading to adverse clinical outcomes. The preferred technique is transvenous lead extraction, and over the past few decades, its effectiveness has substantially improved. Nevertheless, the extraction procedure is associated with high risks, and these risks should be considered when deciding on the procedure. The present review discusses the issues associated with determining appropriate strategies to reduce the risks associated with lead extraction and identifying accurate indicators for the removal of cardiac implantable device leads.

**Key words:** cardiac implantable device; electrocardiostimulator; electrode extraction; implantable cardioverter-defibrillator

Received 17 May 2019. Revised 12 December 2019. Accepted 13 December 2019.

**Funding:** The study did not have sponsorship.

**Conflict of interest:** Authors declare no conflict of interest.

**Copyright:** © 2019 Sapelnikov et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**How to cite:** Sapelnikov O.V., Kulikov A.A., Cherkashin D.I., Grishin I.R., Nikolaeva O.A., Arduş D.F., Shiryayev A.A., Akchurin R.S. Removal of electrodes of implanted systems. The state of the problem. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2019;23(4):47-52. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2019-3-47-52> (In Russ.)