УДК 616.12-089.843-06

DOI: 10.15275/annaritmol.2024.2.3

ПЕРЕЛОМ ДВУХ ЭНДОКАРДИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ЧЕРЕЗ ГОД ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ

Тип статьи: клинический случай

Г.А. Громыко, В.Н. Смирнов, Л.Г. Чавушян, А.Н. Лищук

Медицинский институт непрерывного образования ФГБОУ ВО «Росбиотех», Волоколамское шоссе, 11, Москва, 125080, Российская Федерация

Громыко Григорий Алексеевич, канд. мед. наук, сердечно-сосудистый хирург;
orcid.org/0000-0002-7942-9795
Смирнов Василий Николаевич, сердечно-сосудистый хирург;
orcid.org/0000-0002-3314-0486, e-mail: osiber82@gmail.com
Чавушян Левон Гамлетович, сердечно-сосудистый хирург;
orcid.org/0000-0002-6220-4493
Лищук Александр Николаевич, д-р мед. наук, профессор, сердечно-сосудистый хирург;
orcid.org/0000-0003-0285-5486

Представлен клинический случай ранней диагностики дисфункции эндокардиальных электродов и их успешного удаления через год после имплантации.
Имплантирован двухкамерный электрокардиостимулятор (ЭКС) в 2020 г. по экстренным показаниям в связи с АВ-блокадой 2-й степени Мобитц II, транзиторной АВ-блокадой 3-й степени, синкопальными состояниями. Использовался подключичный доступ с однократной пункцией v.Subclavia sin. Имплантированы желудочковый и предсердный электроды активной фиксации. При плановой проверке через год после имплантации, в ходе которой в статистике аппарата в разделе тахиаритмий были выявлены эпизоды эндограммы с множественными артефактами и шумовыми помехами. Значения импеданса и порогов стимуляции – в пределах нормальных значений. При ревизии системы ЭКС была произведена эксплантация электродов методикой простой прямой тракции. После экстракции обнаружены нарушение изоляции и перелом обоих электродов в области их расположения между ключицей и I ребром, что соответствует синдрому сдавления ключицей. Для имплантации новых эндокардиальных электродов использовался доступ через v.Cephalica sin. Интраоперационно навязан ритм наружного аппарата ЭКС. При дальнейшем динамическом наблюдении пациента нарушений в работе постоянного ЭКС не зафиксировано.

Ключевые слова: постоянный электрокардиостимулятор, дисфункция электродов, эндокардиальные электроды, синдром сдавления ключицей, удаление эндокардиальных электродов

FRACTURE OF TWO ENDOCARDIAL ELECTRODES ONE YEAR AFTER IMPLANTATION

G.A. Gromyko, V.N. Smirnov, L.G. Chavushyan, A.N. Lischuk

Medical Institute of Continuing Education Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)”, Moscow, 125080, Russian Federation

Grigory A. Gromyko, Cand. Med. Sci., Cardiovascular Surgeon;
orcid.org/0000-0002-7942-9795
Vasily N. Smirnov, Cardiovascular Surgeon;
orcid.org/0000-0002-3314-0486, e-mail: osiber82@gmail.com
Levon H. Chavushyan, Cardiovascular Surgeon;
orcid.org/0000-0002-6220-4493
Alexander N. Lischuk, Dr. Med. Sci., Professor, Cardiovascular Surgeon;
orcid.org/0000-0003-0285-5486

A clinical case of early diagnosis of dysfunction of endocardial leads and their successful removal a year after implantation is presented.

A two-chamber pacemaker was implanted in 2020 for emergency indications in connection with AV blockade of the 2nd degree of Mobitz II, transient AV blockade of the 3rd degree, syncopal conditions. Subclavian access with a single puncture v.Subclavia sin was used. Ventricular and atrial electrodes of active fixation were implanted. During a routine check a year after implantation, during which endogram episodes with multiple artifacts and noise interference were detected in the device statistics in the tachyarrhythmia section. The values of the impedance and stimulation thresholds are within normal values. During the revision of the pacemaker system, the electrodes were explanted using a simple direct traction technique. After extraction, a violation of the insulation and a fracture of both electrodes were found in the area of their location between the clavicle and the I rib, which corresponds to the syndrome of compression of the clavicle. Access via v was used to implant new endocardial electrodes. Cephalica sin. Intraoperatively, the rhythm of the external pacemaker apparatus is imposed. With further dynamic observation of the patient, there were no violations in the work of the pacemaker.

Keywords: permanent pacemaker, lead dysfunction, endocardial leads, Subclavian Crush Syndrome, removal of endocardial leads

Введение

С ростом средней продолжительности жизни выросло и количество проводимых по всему миру операций по имплантации систем постоянной электрокардиостимуляции (ПЭКС) [1, 2]. Дегенерация проводящей системы сердца и изменения межклеточной проводимости могут быть проявлениями сердечной патологии или некардиальных заболеваний и наиболее распространены у пожилых пациентов [3]. Поэтому большая часть брадикардий, требующих постоянной электрокардиостимуляции, наблюдается у пожилых людей, причем более 80% кардиостимуляторов имплантируют пациентам старше 65 лет [1, 3]. По оценкам специалистов, число пациентов во всем мире, которым имплантируют кардиостимуляторы, неуклонно растет и уже превышает 1 млн человек в год [1].

Одним из возможных осложнений электрокардиостимуляции с использованием эндокардиальных электродов является перелом электродов, вследствие чего наступает дисфункция системы ПЭКС. Частота данного осложнения достигает 1–5,9% [1, 4]. Синдром сдавления ключицей (subclavian crush syndrome) связан с компрессией электродов между ключицей и первым ребром пациента, хорошо изучен и является частой причиной дисфункции эндокардиальных электродов [5–7]. Заподозрить перелом электродов позволяют изменения импеданса электродов, порогов стимуляции, нарушения чувствительности, наличие неэффективной стимуляции на ЭКГ, рентгенографические признаки [3]. Динамическое наблюдение позволяет выявлять нарушения в работе электрокардиостимулятора до наступления полной дисфункции системы.

Описание случая

Представляем описание клинического случая диагностики дисфункции эндокардиальных электродов и их успешного удаления через год после имплантации.

Пациенту Б., 69 лет, имплантирован двухкамерный электрокардиостимулятор в 2020 г. по экстренным показаниям в связи с атриовентрикулярной (АВ) блокадой 2-й степени – тип Мобитц II, транзиторной АВ-блокадой 3-й степени, синкопальными состояниями. Также у пациента диагностирована пароксизмальная форма фибрилляции предсердий. На момент операции отмечен ритм фибрилляции предсердий. Использовали подключичный доступ с однократной пункцией *v.Subclavia sin*. Ложе ЭКС сформировано в подкожной клетчатке под фасцией. Имплантированы желудочковый и предсердный электроды активной фиксации «Solia S60», «Solia S53» с силиконовым и полиуретановым покрытием, последние позиционированы в области нижней трети межжелудочковой перегородки правого желудочка и в ушко правого предсердия. Электроды фиксированы муфтами из силиконового каучука. Интраоперационно навязан ритм наружного аппарата ЭКС и определены параметры: для желудочкового канала порог стимуляции 1,2 В, R-волна составила 7,4 мВ, импеданс 600 Ом; для предсердного канала порог не определялся, P-волна составила 1,0 мВ, импеданс 800 Ом. ЭКС запрограммирован в работу в режиме DDD с базовой частотой 60 уд/мин автоматическим определением порогов стимуляции, длительностью импульса 0,4 мс, установлена биполярная стимуляция и чувствительность, определение порога чувствительности установлено в автоматическом режиме.

При плановой проверке через 2 мес после имплантации данных за нарушения в работе ЭКС не было выявлено. Пациент через год после имплантации проходил плановую проверку ЭКС, в ходе которой в статистике аппарата в разделе тахиаритмий были выявлены эпизоды эндограммы с множественными артефактами и шумовыми помехами (рис. 1). Пациент жалоб не предъявлял, принято решение о проведении дообследования. При проведении холтеровского мониторирования электрокардиограммы (ХМ ЭКГ) зарегистрированы эпизоды АВ-блокады 2-й степени 2-го типа с паузами более 3 с, при которых отсутствовала синхронизированная стимуляция (рис. 2). При повторной проверке ЭКС, по данным статистики аппарата, зарегистрированы эпизоды гиперчувствительности электродов по обоим каналам стимуляции, выражающиеся в регистрации несуществующей тахиаритмии. В ответ на регистрацию данных нарушений происходит ингибирование стимуляции по обоим каналам, что приводит к регистрации при ХМ ЭКГ отсутствия артефактов стимуляции и брадисистолии, что свидетельствует о неадекватной работе ЭКС. Отметим, что импеданс и значения порогов стимуляции находились в пределах нормальных значений (рис. 3). Для желудочкового канала порог стимуляции составил 0,6 В, порог чувствительности 8,4 мВ, импеданс 292 Ом, для предсердного

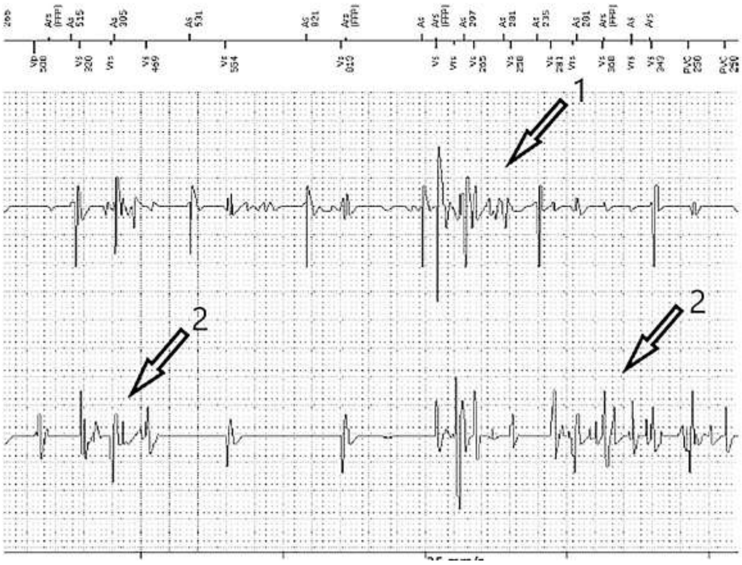

Рис. 1. Пример эндограммы с шумовыми помехами:

1 – по предсердному каналу, 2 – по желудочковому каналу. На эндограмме регистрируются помехи, воспринимаемые ЭКС как спонтанная предсердная и желудочковая активность

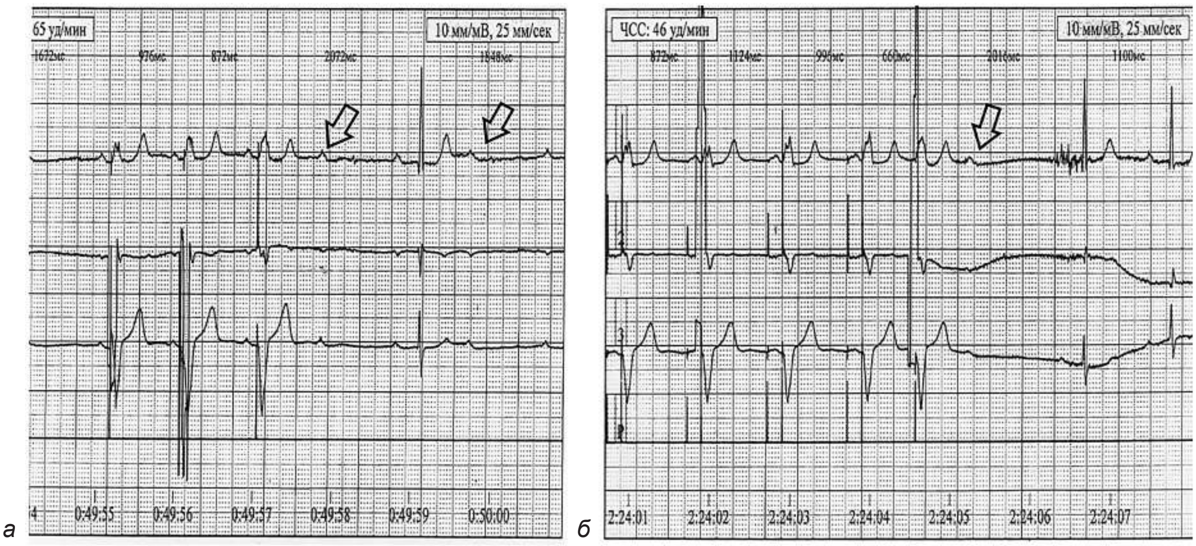

Рис. 2. Суточный мониторинг ЭКГ:

а – первое ХМ ЭКГ, выполненное в плановом порядке; *б* – повторное ХМ ЭКГ после проверки и настройки ЭКС. Зарегистрированные эпизоды полной АВ-блокады, стрелками указаны эпизоды отсутствия синхронизированной желудочковой стимуляции в ответ на предсердную активность.

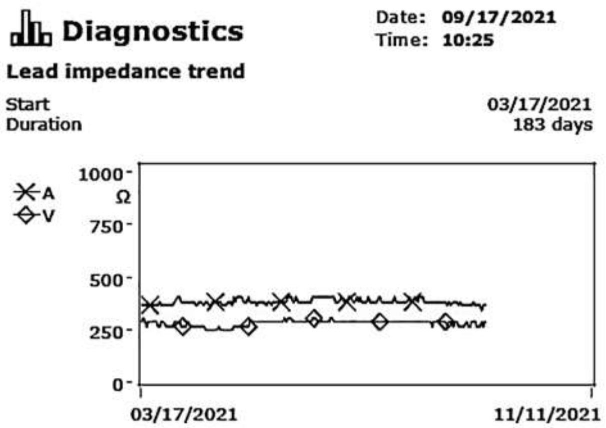

Рис. 3. Статистика изменения импеданса электродов

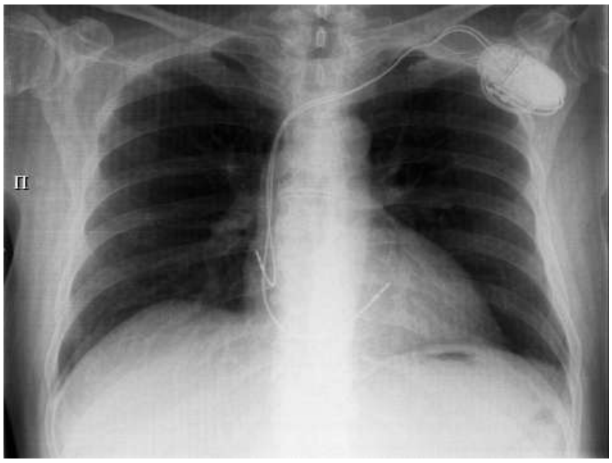

Рис. 4. Рентгенография органов грудной клетки в прямой проекции

канала порог стимуляции составил 0,8 В, порог чувствительности 3,4 мВ, импеданс 370 Ом. Проведены провокационные пробы и пробы с миопотенциальным ингибированием, без регистрации нарушений в работе ЭКС. Проведена коррекция параметров работы ЭКС – в целях безопасности стимуляция и чувствительность изменены с биполярной на монополярную, так как при полном переломе электродов из строя выходит сначала внешняя спираль электрода, а затем только внутренняя, отвечающая за монополярную стимуляцию и чувствительность. Так как установлена монополярная чувствительность, проведены пробы на миопотенциальное ингибирование, в ходе которых не получено ингибирования работы ЭКС в ответ на провокационные пробы.

После этого пациент направлен на проведение рентгенографии и контрольного ХМ ЭКГ. На рентгенограмме отсутствуют признаки перелома электродов (рис. 4). Однако при ХМ ЭКГ сохранялись прежние нарушения в работе ЭКС. При повторной проверке ЭКС также регистрировались эпизоды аномальных шумовых помех в разделе тахиаритмий, отсутствующие по данным ХМ ЭКГ.

Ввиду наличия множественных нарушений воспринимающей функции по обоим электродам, проявляющихся в немотивированном ингибировании стимулирующей функции ЭКС, было заподозрено повреждение обоих эндокардиальных электродов. Было принято решение о ревизии системы ЭКС с имплантацией новых эндокардиальных электродов.

В ходе операции была произведена эксплантация электродов методикой простой прямой тракции [3, 8]. Электроды освобождены от муфт и прямой тракцией, без приложения усилий, выведены из сосудистого русла. После экстракции обнаружены нарушение изоляции и перелом обоих электродов в области их расположения между ключицей и I ребром (рис. 5, 6), что соответствует синдрому сдавления ключицей. Эндокардиальные электроды и все их компоненты удалены. Для имплантации новых эндокардиальных электродов использовали доступ через *v.Cephalica sin*. Имплантированы желудочковый и предсердный электроды активной фиксации «Solia S60», «Solia S53» с силиконовым и полиуретановым покрытием, последние позиционированы в области средней трети межжелудочковой перегородки правого желудочка и в ушко правого предсердия. Электроды фиксированы муфтами из силиконового каучука. Интраоперационно навязан ритм наружного ап-

Рис. 5. Электроды после извлечения:
1 – желудочковый электрод активной фиксации; 2 – предсердный электрод активной фиксации; 3 – дефект электрода

Рис. 6. Место перелома электродов. Отчетливо видны как нарушение изоляции, так и повреждение внешней спирали электродов.
A – предсердный электрод; V – желудочковый электрод

парата ЭКС и определены параметры: для желудочкового канала порог стимуляции 0,3 В, R-волна составила 5,5 мВ, импеданс 770 Ом; для предсердного канала порог 0,8 В, P-волна составила 2,5 мВ, импеданс 650 Ом. ЭКС запрограммирован на работу в режиме DDD с базовой частотой 60 уд/мин, автоматическим определением порогов стимуляции, длительностью импульса 0,4 мс, установлена биполярная стимуляция и чувствительность, определение порога чувствительности установлено в автоматическом режиме. При дальнейшем динамическом наблюдении пациента нарушений в работе ПЭКС не зафиксировано.

Обсуждение

Перелом электродов, вызванный сдавлением в подключичной области, достаточно хорошо изучен. Причиной этого процесса являются сдавление электродов и их трение в области между ключицей и первым ребром. Анатомический механизм данной проблемы был изучен в 1993 г. J.E. Magney et al. [9]. Согласно данному исследованию, повреждение электродов происходит во внесосудистом участке при взаимодействии с мягкими тканями, а именно реберно-ключичной связкой (costoclavicular ligament) и подключичной мышцей (subclavius muscle). Было доказано, что при прохождении электродов через эти образования до входа в сосудистое русло происходит вовлечение электродов в движения плечевого пояса, в ходе которых происходят их сдавливание, ротация и трение о костные структуры.

Наибольшую роль в вопросе профилактики перелома электродов отводят выбору венозного доступа [10]. Выявлено, что большая частота переломов отмечена при пункции *v.Subclavia* в сравнении с пункцией *v.Axillaris* или выделением *v.Cephalica* [10–13]. Во избежание данного осложнения при пункции подключичной вены предпочтение отдается насколько возможно более латеральному доступу.

Особенностью нашего клинического наблюдения является отсутствие при диагностике изменений пороговых значений и импеданса электродов, регистрируемых аппаратом ЭКС, отсутствие рентгенологических признаков перелома электродов. В диагностике при нарушении изоляции мы ожидаем увидеть изменения импеданса. В свою очередь, нарушение целостности внешней спирали электродов должно было привести к повышению порогов биполярной стимуляции. Отсутствие этих проявлений свидетельствует о неполном дефекте электродов у данного пациента. В случае, если бы нами не было принято решение о замене электродов, прогрессирование данного повреждения привело бы к полной дисфункции системы ЭКС, что могло закончиться летальным исходом для нашего пациента.

Согласно имеющимся клиническим рекомендациям [14, 15], в нашей ситуации показания для удаления электродов входят в класс 2а «Удаление эндокардиального электрода может быть рекомендовано в случаях, когда предполагается замена постоянной системы электрокардиостимуляции на МРТ-совместимое устройство» и 2б «Удаление эндокардиального электрода может быть рекомендовано при отсутствии противопоказаний к процедуре» [14]. Данные классы показаний оставляли за нами выбор дальнейшей тактики: удалять эндокардиальные электроды или заглушать и фиксировать в тканях. Однако после удаления мы зафиксировали, что была нарушена изоляция, и внутренние элементы электродов были оголены в сосудистом русле. В случае если данные электроды не были бы удалены, они могли бы послужить причиной тромбообразования в месте контакта оголенных металлических частей в сосудистом русле. Тромбоэмболические осложнения, связанные с электродами, в свою очередь являются показанием к удалению 1 класса [14].

В данном случае мы превентивно удалили электроды для исключения тромбоэмболических осложнений, так как предполагали наличие перелома электродов. В ходе проведения обзора литературы по данной теме мы не нашли описания подобных клинических примеров превентивного удаления электродов без прямых доказательств их перелома.

Все эти данные позволяют сделать вывод, что не стоит ориентироваться только на физические величины при определении наличия дисфункции системы ЭКС у пациентов. В нашем случае ранняя диагностика позволила заменить поврежденные электроды до наступления их полной дисфункции и развития жизнеугрожающих состояний.

Заключение

Данный клинический случай показывает необходимость рассмотрения возможной дисфункции электродов при отсутствии изменений физических параметров стимуляции (пороговых величин и импеданса цепи). При наличии любых аномальных артефактов на эндограмме электродов врачу необходимо убедиться в отсутствии дисфункции электродов или решить вопрос об их замене. При выборе доступа для имплантации эндокардиальных электродов предпочтение стоит отдавать наиболее латеральным доступам.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список/References

1. Glikson M., Nielsen J.C., Kronborg M.B. et al. ESC Scientific Document Group, 2021 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: Developed by the Task Force on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC) With the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA). *Eur. Heart J.* 2021; 42 (35): 3427–3520. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab364
2. Джанджгава А.О., Шаваров А.А., Ардашев А.В. Экстракция эндокардиальных электродов. В кн.: Ардашев А.В. (ред.) Клиническая аритмология. М.: 2009.
   Janjgava A.O., Shavarov A.A., Ardashev A.V. Extraction of endocardial leads. In: Ardashev A.V. (Ed.) Clinical arrhythmology. Moscow; 2009 (in Russ.).
3. Bradshaw P.J., Stobie P., Knuiman M.W. et al. Trends in the incidence and prevalence of cardiac pacemaker insertions in an ageing population. *Open Heart.* 2014; 1: e000177. DOI: 10.1136/openhrt-2014-000177
4. Gallik D.M., Ben-Zur U.M., Gross J.N., Furman S. Lead fracture in cephalic versus subclavian approach with transvenous implantable cardioverter defibrillator systems. Pacing and clinical electrophysiology: *PACE.* 1996; 19 (7): 1089–1094. DOI: 10.1111/j.1540-8159.1996.tb03418.x
5. Erdoğan O., Aktoz M. Pacemaker lead failure due to crush injury. *Anadolu Kardiyol. Derg.* 2007; 7 (4): 438–440. PMID: 18065344
6. Rizal A., Ruspiono E., Putri D.H. Intermittent pacemaker malfunction caused by continuous compression of the lead by the clavicle (Subclavian crush syndrome). *Eur. J. Case Rep. Intern. Med. – EJCRIM.* 2020; 7 (8): 001684. DOI: 10.12890/2020_001684
7. Said S.A., Ticheler C.H., Stassen C.M., Derks A., Droste H.T. Possible complications of subclavian crush syndrome. *Neth. Heart J.* 2005; 13 (3): 92–97.
8. Свешников А.В., Воробьев А.С., Башилов С.А. Удаление эндокардиальных электродов: показания, техника, осложнения и анатомические факторы, влияющие на эффективность и безопасность процедуры. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова.* 2017; 12 (4–2): 111–120.
   Sveshnikov A.V., Vorobev A.S., Bashilov S.A. Erase of end ocarjial electrodes: indications, technics, complications and anatomical factors affecting the effectiveness and security of procedure. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center.* 2017; 12 (4–2): 111–120 (in Russ.).
9. Magney J.E., Flynn D.M., Parsons J.A. et al. Anatomical mechanisms explaining damage to pacemaker leads, defibrillator leads, and failure of central venous catheters adjacent to the sternoclavicular joint. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 1993; 16 (3 Pt 1): 445–457. DOI: 10.1111/j.1540-8159.1993.tb01607.x
10. Ngai-Yin Chan, Nim-Pong Kwong, Adrian-Piers Cheong, Venous access and long-term pacemaker lead failure: comparing contrast-guided axillary vein puncture with subclavian puncture and cephalic cutdown. *Europace.* 2017; 19 (7): 1193–1197. DOI: 10.1093/europace/euw147
11. Sharma G., Senguttuvan N.B., Thachil A. et al. A comparison of lead placement through the subclavian vein technique with fluoroscopy-guided axillary vein technique for permanent pacemaker insertion. *Can. J. Cardiol.* 2012; 28 (5): 542–546. DOI: 10.1016/j.cjca.2012.02.019
12. Kotsakou M., Kioumis I., Lazaridis G. et al. Pacemaker insertion. *Ann. Transl. Med.* 2015; 3 (3): 42. DOI: 10.3978/j.issn.2305-5839.2015.02.06
13. Magney J.E., Alder S. New approach to subclavian venipuncture. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 1996; 19 (5): 877. DOI: 10.1111/j.1540-8159.1996.tb03376.x
14. Клинические рекомендации ВНОА по проведению электрофизиологических исследований, катетерной абляции и применению имплантируемых антиаритмических устройств. М: ВНОА; 2017.
    VNOA clinical recommendations for electrophysiological studies, catheter ablation and the use of implantable antiarrhythmic devices. M: VNOA; 2017 (in Russ.).
15. Wilkoff B.L., Love C.J., Byrd C.L. et al. 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): 1085–1104. DOI: 10.1016/j.hrthm.2009.05.020

Поступила 15.04.2024
Принята к печати 20.05.2024