

Original

Complicaciones quirúrgicas de la extracción intravenosa de las infecciones de dispositivos de estimulación cardiaca



Andrea Ferreiro-Marzal^{a,b}, Fernando Rodríguez-Serrano^{b,c}, Abdo Abdallah Abdallah^{a,b}, Ana Isabel Garzón-Furné^{a,b}, María Vázquez-Marfil^{a,b}, Gabriel Seguí-Abrines^{a,b}, María Esteban-Molina^{a,b}, Luis Nuila-Durán^{a,b}, Javier Olarte-Villamizar^{a,b} y José M. Garrido^{a,b,c,d,*}

^a Servicio de Cirugía Cardiovascular, Hospital Universitario Virgen de las Nieves, Granada, España

^b Instituto de Investigación Biosanitaria (ibs.GRANADA), Granada, España

^c Instituto de Biopatología y Medicina Regenerativa (IBIMER), Universidad de Granada, Granada, España

^d Departamento de Cirugía y sus Especialidades, Universidad de Granada, Granada, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 25 de enero de 2023

Aceptado el 9 de abril de 2023

On-line el 6 de julio de 2023

Palabras clave:

Complicaciones quirúrgicas
Extracción de electrodos
Infección de dispositivos de electroestimulación
Retirada de dispositivos de electroestimulación

R E S U M E N

Introducción: El implante de dispositivos de electroestimulación cardiaca (DECI) constituye una terapia útil para el tratamiento de diferentes cardiopatías. Sin embargo, su utilización no está exenta de complicaciones. La infección relacionada con los dispositivos de electroestimulación es una de las más frecuentes y serias que pueden producirse. La extracción intravenosa del sistema de electroestimulación es un procedimiento seguro y eficaz, dirigido al tratamiento de múltiples situaciones relacionadas con los dispositivos.

Objetivo y métodos: En el presente artículo abarcamos las complicaciones relacionadas con los procedimientos de extracción, identificamos los factores de riesgo asociados a la morbilidad y mortalidad de los pacientes, y establecemos una guía de prevención y tratamiento de las complicaciones cardiovasculares mayores.

Resultados: A pesar del crecimiento del número de procedimientos de extracción y del desarrollo de nuevos instrumentos, su práctica implica un riesgo potencial de complicaciones mayores y de morbilidad asociada. La realización de la técnica presentada, la correcta evaluación del riesgo quirúrgico del paciente y la estandarización del tratamiento completo como proceso asistencial son los 3 pilares básicos del tratamiento seguro y eficaz de las complicaciones relacionadas con los DECI.

Conclusión: El procedimiento de extracción de los DECI que presentamos es eficaz y debe realizarse en un entorno seguro, implicando necesariamente un quirófano de cirugía cardiovascular, monitorización completa, ecocardiografía transesofágica y posibilidad de realizar esternotomía y cirugía de forma inmediata. Es necesario evaluar las posibles complicaciones y elaborar un proceso asistencial completo, teniendo en cuenta que las decisiones tomadas durante el implante inciden directamente en el potencial riesgo de la extracción.

© 2023 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Surgical complications in endovenous extraction of cardiac electrostimulation device infections

A B S T R A C T

Keywords:

Surgical complications
Electrode extraction
Infection of electrostimulation devices
Extraction of electrostimulation devices

Introduction: Implantation of cardiac electrostimulation devices (CIED) is a useful therapy for the treatment of various heart diseases. However, its use is not free of complications. Infection related to electrostimulation devices is one of the most common and serious complications. Intravenous removal of the electrostimulation system is a safe and effective procedure, aimed at the treatment of multiple pathological situations related to the devices.

Objectives and methods: In the present article, we cover complications related to extraction procedures, identify risk factors associated with patient morbidity and mortality, and establish a guideline for the prevention and treatment of major cardiovascular complications.

Results: Despite the growth in the number of extraction procedures and the development of new instruments, its practice involves a potential risk of major complications and morbi-mortality associated with the treatment. The performance of the technique presented here, the correct assessment of the patient's surgical risk, and the standardization of the entire process are the three basic pillars for a safe and effective treatment of complications related to CIED.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: josemgarrido@ugr.es (J.M. Garrido).

Conclusion: The extraction procedure for CIED that we present is effective and should be performed in a safe environment, necessarily involving a cardiovascular surgery operating room, complete monitoring, transesophageal echocardiography, and the possibility of an immediate sternotomy and surgery. It is necessary to evaluate possible complications and develop a complete care process, considering that the decisions made during implantation have a direct impact on the potential risk of extraction.

© 2023 Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El implante de dispositivos de electroestimulación cardiaca (DECI) es un procedimiento quirúrgico muy frecuente en nuestro medio, con unas tasas de éxito elevadas, bajo riesgo para los pacientes y una optimizada estandarización de la técnica. En este sentido, tanto el implante de marcapasos (unicamerales, bicamerales o tricamerales), como el implante de desfibriladores automáticos implantables, han experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años. Para dimensionar el número de implantes que se realizan podemos resaltar que solamente en EE. UU. en el año 2009 se implantaron más de 133.000 desfibriladores y más de 225.000 marcapasos^{1,2}.

Asociado al incremento de implantes de los DECI, se ha experimentado un claro aumento de las complicaciones asociadas al procedimiento, al momento de su recambio o a su permanencia en funcionamiento. Dentro de las complicaciones más frecuentes y con un mayor impacto en el pronóstico de los pacientes y en el coste sanitario, destacamos las infecciones tanto locales como sistémicas.

La cuantificación del porcentaje de infecciones presenta como problema añadido la dificultad de su cálculo. Esto es debido a la ausencia de un registro general obligatorio, a la práctica universalización de su implante en todo tipo de centros hospitalarios, y al seguimiento, ya que la observación debería realizarse durante toda la vida del paciente. La tendencia al alza de las complicaciones infecciosas de los DECI es un hecho evidente y constatado por numerosos grupos, y se estima que aparecen en torno al 2% (1,61-2,41%) de los dispositivos implantados². Numerosos trabajos muestran que la mortalidad a largo plazo de los pacientes que sufren una infección de los DECI es 1,5-2,5 veces mayor que los que no han sufrido ninguna³, con unas tasas de mortalidad entre el 6-15% al año y entre el 14-33% a los 3 años, potenciando además, las diferentes causas de muerte competitiva como consecuencia de las comorbilidades y la edad de los pacientes⁴.

Todo ello ha implicado necesariamente el incremento del número de procedimientos de extracción/explante de los DECI. Si a estos procedimientos de extracción debido a causa infecciosa añadimos otras indicaciones de extracción tales como la disfunción de electrodos o la trombosis venosa⁵, el número total de extracciones que se realizan es muy elevado, superando las 10.000-15.000 extracciones de DECI al año a nivel mundial, y su número sigue al alza⁶.

Complicaciones asociadas a los procedimientos de extracción y morbimortalidad

Los procedimientos de extracción han ido perfeccionándose y complementándose con el desarrollo de nuevos sistemas e instrumentos. Actualmente, la extracción intravenosa, sin cirugía abierta, utilizando diferentes sistemas de estiletos, lazos y vainas mecánicas o láser se considera el «gold standard».

A pesar de la seguridad de los procedimientos de extracción, no puede obviarse el riesgo de que se produzcan complicaciones potencialmente mortales. Por ello, ante la presencia de un problema infeccioso o de otra naturaleza que precise la extracción

Tabla 1

Complicaciones relacionadas con los procedimientos de extracción intravenosa de dispositivos de electroestimulación

<p>1. Complicaciones mayores: Avulsión cardiaca Laceración vascular Taponamiento cardiaco Hemotórax Neumotórax ACV Insuficiencia tricúspide significativa posprocedimiento Parálisis diafragmática Parada cardiaca Parada respiratoria Cuadro séptico TEP con repercusión hemodinámica Fístula A-V con repercusión hemodinámica Etc.</p>
<p>2. Complicaciones menores: Derrame pericárdico Hematoma/sangrado local Neumotórax Embolismo pulmonar Arritmias peri-procedimiento Lesión de vena femoral Etc.</p>
<p>3. Otras: Fragmento residual intravascular Fragmento residual intracardiaco Fragmento móvil intracavitario Tejido móvil residual Etc.</p>

ACV: accidente cerebrovascular; TEP: tromboembolismo pulmonar; Fístula A-V: fístula arteriovenosa.

del dispositivo, es imprescindible hacer una correcta valoración del riesgo-beneficio de la estrategia terapéutica a llevar a cabo⁷.

Las potenciales complicaciones son múltiples, pudiendo estratificarse en complicaciones mayores (avulsión cardiaca, laceración vascular, taponamiento cardiaco, rotura de válvula tricúspide, tromboembolismo pulmonar con repercusión hemodinámica, hemotórax, neumotórax, etc.), complicaciones menores (derrame pericárdico, trombosis vascular, etc.) y otras situaciones potenciales (fragmento intracardiaco, fragmento intravascular, fragmento móvil intracavitario, tejido móvil intracavitario, etc.)^{8,9} (tabla 1).

Distintos grupos han reportado tasas de complicaciones mayores que oscilan entre el 1 y el 2%¹⁰, destacando la serie de Brunner, con más de 5.500 electrodos extraídos, que evidencia una tasa de complicaciones mayores del 1,8%. Congruente con los datos aportados por estos trabajos, el estudio ELECTRa que incluyó 3.510 pacientes sometidos a extracción, encuentra una incidencia de complicaciones mayores del 1,7% (IC 95%: 1,3-2,1), dos tercios de las cuales fueron en la fase intraoperatoria. De entre ellas, las complicaciones cardiovasculares son las más frecuentes⁸. Más recientemente, el estudio PROMET muestra una incidencia de complicaciones mayores del 1% en un total de 2.205 pacientes¹¹.

En relación con la aparición de complicaciones menores, los distintos estudios muestran una incidencia alrededor del 3%^{12,13,14}. De esta forma, la incidencia global de complicaciones (mayores y menores) durante los procesos de extracción de los DECI puede situarse en torno al 5% de los casos.

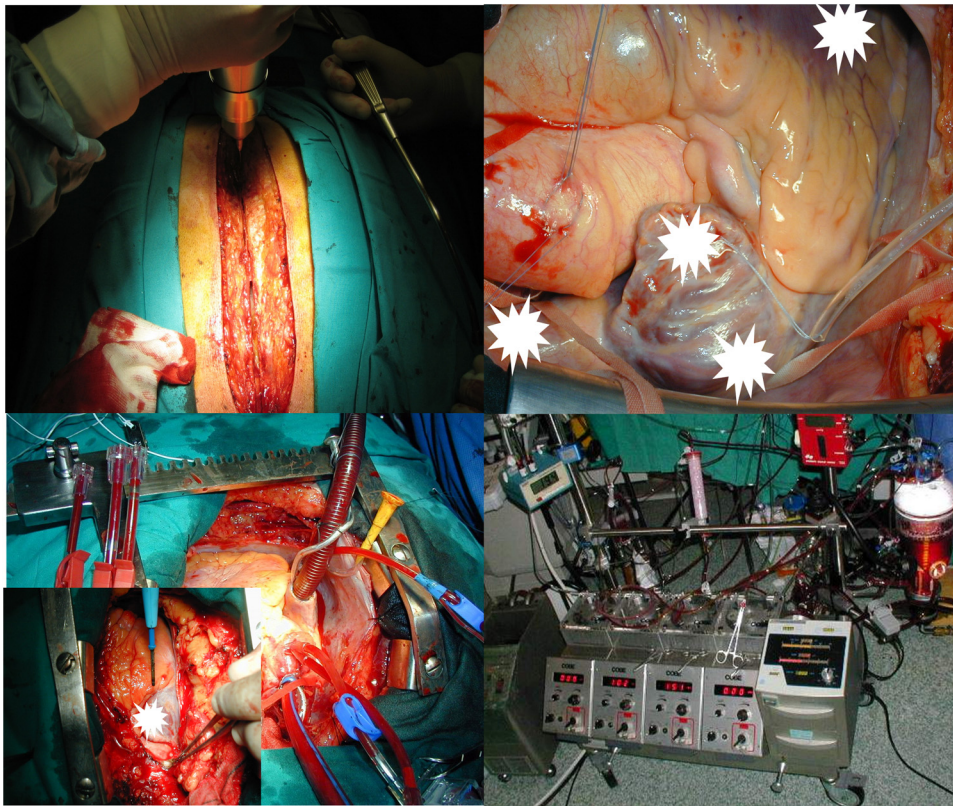


Figura 1. Cardiocirugía de rescate bajo circulación extracorpórea.

Mención especial requiere el riesgo de una potencial lesión de la válvula tricúspide durante los procedimientos de extracción. La incidencia de empeoramiento de una insuficiencia tricúspide (IT) previa o la aparición de una IT significativa oscila entre el 3,5 y el 15%^{15,16,17,18}, y es debido a la lesión de los velos o de las cuerdas tendinosas durante la extracción. El pronóstico de esta valvulopatía iatrogénica es variable y requiere de un seguimiento más estrecho de los pacientes que la presentan.

Si atendemos a la mortalidad asociada a la extracción de dispositivos, tenemos que distinguir 2 aproximaciones. La primera, referida a la fase intraoperatoria. Durante este periodo, la mortalidad reportada en los diferentes estudios se sitúa entre el 0,4-0,5%. Sin embargo, si nos centramos en la mortalidad a 30 días, que incluye la fase intraoperatoria y la fase posprocedimiento, las cifras se sitúan entre el 5 y el 8%, con una morbilidad intrahospitalaria del 2-3%^{4,8,12}. Este hecho evidencia la gran importancia del manejo apropiado de las complicaciones de los DECI, ya que la mortalidad asociada al tratamiento de las infecciones, principalmente endovasculares, a 30 días es más elevada que muchos procedimientos cardioquirúrgicos bajo circulación extracorpórea (CEC). Dentro de las complicaciones mayores, la rotura vascular y la avulsión cardiaca implican un especial riesgo vital para los pacientes. De hecho, de producirse, la mortalidad asociada a la complicación llega hasta el 36% de los casos, siendo la detección precoz el factor pronóstico más relevante, junto con el contexto estructural que permita realizar una cirugía cardíaca de emergencia¹⁹ (fig. 1).

Factores de riesgo implicados en la extracción de dispositivos de electroestimulación

Atendiendo a los estudios de Segreti et al.²⁰, podemos identificar diferentes factores de riesgo relacionados con la probabilidad de que se produzca una complicación mayor. Casi todos ellos son factores promotores de una mayor adherencia y una mayor fibrosis

endovascular y/o endocavitaria peri-electrodo. Entre ellos, destacamos como factores directamente relacionados con la rotura vascular o cardíaca, el tiempo de implante, el sistema de fijación pasiva de los electrodos y el doble coil de los electrodos de desfibrilación. Por el contrario, aunque dificulta la extracción, la localización del dispositivo en el lado derecho del tórax no parece implicar una mayor incidencia de complicación mayor.

En suma a lo anterior, debemos considerar que si bien la presencia de una complicación mayor se correlaciona directamente con la mortalidad del procedimiento, sin embargo, la mortalidad a 30 días, muy superior a la que se produce durante el procedimiento de extracción (5-8%), depende también de otras muchas circunstancias clínicas paciente/dependiente tales como su situación basal, las comorbilidades existentes o la presencia de infección sistémica. Dentro de los factores de riesgo de mortalidad a 30 días, Brunner et al. destacan la edad, el índice de masa corporal, la hemoglobina basal, la presencia de enfermedad renal, la fracción de eyección, la causa infecciosa de la extracción, el doble coil y la experiencia del equipo en la extracción. Una vez identificados estos factores, propuso un instrumento predictivo de la mortalidad a 30 días, con la finalidad de estratificar el riesgo global del procedimiento y poder realizar una correcta evaluación del riesgo-beneficio. Resulta llamativo que, en su trabajo, el tiempo de implante o el número de electrodos a extraer no sean factores decisivos relacionados con la mortalidad a 30 días⁷.

Por otro lado, Aleong et al. analizaron la evolución de 8.304 pacientes sometidos a extracción de electrodos por causa infecciosa. Este estudio, además de evaluar la mortalidad a 30 días, identifica la incidencia de eventos adversos mayores mediante la construcción de una variable combinada «Major Adverse Events» (MAE) que incluye muerte, taponamiento cardíaco, hemotórax y necesidad de cirugía cardíaca emergente. La concurrencia de MAE en los pacientes sometidos a extracción por causa infecciosa fue del 9,2%, con una mortalidad global del 4,6%. Como podemos observar,

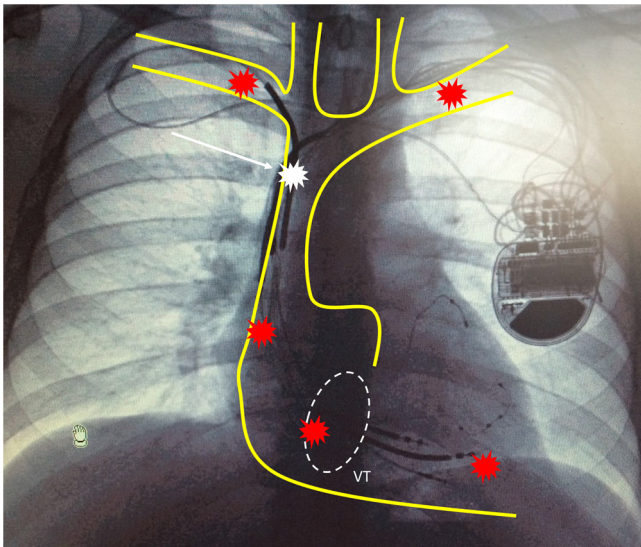


Figura 2. Representación esquemática del sistema vascular venoso superior sobre radiografía de tórax de la aurícula derecha, válvula tricúspide y ventrículo derecho. Los puntos rojos evidencian los sectores del sistema cardiovascular con mayor riesgo potencial de complicación mayor por rotura. El punto blanco señala la porción distal de la vena cava superior adyacente a su conexión con el tronco venoso innominado (segmento de mayor riesgo de rotura durante un procedimiento de extracción). VT: representación esquemática de la válvula tricúspide.

la morbimortalidad del tratamiento de las infecciones de los DECI que implique la extracción del electrodo es muy elevada. Además, aunque el agente etiológico más frecuente es el estafilococo, la incidencia de MAE y la mortalidad fue mucho mayor en las infecciones por estreptococos (14,1 y 5,4%, respectivamente). En los casos de extracción de dispositivos por fractura de electrodos, la incidencia de MAE fue inferior al contexto de eventos generados en las complicaciones infecciosas (4,1 vs. 9,2%). Sin embargo, si ambas situaciones son concurrentes en el paciente (infección y fractura), la incidencia de MAE se eleva hasta el 10,4%²¹.

Por lo tanto, es preciso subrayar que la causa infecciosa de la extracción es un factor determinante en la valoración del riesgo del procedimiento y del pronóstico de los pacientes.

Procedimiento de extracción. Safeguards and pitfalls. ¿Cómo reducir la probabilidad de complicaciones?

Como hemos señalado previamente, las complicaciones cardiovasculares son las más frecuentes durante el procedimiento de extracción, y además son las que implican un mayor riesgo vital. Las distintas estructuras anatómicas donde pueden producirse roturas o laceraciones vasculares y/o cardíacas son principalmente: vena subclavia izquierda, vena subclavia derecha, tronco venoso innominado, vena cava superior, aurícula derecha y ventrículo derecho. De entre todas ellas, la zona que más frecuentemente se afecta es la región más distal de la vena cava superior, en el segmento más cercano a la confluencia con el tronco venoso innominado (fig. 2)^{9,19}.

En primer lugar, y teniendo en cuenta la morbimortalidad asociada al tratamiento de las complicaciones de los DECI, especialmente de causa infecciosa, debemos garantizar la seguridad del paciente en caso de que sea necesario llevar a cabo un procedimiento de extracción de electrodos-dispositivo. Para ello, es básico tener disponible un entorno cardioquirúrgico apropiado. Tal y como indicábamos, los procedimientos de extracción presentan una tasa de complicaciones mayores cardiovasculares intra-procedimiento que oscila entre el 1 y el 2%, con una elevada mortalidad en caso de producirse. El diagnóstico precoz y la actuación inmediata constituyen la mejor estrategia de rescate posible. Los procedimientos

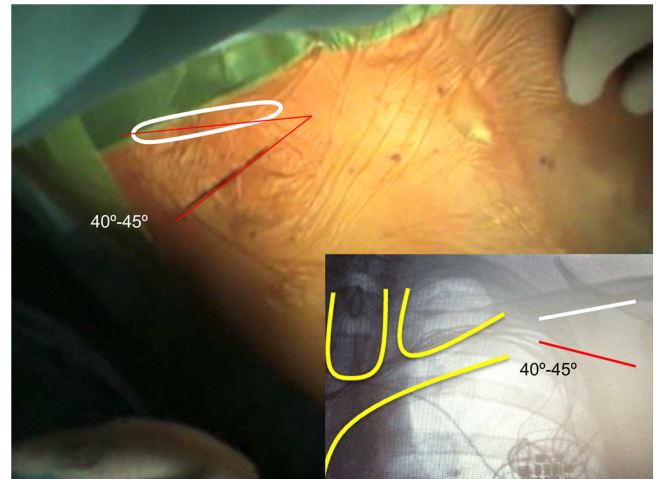


Figura 3. Incisión a nivel del surco deltopectoral derecho. La línea roja evidencia un ángulo óptimo de 40-45° respecto al reborde clavicular.

de extracción deben realizarse en un quirófano de cirugía cardiovascular o quirófano híbrido, con el paciente bajo anestesia general, intubación orotraqueal, monitorización arterial invasiva, acceso venoso central, ecocardiografía transesofágica, circulación extracorpórea disponible de forma inmediata y posibilidad de cirugía cardíaca abierta durante el procedimiento. Es decir, estos procedimientos deben contar con los mismos sistemas de seguridad, monitorización y garantía de ejecución que cualquier otro tratamiento cardioquirúrgico realizado bajo circulación extracorpórea. Otra opción de entorno terapéutico supone una demora injustificable del tratamiento quirúrgico de rescate, ya que las complicaciones cardiovasculares mayores de los procedimientos de extracción (rotura vascular, avulsión auricular o ventricular, etc.) suponen una urgencia cardiovascular con un elevado riesgo vital. Además, la monitorización ecocardiográfica es esencial, ya que nos permite identificar situaciones de hipotensión por tracción, la valoración dinámica de un eventual derrame pericárdico, la monitorización de la función cardíaca derecha e izquierda, evaluar el riesgo de embolización, taponamiento cardíaco, la función de la válvula tricúspide (antes, durante y después), y cualquier otra situación de compromiso vital de forma simultánea a su generación. Cualquier otro método diagnóstico o de monitorización resulta mucho menos eficiente en relación con la puesta en marcha del plan de contingencia cardiovascular que debe estar disponible y bien estructurado con antelación, y que dependerá de las características de cada equipo quirúrgico. La extracción por tracción-contracción mediante lazo intravenoso femoral es una de las opciones que más se beneficia, en nuestra opinión, de la monitorización ecocardiográfica.

El abordaje inicial se lleva a cabo realizando una incisión en el surco deltopectoral, que permita la extracción del generador y que se aproxime hacia el punto de curvatura del reborde clavicular, situado aproximadamente entre la articulación esternoclavicular y 1/3-1/2 de la longitud de la clavícula. Esta incisión resulta mucho más eficiente para el control de la fibrosis de los electrodos en la bolsa del dispositivo, y de su entrada al sistema vascular, si se orienta 40-45° respecto al plano clavicular (fig. 3). Tras la apertura de la bolsa y la retirada del generador, se recomienda realizar una disección completa y minuciosa de la porción extravascular de los electrodos, inclusive prolongando la misma hasta 1 cm en el espacio subclavio, desde el reborde clavicular hacia la ubicación subósea de los electrodos. Estas maniobras de disección deben realizarse con el bisturí eléctrico, en su función de «corte» y no «coagulación», para permitir la liberación de los electrodos sin que el incremento excesivo de temperatura conduzca a su rotura y nos dificulte el

procedimiento. Además, una disección completa y en profundidad, nos facilita un buen acceso en caso de sangrado o complicaciones vasculares, y nos permite una introducción mucho más sencilla de las vainas de extracción directamente a nivel subclavio, superando la intensa fibrosis que con frecuencia encontramos entre la bolsa del dispositivo y los electrodos dispuestos de forma circular y/o en bucle. Así, evitamos también uno de los principales problemas de inicio, que es dañar el sistema de extracción con maniobras iniciales de entrada al eje venoso subclavio. Si los electrodos son de fijación activa y con integridad estructural, tras la introducción de la guía de electrodo, se procederá al desatornillado de la hélice de fijación. Independiente del tipo de electrodo, bien sea activo o pasivo, la introducción de una guía de electrodo nos permite verificar la permeabilidad de la luz del cable o la eventual obliteración de la misma y el nivel al que se produce. Un caso especial son los electrodos sólidos utilizados para la estimulación de la rama izquierda del haz de His.

Posteriormente deben introducirse los estiletes en todos los electrodos. Si el paciente no tiene escape en frecuencia ni con la administración de isoproterenol, mantendremos el ritmo cardíaco mediante la utilización de un sistema de marcapasos transitoria transfemoral. La introducción de las vainas de extracción se lleva a cabo bajo control radiológico, y se recomienda una adecuada alineación con el eje venoso subclavio y con los electrodos. Dado que la presencia de fibrosis supone uno de los principales factores de riesgo para la rotura de estructuras, todo aquello que la favorezca será un elemento que aumente el riesgo durante la extracción, debiendo ser tenido en cuenta durante el procedimiento (tiempo de implante, el uso de electrodos de fijación pasiva, el electrodo de doble coil, etc.)²⁰.

Además, la fibrosis o fibrocalcificación peri-electrodo puede extenderse a electrodos adyacentes y configurar una envoltura común en varios puntos. Por ello, en nuestra experiencia recomendamos realizar una disección continua con la vaina mecánica/láser con presión controlada, dando tiempo al sistema de extracción para que vaya permitiendo un avance progresivo, escindiendo el tejido fibrótico, en lugar de fracturarlo con un empuje excesivo. En este punto es recomendable utilizar la vaina externa de contracción de forma periódica, manteniendo la tracción del electrodo para evitar el «kinking» del cable y el avance no controlado de la vaina (fig. 4). Si la fibrosis es importante, deberemos avanzar sobre la fibrosis con una disección alternante de los distintos electrodos, lo que facilita mucho la progresión controlada del sistema de extracción.

Un elemento importante a destacar es la presencia de una fibrosis/fibrocalcificación de amplio diámetro. El avance con las vainas de extracción ante esta situación puede ser muy complejo y lento, por lo que debe realizarse de forma continua sin presiones bruscas y con la verificación periódica de que no encontramos ninguna porción fibrótica peri-electrodo atrapada dentro de la vaina. En caso de encontrarla, es preferible la retirada del sistema y llevar a cabo su exéresis mediante electro-bisturí para facilitar que actúe el sistema rotacional que incorporan las vainas mecánicas o el giro manual que podemos realizar con el láser.

El paso a través de la confluencia entre el tronco venoso innominado y la vena cava superior es un punto crítico en la extracción. La rotura o laceración de la vena cava superior es una grave complicación que puede llegar a conducir al fallecimiento del paciente hasta en un 31,6% de los casos²². La fibrosis y la adherencia es especialmente importante a este nivel. La curvatura que implica el avance a la vena cava superior hace que el empuje de la vaina de extracción tienda a impactar directamente contra la pared vascular (fig. 5). Debido a ello, la presión debe ser aún más controlada a este nivel, dejando actuar el sistema de corte o láser, y traccionando de forma efectiva del electrodo para mantener un alineamiento correcto de la vaina y rectificar las curvas del circuito vascular venoso. Resulta

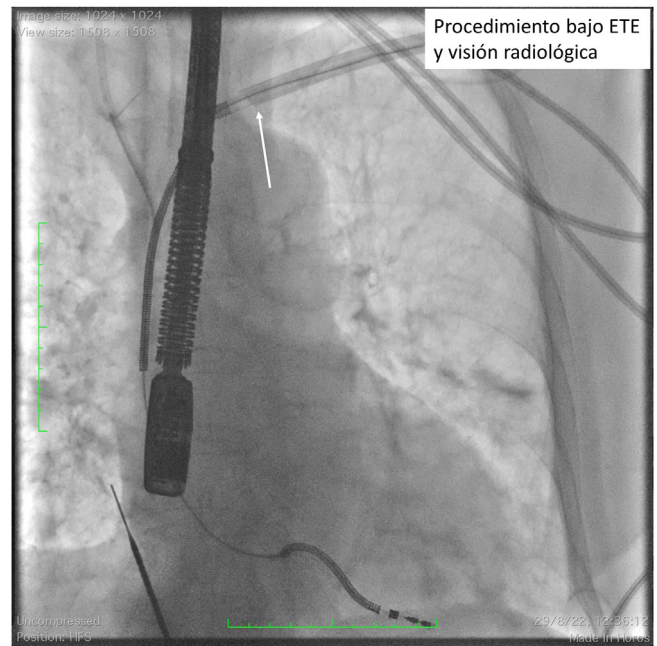


Figura 4. Visión radioscópica de un procedimiento de extracción de electrodo de desfibrilación de doble coil. La flecha blanca indica el límite de la vaina externa de contracción.

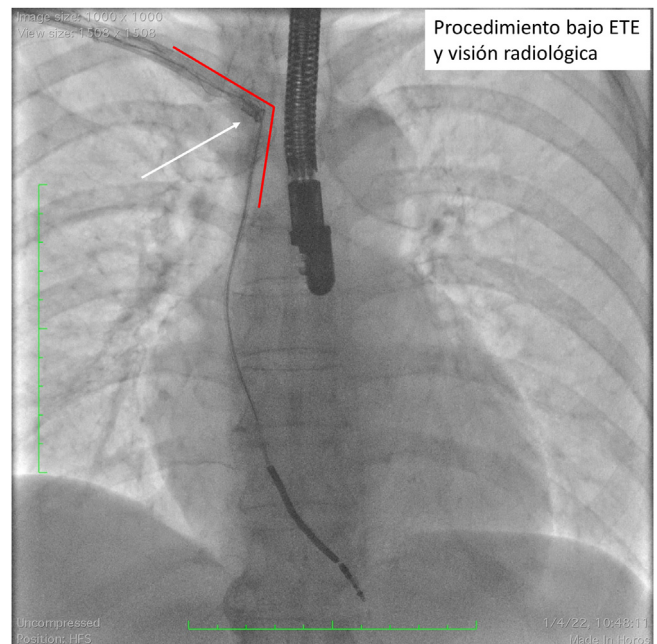


Figura 5. Visión radioscópica de un procedimiento de extracción de un electrodo de desfibrilación mono-coil. La flecha blanca muestra la deformación del sistema vascular venoso por empuje excesivo, forzando un ángulo en el que la vaina de extracción presiona sobre la pared venosa con el potencial riesgo de rotura.

igualmente importante la utilización de la vaina externa de contracción para el avance progresivo del sistema.

Cabe destacar además, que el territorio derecho, por su gran angulación (90° en muchos casos), constituye un elemento de posible complicación o dificultad para que progresen las vainas de extracción. En este sentido, las vainas flexibles son una importante ayuda para la extracción del segmento inicial.

La rotura vascular ocurre sobre todo a nivel de la vena cava superior, bien por encima o por debajo de la reflexión pericárdica, y

pueden presentarse como taponamiento cardiaco o inestabilidad hemodinámica, precisando tratamiento cardioquirúrgico emergente. Como opción para controlar el sangrado y poder llevar cabo la resolución quirúrgica de la complicación, es posible utilizar un balón *compliant* intravascular mientras se realiza la esternotomía y la reparación directa del vaso^{9,23}. De hecho, el taponamiento cardiaco con riesgo vital es la complicación mayor más frecuente en todas las series estudiadas, llegando hasta una incidencia del 1,47%²⁴.

Un número importante de electrodos presentan su mayor grado de adherencia a nivel del eje vascular, resultado su extracción óptima con el avance de las vainas de extracción a dicho nivel. Si no ha sido suficiente, avanzaremos hasta la cavidad auricular. El electrodo auricular presenta un punto de riesgo en su anclaje a la orejuela derecha, siendo importante que la vaina externa quede bien apoyada en la pared auricular antes de realizar la tracción final del electrodo.

Para el avance del electrodo ventricular derecho, debemos tener en cuenta la curvatura hacia la válvula tricúspide, realizando una correcta curvatura en la porción inferior de la aurícula derecha. Para ello la tracción del electrodo debe ser continua y hay que evitar el empuje excesivo de la vaina, dejando que el sistema de corte actúe de forma progresiva.

El cruce de la válvula tricúspide es otro punto potencialmente problemático. En primer lugar, esto es debido a que el paso del electrodo al ventrículo derecho no siempre es controlado en cuanto a su ubicación espacial se refiere, pudiendo ubicarse en múltiples zonas de la válvula tricúspide, o incluso atravesar la porción más posterior del velo septal. Además, las adherencias a los velos y al aparato subvalvular no es predecible en el momento del implante. La disección debe realizarse despacio y progresivamente, con apoyo continuo de la vaina externa. La tracción del electrodo-estilete debe ser suave, y la monitorización ecocardiográfica es mandatoria, especialmente ante electrodos como mucho tiempo de implante.

La fase final de extracción del electrodo ventricular puede implicar el avance de la vaina de extracción hasta la pared del ápex derecho o del tabique interventricular, en función de donde se ubique el electrodo. Este avance debe ser progresivo, con una cada vez mayor utilización de la vaina externa. Debemos tener en cuenta que la tracción del electrodo, una vez que se ha liberado de su fijación del resto del circuito vascular y auricular, puede generar un colapso parcial del ventrículo derecho y una caída de la tensión arterial y del gasto cardiaco. Por ello, la monitorización ecocardiográfica es esencial para diferenciar rápidamente lo que es un efecto momentáneo de una maniobra de tracción, de lo que puede ser una complicación importante por perforación/avulsión cardiovascular. Para la extracción final, la vaina externa aporta seguridad y eficacia en cuanto a la retirada completa del electrodo, ya que la porción final de los mismos puede escindirse con mayor facilidad y permanecer como material intracardiaco residual.

La utilización de la vaina externa para realizar un apropiado soporte sobre las estructuras cardiacas y llevar a cabo maniobras de tracción-contracción es muy importante para minimizar el potencial riesgo de avulsiones auriculares, tricuspídeas o ventriculares (Video 1 del material adicional).

Los electrodos de resincronización, posicionados a través del seno coronario, no suelen implicar una mayor complejidad de tratamiento en su extracción. Sin embargo, aquellos electrodos de resincronización de fijación activa, tales como el Starfix[®], sí suponen una mayor complejidad de extracción, pero con igual buen resultado potencial²⁵. En estos casos, la monitorización ecocardiográfica es esencial para la manipulación del sistema en el seno coronario y las venas epicárdicas del ventrículo izquierdo.

Un reto actual que tendrá su desarrollo en los próximos años es la potencial necesidad de extracción intravenosa de los sistemas de marcapasos sin electrodo (MICRA[®]). Aunque la experiencia inicial

ha sido satisfactoria con estrategias endovasculares y utilización de diferentes tipos de catéteres lazo²⁶, habrá que esperar a evaluar la posibilidad real de extracción a largo plazo.

Cardiociugía de respuesta inmediata. Seguridad y eficacia en el rescate de una complicación de urgencia vital

La causa intra-procedimiento de riesgo vital más frecuente es la laceración vascular venosa de vena cava superior, o la avulsión de pared libre cardiaca, principalmente auricular. Ante esta situación de urgencia, la actuación inmediata es el principal determinante de supervivencia.

En este sentido, es esencial la disponibilidad de acceso rápido vascular arterial y venoso femoral (introdutores de 5 F) para una rápida canulación e instauración inmediata de la CEC. Del mismo modo, es básico disponer de material quirúrgico para la realización de esternotomía media completa inmediata y llevar a cabo un procedimiento cardioquirúrgico de rescate.

Si el paciente cursa con hipotensión severa y *shock* circulatorio, en relación con la presencia de derrame pericardio severo y taponamiento cardiaco, verificado mediante ETE, debe procederse a realizar esternotomía media emergente. En la mayor parte de las ocasiones, la descompresión cardiaca tras la apertura del pericardio genera una recuperación de la tensión arterial y la estabilización del enfermo. Asimismo, puede identificarse rápidamente la estructura vascular o cardiaca lesionada, controlando el sangrado de forma efectiva, la mayor parte de las veces sin necesidad de entrar en CEC. Durante el procedimiento de esternotomía, y de forma simultánea, es recomendable proceder a realizar canulación periférica arterial y venosa de rescate. Para ello, se introducirán sobre guía, una cánula de 15/17 F arterial y 21/23 F venosa, conectando el circuito para una eventual entrada en CEC. Si la descompresión cardiaca es compleja, y el paciente se encuentra en parada cardiocirculatoria o *shock* refractario postaponamiento, la necesidad de entrada en CEC es inmediata; llevándose a cabo mientras se continua con la esternotomía. De no poder realizar ambas actuaciones simultáneas, en este contexto de dificultad o demora en la descompresión cardiaca, debe priorizarse el mantenimiento vital instaurando la CEC, asegurando una correcta perfusión tisular, y posteriormente continuar con la esternotomía y pericardiotomía.

Por lo tanto, podemos afirmar que la mortalidad asociada a esta situación de urgencia clínica, en la mayor parte de los casos, no se relaciona con la complejidad quirúrgica de su resolución, sino con la rapidez de actuación para resolver el taponamiento cardiaco y/o mantener una presión de perfusión adecuada. Además, debemos señalar que, ante un contexto de taponamiento cardiaco agudo, la punción pericárdica aislada suele ser poco efectiva, ya que la rápida formación de coágulos en saco pericárdico hace que el drenaje sea poco eficiente.

En caso de que la solución de continuidad vascular o cardiaca sea de pequeño tamaño, la producción de derrame pericárdico hemático puede ser monitorizada mediante ETE, evidenciando la aparición de un derrame *de novo* y su progresivo incremento. Ante esta situación, es factible realizar una punción pericárdica, y como alternativa a la apertura inmediata si no se resuelve el derrame pericárdico, es la introducción a través de la vena femoral de un catéter diagnóstico que subiremos hasta la vena cava superior, verificando la solución de continuidad mediante inyección de contraste. Si el paciente comenzara a inestabilizarse, y tras identificar el punto de rotura en cava superior, puede avanzarse un balón *compliant* (sobre guía de soporte intermedio) para taponar el punto de fuga (previa intercambio del introductor femoral por una 12 F) y permitir una actuación reglada más controlada y con mayor tiempo disponible para su ejecución.

En determinados casos en los que se determine que existe un elevado riesgo de rotura de vena cava superior y/o tronco venoso innominado, puede colocarse directamente el introductor 12F en vena femoral, y avanzar la guía de progresión del balón hasta la vena yugular o tronco venoso innominado. En caso de realizar este posicionamiento de forma previa, se recomienda la disponibilidad de un doble acceso venoso femoral. La problemática radica en la identificación de los casos que potencialmente pueden beneficiarse de esta actuación de pre-posicionamiento de la guía y acceso vascular del balón: pacientes con más de 3 electrodos, antigüedad importante de implante, gran fibrosis/calcificación en la bifurcación cava-innominada, estenosis de vena cava asociada a patrón cicatricial, trombosis parcial o total de sector venoso, etc.

En definitiva, los equipos quirúrgicos deben adaptar su protocolo de cirugía cardíaca mayor a la especial situación de urgencia que supone una complicación cardíaca o vascular producida durante el procedimiento de extracción. Sobre la base de lo expuesto, resulta evidente que los procedimientos de extracción deben realizarse en un quirófano que permita el abordaje descrito. Si bien la frecuencia de aparición de este tipo de eventos es muy baja, y en nuestros registros supone menos del 1%, la probabilidad de rescate y supervivencia a la complicación es sinónimo de actuación de cardiocirugía inmediata.

Conclusiones

Como conclusión al breve análisis de las complicaciones y morbimortalidad asociada a los procedimientos de extracción de dispositivos de electroestimulación que presentamos, podemos decir que deben realizarse en un entorno seguro, implicando necesariamente un quirófano de cirugía cardiovascular, equipo de circulación extracorpórea, monitorización completa, ecocardiografía transesofágica y posibilidad de realizar esternotomía y cardiocirugía de forma inmediata. Es necesario evaluar, aplicando un modelo predictivo, el riesgo de complicaciones y mortalidad perioperatoria a 30 días. Es mandatorio elaborar un proceso asistencial completo que diferencie en metodología diagnóstica y terapéutica cada uno de los potenciales contextos clínicos (decúbito, infección local, infección sistémica, preventivo, disfunción, trombosis, etc.). Y, finalmente, resulta imprescindible considerar al paciente candidato a un sistema de electroestimulación como sujeto a un proceso continuado en el tiempo, en el cual, las decisiones tomadas durante el implante inciden directamente en el potencial riesgo de la extracción tales como evitar electrodos de doble *coil*, evitar la presencia de un elevado número de electrodos abandonados (cementerio de electrodos), evitar electrodos de fijación pasiva (auricular y ventricular derecho), evitar electrodos de fijación activa de ventrículo izquierdo y evitar implantes por el lado derecho o la tunelización de electrodos.

Consideraciones éticas

Se contó con el consentimiento informado de los pacientes para la obtención y difusión de las imágenes y el vídeo del artículo. Además, no se incluyen datos que permitan identificar a dichos pacientes.

Conflicto de intereses

José Manuel Garrido ha proctorizado procedimientos de extracción de dispositivos de electroestimulación en diferentes centros hospitalarios con los sistemas de extracción de Cook Medical.

Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en doi:10.1016/j.circv.2023.04.004.

Bibliografía

- Mond HG, Proclemer A. The 11th world survey of cardiac pacing and implantable cardioverter-defibrillators: calendar year 2009—a World Society of Arrhythmia's project. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2011;34:1013–27.
- Greenspon AJ, Patel JD, Lau E, Ochoa JA, Frisch DR, Ho RT, et al. 16-year trends in the infection burden for pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators in the United States 1993 to 2008. *J Am Coll Cardiol.* 2011;58:1001–6.
- Rizwan Sohail M, Henrikson CA, Jo Braid-Forbes M, Forbes KF, Lerner DJ. Increased long-term mortality in patients with cardiovascular implantable electronic device infections. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2015;38:231–9.
- Blomström-Lundqvist C, Traykov V, Erba PA, Burri H, Nielsen JC, Bongiorni MG, et al., ESC Scientific Document Group. European Heart Rhythm Association (EHRA) international consensus document on how to prevent, diagnose, and treat cardiac implantable electronic device infections—endorsed by the Heart Rhythm Society (HRS), the Asia Pacific Heart Rhythm Society (APHRS), the Latin American Heart Rhythm Society (LAHRS), International Society for Cardiovascular Infectious Diseases (ISCID) and the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ESCMID) in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Europace.* 2020;22:515–49.
- Love CJ. Lead Management and Lead Extraction. *Card Electrophysiol Clin.* 2018;10:127–36.
- Hauser RG, Katsiyannis WT, Gornick CC, Almquist AK, Kallinen LM. Deaths and cardiovascular injuries due to device-assisted implantable cardioverter-defibrillator and pacemaker lead extraction. *Europace.* 2010;12:395–401.
- Brunner MP, Yu C, Hussein AA, Tarakji KG, Wazni OM, Kattan MW, et al. Nomogram for predicting 30-day all-cause mortality after transvenous pacemaker and defibrillator lead extraction. *Heart Rhythm.* 2015;12:2381–6.
- Bongiorni MG, Kennergren C, Butter C, Deharo JC, Kutarski A, Rinaldi CA, et al. The European Lead Extraction ConTrolled (ELECTRa) study: A European Heart Rhythm Association (EHRA) Registry of Transvenous Lead Extraction Outcomes. *Eur Heart J.* 2017;38:2995–3005.
- Kusumoto FM, Schoenfeld MH, Wilkoff BL, Berul CI, Birgersdotter-Green UM, Carrillo R, et al. 2017 HRS expert consensus statement on cardiovascular implantable electronic device lead management and extraction. *Heart Rhythm.* 2017;14:e503–51.
- Wazni O, Wilkoff BL. Considerations for cardiac device lead extraction. *Nat Rev Cardiol.* 2016;13:221–9.
- Starck CT, Gonzalez E, Al-Razzo O, Mazzone P, Delnoy PP, Breitenstein A, et al. Results of the Patient-Related Outcomes of Mechanical lead Extraction Techniques (PROMET) study: A multicentre retrospective study on advanced mechanical lead extraction techniques. *Europace.* 2020;22:1103–10.
- Brunner MP, Cronin EM, Duarte VE, Yu C, Tarakji KG, Martin DO, et al. Clinical predictors of adverse patient outcomes in an experience of more than 5000 chronic endovascular pacemaker and defibrillator lead extractions. *Heart Rhythm.* 2014;11:799–805.
- Arujuna A, Williams S, Whittaker J, Shetty A, Roy D, Bostock J, et al. Trends, indications and outcomes of cardiac implantable device system extraction: A single UK centre experience over the last decade. *Int J Clin Pract.* 2012;66:218–25.
- Maytin M, Jones SO, Epstein LM. Long-term mortality after transvenous lead extraction. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2012;5:252–7.
- Franceschi F, Thuny F, Giorgi R, Sanaa I, Peyrouse E, Assouan X, et al. Incidence, risk factors, and outcome of traumatic tricuspid regurgitation after percutaneous ventricular lead removal. *J Am Coll Cardiol.* 2009;53:2168–74.
- Assayag P, Thuairé C, Benamer H, Sebbah J, Lepout C, Brochet E. Partial rupture of the tricuspid valve after extraction of permanent pacemaker leads: Detection by transesofophageal echocardiography. *PPacing Clin Electrophysiol.* 1999;22:971–4.
- Glover BM, Watkins S, Mariani JA, Yap S, Asta J, Cusimano RJ, et al. Prevalence of tricuspid regurgitation and pericardial effusions following pacemaker and defibrillator lead extraction. *Int J Cardiol.* 2010;145:593–4.
- Givon A, Vedernikova N, Luria D, Vatury O, Kuperstein R, Feinberg MS, et al. Tricuspid Regurgitation following Lead Extraction: Risk Factors and Clinical Course. *Isr Med Assoc J.* 2016;18:18–22.
- Brunner MP, Cronin EM, Wazni O, Baranowski B, Saliba WI, Sabik JF, et al. Outcomes of patients requiring emergent surgical or endovascular intervention for catastrophic complications during transvenous lead extraction. *Heart Rhythm.* 2014;11:419–25.
- Segreti L, Di Cori A, Soldati E, Zucchelli G, Viani S, Paperini L, et al. Major predictors of fibrous adhesions in transvenous implantable cardioverter-defibrillator lead extraction. *Heart Rhythm.* 2014;11:2196–201.
- Aleong RG, Zipse MM, Tompkins C, Aftab M, Varosy P, Sauer W, et al. Analysis of Outcomes in 8304 Patients Undergoing Lead Extraction for Infection. *J Am Heart Assoc.* 2020;9:e011473.
- Zucchelli G, di Cori A, Segreti L, Laroche C, Blomstrom-Lundqvist C, Kutarski A, et al. Major cardiac and vascular complications after transvenous lead extraction: Acute outcome and predictive factors from the ESC-EHRA ELECTRa (European Lead Extraction ConTrolled) registry. *Europace.* 2019;21:771–80.

23. Azarrafiy R, Tsang DC, Wilkoff BL, Carrillo RG. Endovascular Occlusion Balloon for Treatment of Superior Vena Cava Tears During Transvenous Lead Extraction: A Multiyear Analysis and an Update to Best Practice Protocol. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2019;12:e007266.
24. Nowosielecka D, Tułeczki Ł, Jacheć W, Polewczyk A, Tomków K, Stefańczyk P, et al. Cardiac tamponade as an inherent but potentially nonfatal complication of transvenous lead extraction: Experience with 1126 procedures performed using mechanical tools. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2022;33:2625–39.
25. Crossley GH, Sorrentino RA, Exner DV, Merliss AD, Tobias SM, Martin DO, et al. Extraction of chronically implanted coronary sinus leads active fixation vs passive fixation leads. *Heart Rhythm.* 2016;13:1253–9.
26. Kiani S, Merchant FM, El-Chami MF. Extraction of a 4-year-old leadless pacemaker with a tine-based fixation. *Hear Case Rep.* 2019;5:424–5.