

## Editorial

## Extracción de electrodos transvenosos de dispositivos electrónicos implantables cardiacos: ¿quién, cuándo, cómo y dónde?



## Transvenous Lead Extraction of Cardiac Implantable Electronic Devices: Who, When, How and Where?

Ayman A. Hussein y Bruce L. Wilkoff\*

*Sydell and Arnold Miller Family Heart and Vascular Institute, Robert and Suzanne Tomsich Department of Cardiovascular Medicine, Department of Cardiac Pacing and Electrophysiology, Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio, Estados Unidos*

Historia del artículo:

On-line el 16 de noviembre de 2015

## INTRODUCCIÓN

El uso de dispositivos electrónicos implantables cardiacos (DEIC) ha aumentado a lo largo de las dos últimas décadas<sup>1</sup>. En paralelo, se ha incrementado la necesidad de extraer dispositivos y electrodos. El posterior desarrollo de instrumentos, técnicas y normas para la extracción de electrodos transvenosos (EET) ha mejorado tanto la seguridad como la eficacia de estas intervenciones<sup>1,2</sup>, que sin embargo siguen siendo complejas y requieren un equipo adecuadamente formado y unas instalaciones que cuenten con instrumentos y estrategias para abordar las posibles complicaciones con peligro para la vida, en el caso de que se produzcan.

En esta revisión resumida, analizamos la cuestión de las EET haciendo especial hincapié en lo que son sus elementos clave: a) cualificación del operador principal; b) indicaciones de la intervención y factores a tener en cuenta en la toma de decisiones; c) instrumentos, y d) técnicas; es decir, quién, cuándo, cómo y dónde.

## QUÉ: IMPORTANCIA DEL EQUIPO Y DE LA CUALIFICACIÓN DEL OPERADOR PRINCIPAL

Un elemento clave para la seguridad y el éxito de las EET es disponer de un equipo cuyos componentes tengan unas funciones bien definidas para las que estén muy bien capacitados. Todos sus componentes deberán ser capaces de dar el apoyo apropiado en el momento oportuno a otros miembros del equipo, sobre todo cuando se produzcan complicaciones. Los componentes del equipo deben estar familiarizados con las indicaciones, el proceso y las posibles complicaciones de las EET, así como con los protocolos existentes para su tratamiento.

El operador principal suele ser un electrofisiólogo cardiaco o un cirujano cardiaco, con una buena preparación no sólo respecto a las EET, sino también en cuanto a la implantación de dispositivos

y electrodos, así como en todos los aspectos del manejo de estos. Los documentos de consenso de expertos de la *Heart Rhythm Society*<sup>1</sup> y la *European Heart Rhythm Association*<sup>3</sup> especifican un mínimo de 40 electrodos o 40 intervenciones de extracción, respectivamente, bajo la supervisión directa de un operador experimentado; dichas intervenciones deben incluir el uso de diversas vías de acceso vascular e instrumentos de extracción. Además de la formación, un operador principal debe realizar al menos 20 EET (electrodos o intervenciones) al año para mantener sus capacidades y las del equipo de apoyo. Los datos publicados indican que el éxito de la intervención de EET mejora drásticamente en relación con la experiencia del operador<sup>4,5</sup>.

Es preciso disponer de un cirujano cardiaco que pueda realizar una operación de inmediato, en el caso de que sea necesaria cirugía cardiaca abierta para tratar una complicación importante. De igual modo, el equipo de anestesia y de *bypass* cardiopulmonar debe tener la cualificación necesaria para el tratamiento de un paciente a quien se practique una intervención de cirugía cardiaca abierta. Además del operador principal, también suele esterilizarse un ayudante, puesto que las intervenciones de EET requieren la manipulación de múltiples instrumentos y piezas del equipamiento. El personal auxiliar que no necesita esterilizarse para la intervención consta de dos enfermeras que pueden proporcionar el material, ayudar en las emergencias y, sobre todo, activar los protocolos de emergencia en caso necesario.

## CUÁNDO: INDICACIONES Y CONSIDERACIONES EN LA TOMA DE DECISIONES

El documento de consenso de expertos de la *Heart Rhythm Society* incluye un resumen detallado de las indicaciones de la EET<sup>1</sup>. Dichas indicaciones se han ido ampliando a lo largo de los años, gracias a las mejoras de la tecnología y los perfiles de seguridad de las intervenciones de extracción.

Las indicaciones más claras para la EET son las infecciones de DEIC evidenciadas por una endocarditis valvular, una endocarditis del electrodo, una sepsis, un absceso en el bolsillo del dispositivo, una erosión producida por el dispositivo, una fístula con drenaje crónico o incluso una bacteriemia oculta por grampositivos sin que haya ningún foco alternativo. Estas indicaciones relacionadas con

\* Autor para correspondencia: Cleveland Clinic Foundation, 9500 Euclid Ave, J2-2, Cleveland, Ohio, 44195, Estados Unidos.

Correo electrónico: [wilkoff@ccf.org](mailto:wilkoff@ccf.org) (B.L. Wilkoff).

Full English text available from: [www.revvespcardiol.org/en](http://www.revvespcardiol.org/en)

una infección tienen asignadas en las guías una recomendación de clase I.

El segundo grupo de indicaciones de clase I del documento de consenso de la *Heart Rhythm Society* corresponde a las complicaciones del acceso venoso y endovascular. Entre ellas se encuentran la tromboembolia a causa de un trombo formado sobre el electrodo o un fragmento del mismo, la oclusión bilateral de la vena cava superior o de las venas subclavias bilaterales que impide la implantación de un electrodo transvenoso necesario, la preparación de un despliegue de *stent* en una vena que ya contiene un cable de electrodo transvenoso, la oclusión o la estenosis sintomática de la vena cava superior, y la oclusión venosa homolateral que impide el acceso venoso para añadir un electrodo necesario, cuando existe una contraindicación para el uso de una vía contralateral.

El tercer grupo de indicaciones de clase I hace referencia a la extracción de electrodos funcionales en pacientes con arritmias con peligro para la vida secundarias a electrodos retenidos, así como de electrodos que comportan una amenaza inmediata para el paciente si se dejan colocados (debido a su diseño o a un fallo), y en los pacientes en quienes los electrodos interfieren en la función apropiada del DEIC o en el tratamiento de una enfermedad maligna.

Es razonable realizar la EET (indicaciones de clase II) en los pacientes con bacteriemia oculta por gramnegativos, en los que presentan un dolor crónico intenso relacionado con el cable o el dispositivo que no puede controlarse médicamente en ausencia de una alternativa aceptable, y en aquellos con una oclusión venosa homolateral que impide el acceso para añadir un electrodo necesario, si no hay contraindicaciones para el uso de una vía contralateral. Además, los electrodos funcionales abandonados que pueden interferir en la función adecuada de un DEIC, los que comportan una amenaza futura para el paciente y los electrodos funcionales abandonados constituyen indicaciones de clase II. En los pacientes en quienes se requieran exploraciones de resonancia magnética, la EET puede ser razonable cuando la exploración por la imagen sea una necesidad absoluta y no haya alternativa, así como en los pacientes en los que se utiliza un sistema de DEIC compatible con la resonancia magnética.

Mientras que los riesgos específicos del paciente que precisa una EET frente al abandono del electrodo deben evaluarse individualmente caso por caso, el proceso de toma de decisiones puede resultar difícil en aquellos con indicaciones de clase II. En estas situaciones, la edad del paciente, la experiencia del operador y del centro, el número y la antigüedad de los electrodos implantados, y la comorbilidad, incluida la esternotomía previa, influyen de manera importante en la decisión. Dado su potencial inherente de morbilidad y mortalidad, la EET puede no estar justificada en los pacientes con mal pronóstico y en todos los casos en que los riesgos de la intervención sean claramente superiores a los riesgos que comporta el abandono del electrodo.

Por último, las EET están contraindicadas (clase III) en los casos de infección superficial o de la herida sin afectación del dispositivo ni de los electrodos, así como en los pacientes en quienes es necesario emplear antibióticos supresores a largo plazo para tratar una bacteriemia crónica de un origen distinto del DEIC.

## CÓMO: CONSIDERACIONES PREVIAS A LA INTERVENCIÓN, INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS

### Consideraciones previas a la intervención

Es imprescindible llevar a cabo una evaluación detallada del paciente y una preparación exhaustiva de la intervención, lo cual incluirá los antecedentes completos de manejo del DEIC y la evaluación de la comorbilidad del paciente. Esto permite formular

un plan de manejo del DEIC a largo plazo, sobre todo en los pacientes con dependencia de marcapasos y en los que han respondido al tratamiento de resincronización cardíaca. El conocimiento de las propiedades físicas y del estado de los electrodos implantados, así como de su antigüedad, es fundamental para elaborar la estrategia de extracción y reimplantación. En los casos de infección del dispositivo, una ecocardiografía transesofágica aporta información respecto a la situación basal. Las vegetaciones muy grandes o la endocarditis valvular que cumplen los criterios para un tratamiento quirúrgico hacen que, desde un punto de vista estratégico, sea preferible la extracción quirúrgica. Los antecedentes de esternotomía o toracotomía modifican el abordaje de las intervenciones quirúrgicas de rescate, que plantean un reto mucho mayor en el contexto de una emergencia. La localización de un injerto vascular de mamaria interna es importante en estos pacientes, y podría llevar a la indicación de una toracotomía lateral de rescate en vez de una esternotomía.

En la práctica clínica actual, la intervención se realiza en todos los pacientes bajo anestesia general, con monitorización hemodinámica invasiva y una vía venosa central de gran calibre. En los pacientes con dependencia de marcapasos se utiliza un marcapasos temporal con cable, normalmente por vía venosa femoral. La preparación estéril incluye en general el dispositivo/lugar de extracción, la zona contralateral y ambas regiones inguinales.

### Instrumentos

Para una intervención de extracción satisfactoria pueden llegar a ser necesarios numerosos instrumentos. El desarrollo de nuevos instrumentos para la EET ha aumentado la seguridad y la eficacia de estas intervenciones.

#### *Estiletos de bloqueo*

La capacidad del operador de extraer con éxito un electrodo mediante tracción depende directamente de la estructura del cable del electrodo y de su fuerza tensora<sup>6</sup>. Los estiletos de bloqueo se desarrollaron con el objetivo principal de controlar las propiedades tensoras del cuerpo del electrodo. Su uso fortalece la fuerza tensora del cuerpo del electrodo, la transmisión de la fuerza de tracción a la punta del electrodo y, por lo tanto, reduce el riesgo de elongación y fractura del cuerpo del electrodo, lo cual facilita una extracción completa<sup>7</sup>.

Los dos estiletos de bloqueo utilizados con mayor frecuencia son el Liberator<sup>®</sup> (Cook Medical, Estados Unidos) y el Lead Locking Device<sup>®</sup> (Spectranetics, Estados Unidos). El primero produce un bloqueo en la punta distal del estilete, mientras que el segundo sujeta múltiples puntos a lo largo del cuerpo del electrodo. Los instrumentos Bulldog<sup>™</sup> y One-Tie<sup>®</sup> (ambos de Cook Medical, Estados Unidos) son también ayudas útiles para obtener un control del cuerpo del electrodo.

En nuestra práctica clínica, los estiletos de bloqueo facilitan la extracción completa del electrodo en más del 98% de las extracciones.

#### *Vainas telescópicas mecánicas*

Estas vainas no disponen de fuente de energía y consisten en una vaina flexible interna y otra vaina externa más rígida hecha de teflón, polipropileno o acero. Las vainas telescópicas se introducen a lo largo del cuerpo del electrodo para permitir la rotura del tejido fibroso. El avance alternativo de las dos vainas sobre el cuerpo del electrodo rompe las adherencias fibrosas entre el electrodo y la

vena. Las vainas se empujan con movimientos alternos en el sentido de las agujas del reloj y en sentido contrario, y con la tensión suficiente en el estilete de bloqueo. Una tracción suficiente sobre el estilete de bloqueo, con una colocación apropiada del electrodo en el espacio vascular, le permite actuar como raíl de guía del avance de la vaina y evitar dañar el electrodo o el vaso sanguíneo.

En nuestra práctica clínica, al igual que en muchos informes publicados, las vainas telescópicas han resultado necesarias para el éxito de las EET<sup>7-9</sup>.

#### *Vainas con fuente de energía*

Estas vainas utilizan diversas fuentes de energía para facilitar la rotura de las adherencias que producen una encapsulación alrededor del electrodo. El sistema más comúnmente utilizado es el de láser *excimer* (Spectranetics, Estados Unidos), que utiliza un láser ultravioleta pulsado, con una longitud de onda de 308 nm. Se introduce la vaina sobre el cuerpo del electrodo y se aplica el láser pulsado cuando hay adherencias fibrosas que dificultan el avance de la vaina. Los pulsos de láser se originan de forma circular en la punta de la vaina y permiten la destrucción de las adherencias fibrosas mediante reacciones fotoquímicas y fototérmicas<sup>10</sup>. En la punta de la vaina, la energía del láser permite la ablación del tejido a una profundidad de 50  $\mu\text{m}$  respecto a la punta.

La introducción de las vainas de láser representa un verdadero hito en este campo, y estas vainas han pasado a ser una piedra angular de las EET. Aunque es posible realizar con éxito la extracción sin utilizar instrumentos de láser, estos son los más versátiles después del estilete de bloqueo. Los estudios publicados han puesto de manifiesto que permiten una retirada más completa del electrodo, en comparación con las vainas telescópicas mecánicas, sin que con ello aumenten los riesgos de la intervención<sup>11-13</sup>.

También son muy versátiles, en especial para romper el tejido fibroso o calcificado, las vainas dilatadoras mecánicas Evolution<sup>®</sup> y Evolution<sup>®</sup> RL (Cook Medical, Estados Unidos). Se trata de vainas manuales, con fuente de energía, que disponen de una punta de disección de acero inoxidable con corte espiral (no RL) o de una punta en forma de decágono (RL). En nuestra experiencia, estas vainas han resultado de mucha utilidad tanto al emplearlas como instrumento para una intervención primaria como para el rescate cuando con otros instrumentos no se ha conseguido realizar una extracción con éxito<sup>14</sup>, sobre todo en presencia de calcificaciones intensas en los lugares de acceso venoso.

#### *Sistemas de extracción (lazo hemodinámico)*

El abordaje mediante un lazo hemodinámico utilizando el acceso por vía yugular interna o femoral Byrd Workstation<sup>™</sup> (Cook Medical, Estados Unidos) resulta útil cuando el material del electrodo no es accesible desde la vena utilizada para la implantación, como ocurre en presencia de una fractura o corte del cable, a menudo como método de rescate cuando fracasan los intentos de extracción desde la vena de la implantación. Puede usarse también como vía de abordaje primaria para la extracción.

Este sistema tiene una vaina externa de 16-F con una válvula hemostática unidireccional que permite la introducción de una vaina interna de 12-F o diversos lazos hemodinámicos. Los lazos disponibles son el lazo *Needle's Eye Snare*, la guía con deflexión de la punta, la cesta Dotter, el lazo Tulip y el lazo en cuello de ganso Amplatz. Estos lazos pueden utilizarse para sujetar y recuperar fragmentos del electrodo, y en muchos casos nos han permitido una extracción completa del material. En nuestra experiencia, los sistemas de extracción con lazos hemodinámicos son necesarios en alrededor del 2% del total de las EET.

## **Consideraciones técnicas**

La mayoría de las veces es suficiente una sola incisión para las extracciones realizadas a través de la vena de implantación, pero en ocasiones pueden precisarse dos incisiones distintas, una sobre el lugar de entrada vascular y otra a la altura del bolsillo. En los bolsillos con erosiones se realiza una incisión a nivel del lugar de acceso vascular y, en general, una incisión elíptica para extraer el área erosionada. En la infección de un DEIC suele desbridarse todo el tejido fibroso que produce una encapsulación del dispositivo. En todas las EET se disecciona la totalidad de los electrodos y las mangas de anclaje, liberándolos de las adherencias a la altura del bolsillo, y se cierra el lugar de acceso vascular antes de intentar la extracción. Cuando se ha programado un reimplante en la misma intervención, en general se realiza un acceso venoso para el reimplante antes de hacer ningún intento de extracción.

Durante la extracción de electrodos, los principios importantes que deben seguirse son la disección de las adherencias fibrosas según sea necesario, el control de todo el cuerpo del electrodo y la contracción en la punta del electrodo. Los estiletes de bloqueo se usan para controlar la espiral conductora hasta la punta del electrodo, y habitualmente se emplea un hilo anudado en el aislamiento para unir el aislamiento externo del electrodo con el conductor. Suele seguirse un método escalonado para las extracciones. A veces, una tracción leve con un estilete estándar o una tracción sobre un estilete de bloqueo con un hilo unido al aislamiento resultan efectivas. Si no es suficiente, se usan vainas con fuente de energía; en nuestro caso, principalmente vainas de láser. Los sistemas de extracción femorales y los lazos hemodinámicos se emplean en general como estrategia de rescate para las EET que se realizan a través de las venas de implantación.

Durante el avance de las vainas con fuente de energía o sin ella sobre el cuerpo del electrodo, se aplica una tracción suficiente a este para permitir que actúe como raíl de guía para el avance de la vaina. Esto es importante para evitar que se produzca una lesión vascular como consecuencia del avance de la vaina, sobre todo en los giros venosos (unión del tronco innominado y la vena cava superior, unión de la vena cava superior y la aurícula derecha). Se ejerce una contrapresión con la vaina que se está introduciendo, y es la fuerza de avance simultánea la que permite romper las adherencias fibrosas. Una vez introducida la vaina hasta la interfase entre la punta del electrodo y el miocardio se aplica una contracción, manteniendo la vaina estática y traccionando del electrodo hacia el interior de la vaina, empujando el último fragmento de fibrosis para apartarlo y dejarlo detrás sobre el miocardio. Esta técnica limita la tracción directa sobre el corazón, que distorsiona el movimiento de la pared, y reduce el riesgo de perforación del miocardio.

## **DÓNDE: LA LOCALIZACIÓN ES IMPORTANTE**

Las complicaciones catastróficas que requieren intervenciones quirúrgicas o endovasculares mayores se producen tan solo de forma excepcional en los centros de gran volumen que disponen de operadores con experiencia. En nuestra práctica clínica han ocurrido en alrededor del 1% de las EET, pero aun así se asociaron a una mortalidad a 1 mes de alrededor de un 35% cuando se produjeron<sup>15</sup>. No obstante, en aproximadamente dos terceras partes de los pacientes con complicaciones catastróficas fue posible un rescate con una intervención quirúrgica o endovascular inmediata.

Esta observación enfatiza las recomendaciones del documento de consenso de la *Heart Rhythm Society* y la *Heart Rhythm Association* respecto a que la EET debe realizarse solo en centros con programas bien acreditados de cirugía cardíaca y de cateterismo cardíaco. El cirujano cardiotorácico debe estar físicamente en el centro, y el equipo quirúrgico tiene que

estar preparado para intervenir con una toracotomía o una esternotomía en un plazo de 5 a 10 minutos tras el desgarro de la vena cava superior; si no, es muy probable que el desenlace sea mortal.

## CONCLUSIONES

En el campo de las EET se han producido impresionantes avances en las dos últimas décadas. Hay una necesidad creciente de extracciones de electrodos y dispositivos, paralela al aumento de las implantaciones de dispositivos. Las infecciones siguen siendo la principal indicación para las extracciones de electrodos y dispositivos. La extracción de electrodos no infectados continúa siendo objeto de controversia, pero es preciso comparar los riesgos de la extracción con los riesgos que comporta el abandono del electrodo, de manera individualizada en cada caso. Los importantes desarrollos tecnológicos han aumentado la seguridad y la eficacia de las intervenciones de extracción, pero continúan siendo de alto riesgo y deben realizarlas operadores con experiencia en centros que dispongan del apoyo quirúrgico y endovascular apropiado. En ese contexto, el riesgo de complicaciones catastróficas es bajo, pero es esencial poder realizar intervenciones inmediatas para evitar un desenlace mortal.

## CONFLICTO DE INTERESES

B.L. Wilkoff es consultor de Medtronic Inc., St. Jude Medical Inc., Boston Scientific Inc. y Spectranetics.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Wilkoff BL, Love CJ, Byrd CL, Bongiorno MG, Carrillo RG, Crossley 3rd GH, et al. Heart Rhythm Society expert consensus on facilities, training, indications, and patient management. *Heart Rhythm*. 2009;6:1085-104.
2. Wazni O, Epstein LM, Carrillo RG, Love C, Adler SW, Riggio DW, et al. Lead extraction in the contemporary setting: the LExICon study: an observational retrospective study of consecutive laser lead extractions. *J Am Coll Cardiol*. 2010;55:579-86.
3. Deharo JC, Bongiorno MG, Rozkovec A, Bracke F, Defaye P, Fernandez-Lozano I, et al. Pathways for training and accreditation for transvenous lead extraction: a European Heart Rhythm Association position paper. *Europace*. 2012;14:124-34.
4. Smith HJ, Fearnot NE, Byrd CL, Wilkoff BL, Love CJ, Sellers TD. Five-years experience with intravascular lead extraction. U.S. Lead Extraction Database. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1994;17:2016-20.
5. Bracke FA, Meijer A, Van Gelder B. Learning curve characteristics of pacing lead extraction with a laser sheath. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1998;21:2309-13.
6. Smith MC, Love CJ. Extraction of transvenous pacing and ICD leads. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2008;31:736-52.
7. Fearnot NE, Smith HJ, Goode LB, Byrd CL, Wilkoff BL, Sellers TD. Intravascular lead extraction using locking stylets, sheaths, and other techniques. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1990;13:1864-70.
8. Byrd CL, Schwartz SJ, Hedin N. Intravascular techniques for extraction of permanent pacemaker leads. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1991;101:989-97.
9. Brodell GK, Castle LW, Maloney JD, Wilkoff BL. Chronic transvenous pacemaker lead removal using a unique, sequential transvenous system. *Am J Cardiol*. 1990;66:964-6.
10. Gijbsbers GH, Van den Broecke DG, Sprangers RL, Van Gemert MJ. Effect of force on ablation depth for a XeCl excimer laser beam delivered by an optical fiber in contact with arterial tissue under saline. *Lasers Surg Med*. 1992;12:576-84.
11. Wilkoff BL, Byrd CL, Love CJ, Hayes DL, Sellers TD, Schaerf R, et al. Pacemaker lead extraction with the laser sheath: results of the pacing lead extraction with the excimer sheath (PLEXES) trial. *J Am Coll Cardiol*. 1999;33:1671-6.
12. Byrd CL, Wilkoff BL, Love CJ, Sellers TD, Reiser C. Clinical study of the laser sheath for lead extraction: the total experience in the United States. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2002;25:804-8.
13. Epstein LM, Byrd CL, Wilkoff BL, Love CJ, Sellers TD, Hayes DL, et al. Initial experience with larger laser sheaths for the removal of transvenous pacemaker and implantable defibrillator leads. *Circulation*. 1999;100:516-25.
14. Hussein AA, Wilkoff BL, Martin DO, Karim S, Kanj M, Callahan T, et al. Initial experience with the Evolution mechanical dilator sheath for lead extraction: safety and efficacy. *Heart Rhythm*. 2010;7:870-3.
15. 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.