



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN.



HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO

EXTRACCION DE ELECTRODOS DE MARCAPASO, IMPLEMENTACIÓN DE UNA TÉCNICA

TESIS DE POSGRADO.

PARA OBTENER EL GRADO DE :
ESPECIALISTA EN MEDICINA DE URGENCIAS.

PRESENTA:
LUIS FRANCISCO ARIAS VELARDE.

ASESOR DE TESIS:
DR. LUIS GERARDO MOLINA FERNANDEZ DE LARA

PROFESOR TITULAR:
DR. JORGE ENRIQUE RAMIREZ VELAZQUEZ

MÉXICO, D.F., 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dr. Jorge Enrique Ramírez Velázquez .
Profesor Titular del Curso de Medicina de Urgencias.
Hospital General de México

Dr. Luis Gerardo Molina Fernández de Lara.
Asesor de tesis.
Coordinador de la unidad de electrofisiología cardíaca.
UNAM

Dr. Huberto Federico Hernández Martínez
Profesor Adjunto del Curso de Medicina de Urgencias.
Hospital General de México

Dra. María del Carmen Cedillo Pérez
Jefa del departamento de posgrado
Hospital General de México

José Francisco González Martínez
Jefe de enseñanza
Hospital General de México

AGRADECIMIENTO

AL HOSPITAL GENERAL DE MEXICO

Por ser esta gran institución altruista a la cual a lo largo de estos tres años me ha dado los cimientos necesarios para ser médico en urgencias, a través de su infraestructura hospitalaria, su excelente grupo de médicos y sobre todo por sus nobles pacientes quienes con su enfermedad contribuyen a la aplicación y generación de conocimiento.

A MIS MAESTROS:

Quienes son un selecto grupo de médicos quien me enseñaron el arte de la Medicina de Urgencias, sin olvidar el aspecto humanitario de esta a pesar del avance tecnológico; por su tiempo empatía, ejemplo, conocimiento y experiencia. Expreso agradecimiento especial del Dr. Luis Gerardo Molina Fernández de Lara, Dr. Jorge Enrique Ramírez Velázquez y Dr. Humberto Federico Hernández Martínez por su incondicional apoyo y notable interés en mi formación.

Un Agradecimiento especial a Gabriela Moreno Jiménez Médico pasante de servicio social de la Unidad de Electrofisiología cardíaca UNAM por su apoyo y orientación en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA:

A MI FAMILIA:

Con mucho cariño, a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo Papá y Mamá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mi, aunque hemos pasado momentos difíciles, siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, por todo esto les agradezco de todo corazón el que estén conmigo a mi lado.

Los quiero con todo mi corazón y este trabajo que me llevo unos meses hacerlo es para ustedes, solamente les estoy devolviendo lo que ustedes me dieron en un principio.

A mi hermano Irving A. Arias y Mis sobrinas María y Jazmín por estar conmigo y apoyarme siempre.

Gracias a esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda ahora me toca regresar un poco de todo lo inmenso que me han otorgado. Con todo mi cariño esta tesis se las dedico a ustedes

ÍNDICE

- I. Introducción**
- II. Objetivo y justificación**
- III. Marco teórico**
 - a. Historia
 - i. Estimulación cardíaca
 - ii. Extracción de marcapasos
 - b. Tipos de electrodos de marcapaso
 - c. Retiro de electrodos
- IV. Extracción de electrodos**
 - a. Técnicas
 - b. Indicaciones
 - c. Complicaciones
 - d. Equipo
- V. Extracción de electrodos en la Unidad de Electrofisiología Cardíaca**
 - a. Método
 - i. Técnica implementada
 - b. Pacientes
 - c. Resultados
- VI. Conclusión**
- VII. Bibliografía**

ÍNDICE NUMERADO

IMPLEMENTACIÓN DE UNA TÉCNICA PARA EXTRACCION DE ELECTRODOS DE MARCAPASO EN LA UNIDAD DE ELECTROFISIOLOGÍA CARDIACA – UNAM	1
ÍNDICE	3
INTRODUCCION	7
JUSTIFICACIÓN	7
OBJETIVO	8
MARCO TEÓRICO	8
HISTORIA	8
TIPOS DE ELECTRODOS	10
RETIRO DE ELECTRODOS	11
EXTRACCIÓN DE ELECTRODOS	12
TÉCNICAS	12
INDICACIONES PARA LA EXTRACCIÓN DE ELECTRODOS DE MARCAPASO	15
COMPLICACIONES	16
EQUIPO	18
EXTRACCIÓN DE ELECTRODOS EN LA UNIDAD DE ELECTROFISIOLOGIA CARDIACA	24
MÉTODO EMPLEADO	24
CONCLUSIÓN	31
BIBLIOGRAFÍA	32

INTRODUCCION

Gracias al desarrollo tecnológico en estimulación cardíaca actualmente se pueden tratar numerosos trastornos del ritmo cardíaco con diferentes dispositivos: marcapasos, desfibriladores automáticos implantables (DAI) y sincronizadores ventriculares. La terapia de estimulación cardíaca con dispositivos cardíacos implantables (DCIs) implica colocar generadores en tejido subcutáneo y cables o electrodos dentro de estructuras vasculares y cavidades cardíacas. Tanto el número de dispositivos que se colocan anualmente, como la sofisticación de los generadores, electrodos y técnicas de implantación han tenido un crecimiento sostenido, mientras que el desarrollo de las técnicas de extracción de electrodos (EE) no ha sido paralelo.

La EE es un proceso técnicamente complejo, con riesgo de graves complicaciones. El principal obstáculo para retirar los electrodos de forma segura y eficaz es el riesgo de lesionar estructuras en su trayecto ya que la porción endovascular de los DCIs sufre un proceso de endotelización y fibrosis con formación de adherencias sobre los electrodos a la pared vascular y al endocardio. El riesgo de lesionar estructuras y presentar complicaciones como hemorragias graves o perforación del miocardio es mayor cuanto más tiempo desde la colocación de los electrodos haya transcurrido.

JUSTIFICACIÓN

La terapia con estimulación cardíaca comprende desde la colocación del DCI, programación, optimización y vigilancia, hasta el retiro de sus componentes. La Unidad de Electrofisiología Cardíaca es un centro de referencia altamente especializado para el tratamiento de trastornos del ritmo donde se colocan alrededor de 200 DCIs anualmente. Para brindar atención en todas las etapas que comprende la terapia de estimulación cardíaca es imprescindible contar con el equipo especializado y personal entrenado para llevar a cabo la extracción de

electrodos de forma segura y eficaz. La implementación de una técnica para extracción de electrodos en la Unidad de Electrofisiología Cardíaca de la UNAM en el Hospital General de México es el tema de esta tesis.

OBJETIVO

Llevar a cabo una revisión de las publicaciones de extracción de electrodos a nivel mundial con énfasis en las indicaciones y los requerimientos de infraestructura y personal para llevarla a cabo.

Analizar la eficacia y seguridad de la primera experiencia en extracción de electrodos en la Unidad Electrofisiología Cardíaca.

MARCO TEÓRICO

HISTORIA

ESTIMULACIÓN CARDÍACA

El uso de la estimulación cardíaca con fines terapéuticos inició en el siglo XIX y se desarrolló lentamente durante el siglo XX. Fue a finales de la década de 1950 cuando gracias a los avances logrados, su aplicación clínica más allá del ámbito experimental fue posible. A continuación enumeramos los acontecimientos más relevantes en la historia de la estimulación cardíaca.

- 1899 - JA McWilliam publicó en el British Medical Journal la aplicación de un impulso eléctrico al corazón humano en asistolia.
- 1926 - El Dr. Mark C Lidwell y el físico Edward H Stan de la Universidad de Sydney construyeron un aparato conectado a una fuente de corriente fue usado para reanimación mediante impulsos eléctricos.
- 1950 - El ingeniero eléctrico John Hopps y el cirujano cardio-torácico Wilfred Gordon Bigelow diseñaron un dispositivo de estimulación transcutánea en el Hospital General de Toronto.
- 1957 - El Dr. William L. Weirich de la Universidad de Minnesota reportó los efectos hemodinámicos de la estimulación cardíaca en animales

con bloqueos de la conducción.

- 1958 – El médico colombiano Alberto Vejarano Laverde y el ingeniero Jorge Reyneros Pomo construyeron el primer dispositivo de estimulación cardíaca alimentado por baterías, cuyo peso era 45 kg. En Minnesota, el Dr. Walton Lillehei colocó un marcapaso portátil construido por el ingeniero Earl Bakken que usaba el mecanismo de un metrónomo de transistores alimentado por baterías portátiles. En el Instituto Karolinska, Suecia, el cirujano Ake Senning colocó el primer marcapaso implantable diseñado por Rune Elmqvist.

EXTRACCIÓN DE ELECTRODOS

A partir de 1960 el número de pacientes con marcapasos implantables creció de forma sostenida a nivel mundial. Los DCIs son seguros y eficaces, pero no están exentos de complicaciones. Entre los problemas clínicos que acompañaron a los primeros marcapasos se encontraron oclusión venosa e infecciones. El desarrollo de las técnicas para retiro de electrodos fue lento y limitado debido a las complicaciones graves, e incluso mortales asociadas.

En la década de 1970 se empleó la técnica de tracción continua para retiro de electrodos. Consiste en colocar un peso o una fuerza de tracción en el extremo proximal del electrodo. Uno de los inconvenientes de esta técnica es el tiempo bajo tracción continua requerido para lograr el retiro de electrodos, según los casos publicados, fue de hasta 10 días.(1)(2) Otro inconveniente es el riesgo de ruptura del electrodo, de lesión vascular y en el peor de los casos, inversión miocárdica, una grave complicación con alta letalidad.

Los primeros casos de extracción de electrodos (EE) fueron publicados en 1980.(3) En 1985 Maisch y colaboradores llevaron a cabo exitosamente la extracción de un electrodo usando un catéter cola de cochino y un catéter de asa para polipectomía.(4) A finales de la década de 1980 ingenieros de Cook

Medical Corporation comenzaron el diseño de herramientas especializadas para extracción de electrodos en colaboración con un grupo de médicos. (3) Jorgen Meibom de Dinamarca contribuyó con el estilete de bloqueo distal, Charles Byrd de Estados Unidos desarrolló las vainas telescópicas de contratracción, ambos mecanismos aún se usan actualmente. A continuación citamos las primeras experiencias de extracción de electrodos con equipo especializado.

- 1989 – Extracción de electrodos mediante vainas de contra tracción de *Cook Medical Corporation* por el grupo de conformado por Centella, Oliva y colaboradores del Hospital Ramón y Cajal de Madrid.(5)
- 1991 – Extracción de electrodos con estiletes de bloqueo y dilatadores de *Cook Medical Corporation* por Goode, Byrd, Wilkoff y colaboradores.(6)(7)

INDICACIONES, CONSENSO Y GUÍAS DE EXTRACCIÓN DE ELECTRODOS

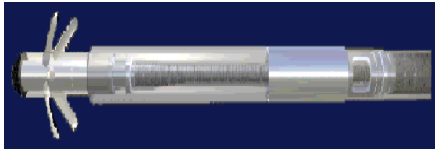
En 1997 la Sociedad Norteamericana de Electrofisiología - NASPE, ahora *Heart Rhythm Society*, convocó a una conferencia para formalizar las indicaciones, requerimientos, entrenamiento, y técnicas de extracción de electrodos. El resultado fue la publicación en el año 2000 de las primeras guías sobre indicaciones y requerimientos para extracción de electrodos(8). Fueron actualizadas en 2008 y son las que se encuentran vigentes actualmente(9).

TIPOS DE ELECTRODOS

Los electrodos de marcapasos temporales a diferencia de los definitivos, no tienen un mecanismo de fijación. Se pueden retirar mediante tracción simple, con mínimo riesgo de complicaciones ya que en el tiempo que permanecen dentro de estructuras vasculares y cardiacas no se forman adherencias.

Los electrodos de marcapaso definitivo pueden ser de fijación pasiva o activa.

Figura 1.



Electrodo de fijación pasiva



Electrodo de fijación activa

Los electrodos de fijación pasiva tienen una estructura con forma de ancla en el extremo distal del cable. Cuando esta “ancla” está en contacto con el endocardio del ventrículo derecho, queda sujeta bajo trabéculas de esta cavidad. La extracción de electrodos de fijación pasiva es particularmente complicada debido a la fibrosis que se forma en el extremo distal del cable.

El extremo distal de los electrodos de fijación activa tiene forma de tornillo. Durante la colocación de este tipo de cables, se avanza el extremo distal hasta que queda en contacto con el miocardio y se gira de forma que quede fijo.

RETIRO DE ELECTRODOS

Retiro de electrodos y extracción de electrodos (EE) son dos conceptos muy relacionados entre sí, pero cuyas diferencias es importante precisar:

- **Retiro de electrodos:** se refiere a la eliminación de un cable que se encuentra dentro de una estructura vascular o cavidad cardíaca usando cualquier técnica, incluida la tracción simple no instrumentada. La tracción simple conlleva riesgo de graves complicaciones, especialmente en electrodos colocados por más de 12 meses. Entre las complicaciones se encuentran: desgarro de la pared vascular, lesión, desgarro o perforación del miocardio. Por esta razón la tracción simple no es una técnica viable para el retiro rutinario de electrodos.(9)

- **Extracción de electrodos:** se refiere a la eliminación de un cable que se encuentra dentro de una estructura vascular o cavidad cardiaca:(9)
 - usando instrumentos especializados
 - a través de una vía de acceso diferente a la vena por la que fue colocado inicialmente
 - cuando el electrodo en cuestión ha permanecido implantado por 12 meses o más.

EXTRACCIÓN DE ELECTRODOS

TÉCNICAS

Existen diferentes sistemas para extracción percutánea de electrodos que describiremos a continuación.

a. Dispositivos de tracción

Sujetan el electrodo o sus fragmentos mediante estiletes de bloqueo o suturas. Se introducen por el interior del conductor a lo largo de su longitud hasta llegar al extremo más distal. Esta técnica mejora la mecánica de la tracción, disminuyendo el riesgo de ruptura del electrodo. Fig. 2

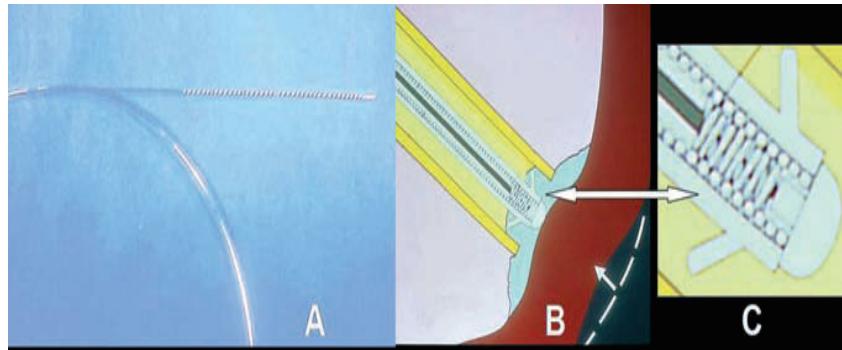


Figura. 2. A: estilete de fijación (Liberador, Cook Vascular Inc.) Estos estiletes se progresan a través del cuerpo del cable hasta el extremo distal. Una vez en la posición adecuada, se realiza la tracción de un resorte en su extremo proximal, para formar un ovrillo (B) que bloquea el ánima del cable. C: detalle del bloqueo del cable en su porción distal.

b. Dispositivos láser

Consisten en vainas con láser en el extremo distal que al ser avanzadas sobre el cuerpo del electrodo disecan el tejido fibrótico. Son muy efectivas para la porción de los electrodos en contacto con el ventrículo, sin embargo en estructuras friables como la vena cava superior frecuentemente provocan lesiones. Figura 3.



Figura 3. Sistemas de extracción y generador laser (Spectranetics)

c. Fundas mecánicas.

Son fundas que se avanzan manualmente por la parte externa del electrodo y disecan el tejido fibrótico entre el cable y la pared vascular. Pueden ser de metal, teflón ó polipropileno. Fig 4

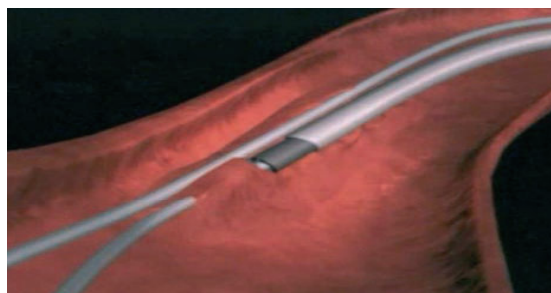


Figura 4: Vaina de disección.

d. Vainas de electrocirugía

El extremo distal de las vainas avanza sobre la porción endovascular del electrodo diseccionando las adherencias mediante electrocauterización ó radiofrecuencia. Fig. 5.

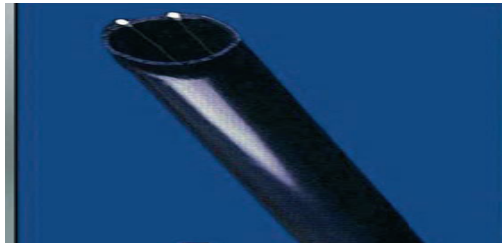


Figura 5. Vaina de disección por electrocauterio/radiofrecuencia (EDS, Cook Vascular Inc.), detalle de la punta de la vaina.

e. Fundas con rosca rotatoria

La punta de las vainas disecciona el tejido fibroso por movimientos rotatorios. Figura 6.



Fig. 6 Están equipadas con un mecanismo de tornillo rotatorio de rosca con amplificador en la punta de la funda que corta el tejido fibroso.

f. Fundas telescópicas

Consiste en un sistema dos vainas, una rígida y una flexible que avanzan una sobre otras a través del cuerpo del electrodo evitando doblarlo o traccionarlo.

INDICACIONES PARA LA EXTRACCIÓN DE ELECTRODOS DE MARCAPASO

La eficacia y seguridad de las técnicas de extracción de electrodos han supuesto un aumento progresivo de las indicaciones de extracción. En principio sólo se considera necesaria la extracción en aquellos casos en los que la gravedad de las complicaciones derivadas de un electrodo implantado justifica el riesgo de su retiro. La extracción de electrodos sigue siendo un procedimiento complejo, sin embargo se han disminuido los riesgos asociados a la toracotomía o las complicaciones derivadas de la tracción simple.

Para decidir si se realiza o no el proceso de extracción, es necesario tener en cuenta factores como la edad y sexo del paciente, comorbilidades, presencia de calcificaciones alrededor del electrodo, presencia de vegetaciones, antigüedad del implante, número de electrodos o estado y características del mismo.

En las primeras guías del año 2000 se definieron las indicaciones, contraindicaciones, efectos adversos, técnicas de extracción, además de las características necesarias del personal médico, infraestructura indispensable y preparación del candidato para la realización de este tipo de procedimientos. (8)

Las recomendaciones emitidas por la *Heart Rhythm Society* en 2008 engloban las recomendaciones basadas en evidencia vigentes para decidir llevar a cabo una extracción de electrodos.(9)

Las indicaciones más frecuentes de extracción de electrodos son: infección, migración de electrodos, electrodos disfuncionales con altos umbrales de estimulación/detección, electrodos disfuncionales por deterioro del material conductor o aislante e interferencia entre electrodos. La Tabla 1. resume las recomendaciones de las guías vigentes: “*Transvenous lead extraction: Heart Rhythm Society expert consensus on facilities, training, indications, and patient management: endorsed by the American Heart Association (AHA). 2009*”(9)

Tabla 1: Recomendaciones de *Heart Rhythm Society* para retiro de electrodos de marcapaso y desfibrilador automático implantable (DAI).

CLASE I	CLASE II	CLASE III
Septicemia o endocarditis como resultado de infección documentada en cualquier parte del sistema intravascular de estimulación.	Electrodos no funcionales en pacientes jóvenes.	Disfunción de un único electrodo en pacientes mayores.
Infección de la bolsa aun cuando la afección de los electrodos no sea clínicamente evidente.	Infección localizada de la bolsa, sin afección de la porción intravascular del sistema.	Cualquier situación en la que el riesgo de retiro sea mayor que el beneficio que se espera conseguir.
Oclusión de las venas de acceso, cuando se requiere implantar un nuevo dispositivo.	Electrodo cuya disfunción representa una amenaza para la vida del paciente si no se retira.	Electrodos funcionales que pueden reutilizarse tras el cambio de generador.
Arritmias malignas producidas por la presencia de fragmentos de electrodos.	Infección oculta que cuya única causa sospechosa es el dispositivo o sus componentes.	
Retención de un electrodo que supone una amenaza física inminente para el paciente.	Dolor crónico en el lugar de la bolsa del generador, no tratable y sin tratamiento alternativo aceptable.	
Tromboembolia clínicamente significativa producida por la retención de electrodos.	Interferencia de un electrodo con otros tratamientos médicos. (ej oncológicos)	
Interferencia de un electrodo con el funcionamiento de otro dispositivo	Traumatismos en el lugar de acceso del marcapaso que impida la reconstrucción de la cubierta cutánea.	

COMPLICACIONES

Con el retiro de electrodos por vía trans-venosa con instrumentos especializados,

extracción de electrodos, se han reducido significativamente la morbi-mortalidad así como los riesgos asociados a otras técnicas de retiro como la tracción simple, la tracción continua y la toracotomía. Más aún la eficacia y seguridad de la extracción de electrodos con diferentes técnicas ha sido evaluada y demostrada por numerosos estudios.(10)(11)(12)(13)

Sin embargo, por lo ya mencionado anteriormente, se trata de un procedimiento complejo que no está exento de complicaciones. Las complicaciones de la extracción de electrodos pueden ser clasificadas en mayores y menores.(9) (14)

- **Complicación mayor**

Es aquella complicación relacionada con el procedimiento que:

- requiera intervención quirúrgica o transfusión para prevenir la muerte del paciente
- provoque la muerte
- provoque un serio daño funcional o estructural

- **Complicación menor**

Aquellas complicaciones relacionadas con el procedimiento que:

- requieran tratamiento médico
- requieran una intervención menor
- prolongación de la estancia hospitalaria
- limitación funcional del paciente

Las complicaciones mayores y menores observadas con frecuencia se encuentran resumidas en la Tabla 2.

Tabla 2. Tipos de complicaciones mayores y menores según la *Heart Rhythm Society*. (9)

Complicaciones Mayores	Complicaciones Menores
- Muerte	Derrame pericárdico que no precisa reparación quirúrgica.
- Desgarro/ rotura cardiaca o vascular que precisa toracotomía, pericardiocentesis, sonda endopleural o reparación quirúrgica	Embolia gaseosa con alteraciones hemodinámica
Hemotorax o hemorragia severa que requiere transfusión	Embolia pulmonar que no precisa intervención
Embolia pulmonar que requiere tratamiento quirúrgico	Reparación vascular próximo al lugar de implantación o entrada vascular
Paro respiratorio	Arritmia que no precisa cardioversión
Choque séptico	Edema/ inflamación en el brazo o trombosis venosa que requiere tratamiento.
Accidente cerebro vascular	Infección de Marcapaso en un lugar no infectado

EQUIPO

El desarrollo exitoso de un programa de extracción de electrodos requiere un equipo entrenado e instrumental especializado. Cada miembro del equipo es crucial para obtener resultados exitosos con una baja tasa de complicaciones. El personal involucrado en estos procedimientos debe estar familiarizado con el instrumental necesario y su funcionamiento. El ambiente en el que se desarrolla el procedimiento de extracción debe estar equipado para hacer frente a cualquier eventualidad.

PERSONAL ENTRENADO

El equipo especializado para extracción de electrodos debe de estar compuesto por:

Operador principal: El médico que realiza la extracción. Debe estar debidamente capacitado, con experiencia en el manejo del dispositivo implantado, la técnica de extracción y el manejo de las posibles complicaciones.

Cirujano cardio-torácico: un cirujano cardio-torácico con entrenamiento en el manejo y corrección inmediatos de las posibles complicaciones como desgarros vasculares o perforaciones ventriculares no sólo debe formar parte del equipo, sino que debe estar presente en todo momento durante la extracción.

Anestesiólogo: La extracción de electrodos debe llevarse a cabo en un quirófano con el paciente bajo anestesia general, con manejo avanzado de la vía aérea y lavado quirúrgico para realizar una toracotomía sin retraso en caso necesario.

Personal capacitado para operar los equipos de fluoroscopia.

AMBIENTE QUIRÚRGICO Y EQUIPAMIENTOS REQUERIDOS PARA EL PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN

i. **Ambiente:** quirófano, sala de hemodinamia o laboratorio de electrofisiología

ii. **Radiología:** fluoroscopio con “*calidad de angiografía*” con capacidad de almacenamiento de imágenes

iii. **Instrumental quirúrgico:** instrumental completo para

extracción, implante, reparación vascular, toracotomía, esternotomía y circulación extracorpórea disponible en el sitio

iv. **Instrumental especializado de extracción:** Estiletes, guías, cánulas e instrumental de accesos yugular y femoral, entre otros.

v. **Instrumental de implantación:** Todo el material “*usual*” para colocar un dispositivo de estimulación: guías, destornilladores para cables y generadores, capuchones de silicón, cables quirúrgicos.

vi. **Marcapaso externo:** preferiblemente con electrodo temporal de fijación activa (ej. Medtronic Mod.# 6416). En pacientes *totalmente dependientes* de *marcapasos* y para mayor seguridad, utilizamos un electrodo definitivo fijación activa-*como cable temporal*-conectado a un generador implantable *usado* el cual se fija a la piel con seda 00.

vii. **Ecocardiografía:** disponible sin retraso durante todo el procedimiento.

viii. **Equipos de drenaje:** para pericardiocentésis y toracocentesis.

ix. **Equipo de cirugía cardiotorácica:** Obligatorio en todo procedimiento de extracción. Un retraso de > 5 min – 10 min para corregir un desgarro de vena cava, atrio o una perforación cardíaca puede ser fatal.

**RECOMENDACIONES SOBRE ENTRENAMIENTO Y VOLUMEN MÍNIMOS PARA EL
OPERADOR PRINCIPAL Y CENTROS DE EXTRACCIÓN**

A continuación enlistamos las recomendaciones para entrenamiento y volumen mínimos para operadores y centros de extracción emitidos por la *Heart Rhythm Society* y ratificados por la *European Rhythm Society*. (9)(15)

Médico en entrenamiento

- i. **Nivel del operador:** en entrenamiento
- ii. **Mínimo número de cables:** 40 bajo supervisión, 10 de cables de desfibrilador, 10 electrodos de > 6 años de antigüedad.
- iii. **Mínimo número de procedimientos :** 30
- iv. **Requerimientos adicionales:** calificado para colocar dispositivos de estimulación cardíaca.

Operador primario entrenado

- i. **Número de extracciones:** 20/año
- ii. **Mínimo número de cables:** 15/año

Supervisor-Entrenador

- iii. **Número de extracciones :** 75 en total
- iv. **Mínimo número de cables:** 30/año

Centro u Hospital no-docente

- v. **Operador de Extracciones:** mínimo 20 extracciones en total
- vi. **Mínimo número de procedimientos:** 15/año
- vii. **Requerimientos adicionales:** 1 operador primario

Centro u Hospital Docente

- viii. **Mínimo número de procedimientos:** 30/año
- ix. **Requerimientos adicionales:** 1 supervisor entrenado

Preparación del paciente para el procedimiento

- i. Detallada historia clínica que revele motivo de la indicación seguido de un examen físico completo
- ii. Conocer, corregir o mejorar, dentro de lo posible, alteraciones respiratorias, infecciosos preexistentes y parámetros bioquímicos, de coagulación, pruebas para Hepatitis B, C, HIV etc.
- iii. Descarte de embarazo en pacientes jóvenes por el riesgo de la exposición a la radiación
- iv. Discutir en detalle el caso con todo el equipo médico-quirúrgico e ir preparado para las diversas opciones terapéuticas que surjan (tener plan A, plan B, plan C etc)
- v. Radiología de tórax de alta definición en proyecciones posteroanterior y lateral (número y tipo de cables, localización), Ecocardiografía (presencia y tamaño de vegetaciones permite decidir entre extracción transvenosa o quirúrgica)
- vi. Venografía y Angio-TAC con contraste (permite determinar trombosis venosa para eventual venoplastia y sitios de adherencias).
- vii. Modelos y características de los electrodos a extraer.
- viii. Preparar sangre y sus derivados
- ix. Explicar los riesgos al paciente y su familia para obtener autorización escrita y cubrir los aspectos médico-legales

Factores asociados con procedimiento de alto riesgo:

- i. **Índice de masa corporal:** < 25kg/m²
- ii. **Co-morbilidades:** Edad, compromiso importante de la función ventricular izquierda, diabetes mellitus avanzada, insuficiencia renal, coagulaopatía, vegetaciones grandes
- iii. **Cardiopatías congénitas:** por la compleja anatomía
- iv. **Número de cables:** presentes o extracciones previas
- v. **Mecanismo de fijación:** activo o pasivo
- vi. **Abordaje del implante previo:** izquierdo, derecho, bilateral
- vii. **Geometría del cuerpo del electrodo:** No-isodiamétrico
- viii. **Electrodo de desfibrilador:** complejidad de las bobinas
- ix. **Tiempo desde la colocación:** > de 1 año
- x. **Electrodos especiales y/o dañados:** Fallas de diseño o manipulaciones/fallas provocadas.

EXTRACCIÓN DE ELECTRODOS EN LA UNIDAD DE ELECTROFISIOLOGIA CARDIACA

MÉTODO EMPLEADO

En el año 2013 se inició un programa de extracción de electrodos en la Unidad de Electrofisiología Cardíaca – UNAM en donde participaron médicos calificados según los requerimientos de la *Heart Rhythm Society* y la *European Rhythm Society*, médicos en entrenamiento adscritos a la unidad y pacientes del Hospital General de México. Se emplearon criterios estandarizados para seleccionar a los pacientes, se dispuso del instrumental especializado, anestesiólogo y cirujano cardiovascular de acuerdo con las recomendaciones e indicaciones vigentes.
(9)(14)(15)

TÉCNICA

MATERIAL

En la Unidad de Electrofisiología Cardíaca –UNAM empleamos el sistema de extracción de electrodos de *Cook Medical* que incluye el siguiente instrumental:

- Vaina dilatadora mecánica *Evolution*.
- Dilatador *Evolution Shortie*
- Estilete de retención *Liberator*
- Extensor de cables *Bulldog*

LIBERATOR

Estilete de Retención:

Facilita la extracción de cables de derivaciones cardíacas, catéteres permanentes y objetos extraños con una luz central. Esta guía de estilete especializada puede introducirse a través de la luz conductora de un cable de derivación cardíaca una vez que se ha retirado el conector proximal, el estilete puede fijarse en posición,

sujetando firmemente el extremo distal del cable. El Liberator agarra cables con luces de entre 0.016 y 0.032 pulgadas (entre 0.41 mm y 0.81 mm) de diámetro Longitud total (cm) 140 – Longitud activa (cm) 70, Fig. 8.

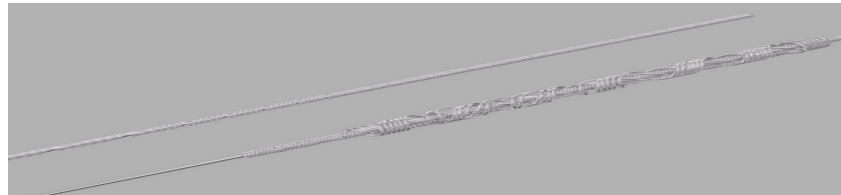


Figura 8. Liberator, estilete de retención.

BULLDOG

Extensor de Cables:

Facilita la extracción de cables de derivaciones cardíacas sin luces o que contienen alambres conductores, como los cables de los desfibriladores cardioversores implantables. El Bulldog extiende el cable para permitir tirar de él e introducirlo en una vaina. Tras colocar el lazo sobre el extremo del cable o de los alambres conductores, se hace avanzar la funda metálica sobre el lazo para sujetar firmemente el cable y facilitar su extracción.

Características:

- Mecanismo de retención seguro y de fácil uso
- Compatible con todos los equipos de vainas dilatadoras Cook
- Mango de fácil inserción a través de una vaina dilatadora.

EVOLUTION SHORTIE

Equipo de vainas dilatadoras mecánicas:

Dilata el tejido cicatricial o calcificado de alrededor de los cables de derivaciones cardiacas que se desee extraer. El mango con gatillo ergonómico acciona suavemente la rotación de la vaina flexible, que es más corta que la del *Evolution* normal para aumentar el control del médico.

Características:

- No es necesario suministro eléctrico
- Longitud utilizable de 13.6 cm pensada específicamente para el acceso venoso asociado a la extracción de cables
- Las lengüetas de la vaina exterior pueden utilizarse para facilitar el desprendimiento de la vaina. Esta técnica ayuda a retener las guías y es necesario a reimplantar el cable Fig. 9.



Figura. 9. *Evolution Shortie*.

EVOLUTION

Equipo de vainas dilatadoras mecánicas:

Separa las adherencias fibrosas o calcificadas de los cables de derivaciones cardiacas que se desee extraer. El mango con gatillo ergonómico acciona suavemente la rotación de la vaina y el avance de la punta. Los médicos pueden

sentir y controlar el desplazamiento a través de las lesiones a lo largo del cable. La punta patentada de la vaina del sistema *Evolution* se desplaza gentilmente por el vaso, cortando solamente cuando y donde lo desee el médico.

Características:

- No es necesario suministro eléctrico
- Gracias a la variedad de tamaños, el dispositivo puede utilizarse con cables tanto de estimulación como de desfibriladores, y es compatible tanto con el *Liberator* como con el *Bulldog*, Figura 10.

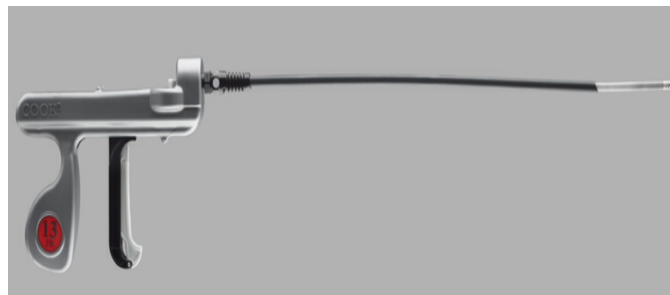


Figura 10. *Evolution*.

EQUIPOS DE VAINAS DILATADORAS BYRD

Dilatan el tejido que rodea a los cables de marcapasos y desfibriladores, y a otros catéteres permanentes. Las vainas de acero inoxidable tienen que sustituirse por equipos de PTFE o polipropileno de tamaño adecuado una vez establecido el acceso venoso. Los equipos de polipropileno están codificados con colores según

sus diámetros interiores. Los equipos de PTFE son más blandos que los de polipropileno.

Características:

- Radiopacos
- Los equipos de polipropileno y PTFE se comercializan en dos longitudes Fig. 11

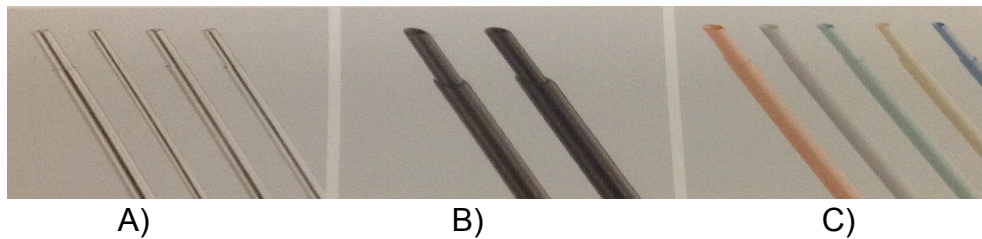


Figura. 11. Equipos de vainas dilatadoras Byrd; A) Telescópicos de polipropileno
B) Telescópicos de PTFE C) Telescópico de acero Inoxidable

PACIENTES

SELECCIÓN DE PACIENTES

En el programa de extracción de electrodos fueron incluidos pacientes del Hospital General de México y de la Unidad de Electrofisiología Cardíaca. El criterio para llevar a cabo extracción de electrodos fue que tuvieran una indicación tipo I o II según las guías.(9)(14)

RESULTADOS

Se seleccionó un total de cinco pacientes para el programa de extracción de electrodos. Todos tenían indicación tipo II para extracción. De los cinco pacientes, se logró extraer un total de ocho electrodos en cuatro pacientes, de los diez electrodos que se tenían planeados inicialmente. No hubo complicaciones mayores, ni menores durante la extracción en ningún caso. Los pacientes fueron observados durante 24 horas en hospitalización y fueron dados de alta a domicilio en todos los casos.

La tabla que se muestra en la siguiente página resume las características de los pacientes a quienes se les practicó extracción de electrodos, la indicación para llevarla a cabo así como detalles del procedimiento.

Tabla de abreviaturas	
A	electrodo auricular
V	electrodo ventricular
AD	aurícula derecha
VD	ventrículo derecho

Iniciales / genero	Dispositivo	Electrodos Atrial y ventricular	Tiempo de evolución	Tipo de electrodos	Resultado	Indicación / Clase	Infección
MRE/ F 22 años	Medtronic REDR01 izquierdo enero 2013	A: Bipolar, activo, pared libre AD V: Unipolar, pasivo, Apex VD	12 años	A: recto tornillo V: septum tornillo	Extracción exitosa	Electrodo AD funcional. Abandonado (IIb-c)	No
RRM/F 41 años	KAPPA KDR 1997 No interrogable	A: Bipolar activo, orejuela AD V: unipolar pasivo, ápex VD	16 años	A: tornillo V: ancla	Extracción exitosa	Electrodo AD no funcional, abandonado fracturado (IIb-c)	No
RRM/F 41 años	KAPPA KDR 1997 No interrogable	A: Bipolar activo, orejuela AD V: unipolar pasivo, ápex VD	16 años	A: tornillo V: ancla	Extracción exitosa	Electrodo AD no funcional, abandonado fracturado (IIb-c)	No
EGR/F 51 años		A: CapSure, unipolar, pasivo, pared libre AD, disfuncional V: Bipolar activo, septum VD disfuncional	15 años	A: tornillo V: ancla	Extracción no exitosa del electrodo	Electrodo AD no funcional. Abandonado (IIa-c) electrodo VD no funcional, abandonado (IIa-c)	Antecedente en abril 2013, lavado quirúrgico y corte de electrodos. Bacteriemia oculta (I-B)
VAJ/M 72 años	Ninguno DAI contralateral	A: Bipolar, activo, pared libre AD. V: Bipolar pasivo, ápex VD	15 años	A: recto tornillo V: septum tornillo	Extracción exitosa	Electrodo AD funcional. Abandonado (IIb-c) electrodo VD funcional, abandonado (IIb-C)	No

CONCLUSIÓN

Se implementó exitosamente la técnica de extracción de electrodos por vía endovascular con vainas dilatadoras y estilete de bloqueo distal *Liberator* de *Cook Medical Corporation* en cinco pacientes, sin complicaciones y cinco médicos de la Unidad fueron capacitados.

La terapia de estimulación cardíaca comprende todos los procedimientos y vigilancia desde la colocación de un dispositivo cardíaco implantable hasta el retiro de todos o algunos de sus componentes. La Unidad de Electrofisiología Cardíaca – UNAM es un centro de referencia a nivel nacional para el tratamiento de los trastornos del ritmo cardíaco, por lo que debe contar con un programa permanente de extracción de electrodos para brindar un tratamiento y seguimiento completo a los más de 200 pacientes que reciben dispositivos de estimulación cardíaca cada año, tan sólo en la Unidad.

La extracción de electrodos es un procedimiento técnicamente complejo, no exento de complicaciones, que debe llevarse a cabo en los pacientes en quienes el riesgo de conservar los electrodos implantados supere el riesgo de extraerlos. Para extraer electrodos de forma segura y eficaz un equipo de médicos y técnicos debidamente entrenados así como instrumentos especializados son imperativos.

Para poder implementar no sólo una técnica si no un programa permanente de extracción de electrodos es necesario lo siguiente:

- Adquisición de estilete de bloqueo *Liberator* principalmente y demás equipo para extracción.
- Entrenamiento de médicos de la Unidad para cumplir con los requerimientos internacionales de extracciones realizadas.
- Por último, promover a la Unidad de Electrofisiología como centro de referencia líder para extracción de electrodos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Schmidt G, Wirtzfeld A, Himmler FC, Klein G, Alt E, Seidl KF, et al. [Removal of infected entrapped pacemaker electrodes by continuous traction (author's transl)]. *Dtsch Med Wochenschr* [Internet]. 1980 Nov 14 [cited 2014 Aug 18];105(46):1609–14. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7439041>
2. Yokoyama S, Nobuoka W, Konishi M, Asazuma S, Tani T, Une I. [Continuous traction method in the removal of infected endocardial pacemaker electrode (author's transl)]. *Kyobu Geka* [Internet]. 1979 Mar [cited 2014 Aug 18];(3):180–2. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/430902>
3. Grosse-Heitmeyer W, Most E, Müller US, Bender F. [Transvenous retrieval of endocardial pacemaker electrode fragments (author's transl)]. *Herz* [Internet]. 1982 Jun [cited 2014 Aug 18];7(3):198–201. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7095731>
4. Maisch B, Ertl G, Kulke H. Extraction of a chronically infected endocardial screw-in pacemaker lead by pigtail catheter and wire loop via the femoral vein. *Pacing Clin Electrophysiol* [Internet]. 1985 Mar [cited 2014 Aug 18];8(2):230–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2580284>
5. Centella T, Oliva E, García-Andrade I, Martín-Dávila P, Cobo J, Moya JL, et al. [Percutaneous extraction of pacemaker and defibrillator leads]. *Rev española Cardiol* [Internet]. 2007 Jun [cited 2014 Aug 19];60(6):607–15. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17580049>
6. Goode LB, Byrd CL, Wilkoff BL, Clarke JM, Fontaine JM, Fearnot NE, et al. Development of a new technique for explantation of chronic transvenous pacemaker leads: five initial case studies. *Biomed Instrum Technol* [Internet]. [cited 2014 Aug 19];25(1):50–3. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2004194>
7. Trohman RG, Wilkoff BL, Byrne T, Cook S. Successful percutaneous extraction of a chronic left ventricular pacing lead. *Pacing Clin Electrophysiol* [Internet]. 1991 Oct [cited 2014 Aug 19];14(10):1448–51. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1721124>
8. Love CJ, Wilkoff BL, Byrd CL, Belott PH, Brinker JA, Fearnot NE, et al. Recommendations for extraction of chronically implanted transvenous pacing and defibrillator leads: indications, facilities, training. North American Society of Pacing and Electrophysiology Lead Extraction Conference Faculty. *Pacing*

- Clin Electrophysiol [Internet]. 2000 Apr [cited 2014 Aug 19];23(4 Pt 1):544–51. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10793452>
9. Wilkoff BL, Love CJ, Byrd CL, Bongiorno MG, Carrillo RG, Crossley GH, 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 [Internet]. 2009 Jul [cited 2014 Jul 20];6(7):1085–104. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1547527109005621>
 10. Gomes S, Cranney G, Bennett M, Li A, Giles R. Twenty-year experience of transvenous lead extraction at a single centre. Europace [Internet]. 2014 Feb 19 [cited 2014 Aug 19]; Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24554523>
 11. Kutarski A, Polewczyk A, Boczar K, Ząbek A, Polewczyk M. Safety and effectiveness of transvenous lead extraction in elderly patients. Cardiol J [Internet]. 2014 Jan [cited 2014 Aug 19];21(1):47–52. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23799557>
 12. Maytin M, Jones SO, Epstein LM. Long-term mortality after transvenous lead extraction. Circ Arrhythm Electrophysiol [Internet]. 2012 Apr [cited 2014 Aug 19];5(2):252–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22362891>
 13. Pelargonio G, Narducci ML, Russo E, Casella M, Santangeli P, Canby R, et al. Safety and effectiveness of transvenous lead extraction in octogenarians. J Cardiovasc Electrophysiol [Internet]. 2012 Oct [cited 2014 Aug 19];23(10):1103–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22882701>
 14. Love CJ. Update on indications, techniques, and complications of cardiac implantable device lead extraction. Curr Treat Options Cardiovasc Med [Internet]. 2012 Oct [cited 2014 Aug 19];14(5):565–70. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22886638>
 15. Bongiorno MG, Blomström-Lundqvist C, Kennergren C, Dagres N, Pison L, Svendsen JH, et al. Current practice in transvenous lead extraction: a European Heart Rhythm Association EP Network Survey. Europace [Internet]. 2012 Jun [cited 2014 Aug 19];14(6):783–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22622992>