



DOI: <https://doi.org/10.5554/22562087.e976>

REVISIÓN NARRATIVA

**Paciente con dispositivo de estimulación eléctrica cardiaca implantable. ¿Qué debe saber el anesestesiólogo?**

**Patient with an implantable cardiac electrical stimulation device. What should the anesthesiologist know?**

Fabio Alejandro Sepúlveda López<sup>a-d</sup>, Luz María Jiménez Muñoz<sup>d</sup>, Juan Fernando Agudelo Uribe<sup>d</sup>, Jorge Alberto Castro Pérez<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Programa de anestesia, Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín, Colombia.

<sup>b</sup> IPS Universitaria Clínica León XIII. Medellín, Colombia.

<sup>c</sup> Hospital San Vicente Fundación. Medellín, Colombia.

<sup>d</sup> Clínica CardioVid. Medellín, Colombia.

**Autor para correspondencia:** Clínica Cardiovid, Calle 78B # 75-21. Universidad Pontificia Bolivariana, Circular 1 #70-01. Medellín, Colombia.

**E-mail:** [alejandrosepulveda082@gmail.com](mailto:alejandrosepulveda082@gmail.com)

**Recibido:** 28 mayo, 2020

**Aceptado:** 13 noviembre, 2020

**Online first:** 24 marzo, 2021

**Cómo citar este artículo:** Sepúlveda López FA, Jiménez Muñoz LM, Agudelo Uribe JF, Castro Pérez JA. Patient with an implantable cardiac electrical stimulation device. What should the anesthesiologist know? Colombian Journal of Anesthesiology. 2021;49:e976.



## Resumen

El paciente portador de un dispositivo de estimulación eléctrica cardiaca implantable se convierte en un reto para el anestesiólogo debido a que implica un conocimiento integral que abarca su funcionamiento, las indicaciones que llevaron a su implante y las implicaciones que se deben abordar en el perioperatorio. Este artículo busca proporcionar al lector información clara y estructurada que le permita al anestesiólogo enfrentarse de forma segura al escenario de un paciente con un dispositivo de estimulación eléctrica cardiaca implantable programado para cirugía emergente. Se realizó una búsqueda de la evidencia científica disponible en bases de datos (Pubmed / Medline, ScienceDirect, OVID, SciELO), para una revisión no sistemática. La incidencia en el uso de dispositivos de estimulación eléctrica cardiaca viene en aumento. Su funcionamiento es cada vez más complejo lo cual implica una actualización permanente del conocimiento en esta área.

**Palabras clave:** Periodo perioperatorio; Terapia de estimulación eléctrica; Marcapaso cardiaco artificial; Dispositivos de terapia de resincronización cardiaca; Desfibrilador cardiaco implantable.

## Abstract

Patients with implantable electric stimulation devices are challenging to the anesthesiologist since these cases demand a comprehensive knowledge about how the device operates, the indications for the implant and the implications that must be addressed during the perioperative period. This article is intended to provide the reader with clear and structured information so that the anesthesiologist will be able to safely deal with the situation of a patient with an implantable cardiac stimulation device, who has been programmed for emergent surgery. A search for the scientific evidence available was conducted in Pubmed / Medline, ScienceDirect, OVID, SciELO), for a non-systematic review. The incidence of the use of cardiac electric stimulation devices



has been growing. Their operation is increasingly complex, and demands being constantly updated on the knowledge in the area.

**Keywords:** Perioperative period; Electrical stimulation therapy; Artificial cardiac stimulation; Cardiac resynchronization therapy devices; Implantable cardioverter defibrillators.

## 1. Introducción

Un dispositivo de estimulación eléctrica cardiaca implantable (DEECI) es un sistema electrónico capaz de generar impulsos eléctricos intermitentes que permiten activar el tejido cardiaco y producir una contracción efectiva. Algunos de estos dispositivos, además de la estimulación cardiaca convencional, tienen la capacidad de detectar taquiarritmias ventriculares y tratarlas mediante desfibrilación.

Las tasas de inserción de DEECI aumentan con la edad. Se estima que entre el 70 % y el 80 % de todos los marcapasos se implantan en pacientes de 65 años o más (1). Con el envejecimiento de la población mundial y con el aumento de la esperanza de vida, las estimaciones de las tasas demográficas de los DEECI han aumentado en la mayoría de los países (2). En el 2011 se publicó la undécima encuesta mundial de estimulación cardiaca y desfibriladores automáticos implantables, la cual informó que en el 2009 había 1.002.664 marcapasos. Estados Unidos representó el mayor número de implantes (3). Prácticamente todos los países mostraron aumentos en el número de implantes desde el 2005 al 2009. Desde que la FDA aprobó el uso de dispositivos para terapia de resincronización cardiaca en el 2001, el uso de estos dispositivos ha aumentado cada vez más, ya sea solos o en combinación con desfibrilador. El Informe del Registro Nacional de ICD de Estados Unidos señala 263.284 procedimientos realizados entre 2010 y 2011 (4). Actualmente, el implante de resincronizadores explica hasta el 40 % de los dispositivos implantados en Estados Unidos (5).



En Colombia se tienen 120 servicios de electrofisiología, marcapasos y arritmias habilitados, según el análisis de situación de salud (ASIS) en Colombia del 2016 (6). Sin embargo, no hay estadísticas propias que nos permitan conocer con exactitud el número de pacientes con DEECI o cuantos dispositivos se implantan al año. Se pueden obtener algunos datos de revisiones en las que informan el uso de DEECI, como el artículo de Clara I. Saldarriaga et al., en el cual registra que en un periodo de solo 10 meses, en un centro de cardiología en Medellín, de 511 pacientes que ingresaron al programa de falla cardíaca, el 29,3 % eran portadores de cardiodesfibrilador implantable (CDI) (7). La revisión de Fernando Rosso et al., hace un seguimiento de 9 años a la infección relacionada con los dispositivos cardiovasculares en un centro de cardiología en Cali, este reporta 281 implantes de cardiorresincronizador implantable (8).

Por lo anterior, se estima que el número de pacientes con DEECI representa una cantidad significativa que va en aumento, como también la probabilidad de que en algún momento esta población sea sometida a cirugía cardíaca o no cardíaca. Si a esto le sumamos que los DEECI tienen un funcionamiento cada vez más complejo, se hace obligatorio para el especialista conocer las bases de su funcionamiento, las indicaciones para su implante y los aspectos en el intraoperatorio que pueden alterar el funcionamiento del dispositivo. Un adecuado conocimiento de todas estas variables dará como resultado una atención perioperatoria más segura.

## **2. DEECI más frecuentes en la práctica clínica y sus indicaciones**

Un aspecto fundamental en la evaluación preoperatoria de estos pacientes incluye definir si el paciente cuenta con un DEECI, cuál es su tipo y cuál fue la indicación para su implante. Un dispositivo de estimulación eléctrica cardíaca se refiere a cualquiera de los siguientes dispositivos permanentes: marcapasos (MP), cardiodesfibrilador implantable (CDI) o dispositivo para terapia de resincronización cardíaca (CRT) (9).



## 2.1 Marcapasos (MP)

Son dispositivos diseñados para reconocer y corregir la bradicardia mediante la estimulación cardíaca, generando un impulso eléctrico con el objetivo de reestablecer de forma regular la contracción miocárdica. Por lo anterior, son capaces, en primer lugar, de estimular el tejido. El voltaje mínimo necesario del impulso administrado para lograr la conducción al miocardio se denomina *umbral de estimulación* y se mide en voltios (se considera normal que el umbral sea menor a 1,5v). En segundo lugar, tienen la capacidad de detectar la actividad cardíaca intrínseca o propia del paciente, según la cámara en la que se encuentre el electrodo. Es decir, que detecta la presencia de ondas P como indicador de actividad auricular y/o presencia de ondas R como indicador de actividad ventricular (se mide en milivoltios, se considera normal una onda P de al menos 1 mV y una onda R de al menos 5 mV).

De acuerdo con el número de electrodos, los MP pueden ser unicamerales (1 electrodo) con localización auricular derecho o ventricular derecho, o bicamerales (2 electrodos) con localización auricular y ventricular derecho.

Las indicaciones más frecuentes para implantar un MP permanente son (10):

- Bradicardia sintomática provocada por bloqueo auriculoventricular (BAV) de segundo o tercer grado.
- Nodo sinusal enfermo.
- Fibrilación auricular crónica, cuando la sincronía atrioventricular no es necesaria.

Existen marcapasos transitorios con generadores externos, que se usan para realizar la estimulación cardíaca. Estos pueden ser transcutáneos, cuando entregan la energía de estimulación a través del tórax por medio de parches; o transvenosos, que constan de un electrodo de estimulación que se avanza hasta el corazón a través de un acceso vascular central.



## 2.2 Resincronizador cardiaco

Es un dispositivo tricameral, con un electrodo en posición atrial derecho y dos electrodos ventriculares, derecho e izquierdo. El electrodo auricular reconoce la despolarización auricular, y posteriormente se produce una estimulación biventricular; dos electrodos ventriculares optimizan la sincronización de su contracción, lo cual no ocurre cuando hay estimulación ventricular derecha exclusiva. Por tal motivo, a este dispositivo se le denomina resincronizador cardiaco o CRT (*cardiac resynchronization therapy*) (10). Los dispositivos CRT tienen funciones adicionales a la resincronización, como la función de desfibrilador para el tratamiento de arritmias ventriculares malignas (CRT-D o cardiorresincronizador), o la función de marcapaso (CRT-P) en el paciente que también requiera dicha terapia (11). Los CRT están indicados para los pacientes con falla cardiaca crónica que cumplan con los siguientes requisitos (12):

- NYHA III o IV, a pesar de recibir manejo farmacológico óptimo.
- Fracción de eyección < 35 %.
- Ventrículo izquierdo dilatado.
- Ritmo sinusal.
- Complejo QRS ensanchado > 120 ms.
- Cuando se espera que la estimulación ventricular sea superior al 40 %.

## 2.3 Cardiodesfibrilador implantable (CDI)

Es un dispositivo que tiene la capacidad de sensar y analizar la actividad eléctrica del miocardio y de esta manera tratar taquiarritmias ventriculares malignas de dos formas: con estimulación antitaquicardia o con terapia de choque para desfibrilar a través de una bobina ubicada en el electrodo ventricular derecho (VD) y ocasionalmente en la vena cava superior. La terapia antitaquicardia generalmente ocurre con arritmias de frecuencias más bajas (taquicardia ventricular) y usa menos energía. Esto reduce el agotamiento de la batería y es menos doloroso, por lo tanto, es mejor tolerado por los

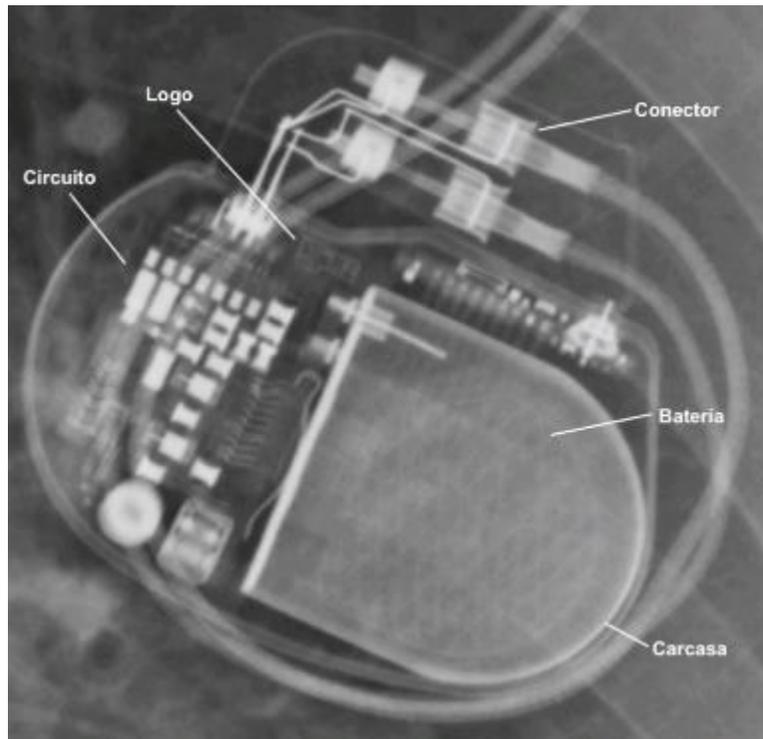


pacientes. Adicionalmente, estos dispositivos tienen función de marcapasos que puede requerirse ya sea por el ritmo de base del paciente o para protegerlo en caso de bradicardia o asistolia después de una descarga eléctrica (11,13). Las indicaciones más frecuentes para implantar un CDI son (12):

- Prevención secundaria en paciente que sobrevive a paro cardíaco originado por taquicardia o fibrilación ventricular.
- Postinfarto de miocardio y FEVI < 30 %.
- Cardiomiopatía hipertrófica.
- Síndrome QT largo.
- Síndrome de Brugada.
- Displasia arritmogénica del VD.

### 3. ¿Qué aspectos se deben conocer de los DEECI?

Cuando se habla de DEECI, es importante recordar que nos enfrentamos a un sistema que consta de un generador y de 1, 2 o 3 electrodos. El generador que contiene una batería y circuito eléctrico, típicamente se implanta en la región pectoral (derecha o izquierda) y es el encargado de emitir impulsos eléctricos que despolarizan el miocardio (Figura 1). Los electrodos se insertan por punción percutánea, y luego se avanzan hacia las cámaras cardíacas —aurícula derecha (AD), ventrículo derecho (VD), ventrículo izquierdo (VI)— a través de la vena cefálica, subclavia o axilar. Cuando uno de los electrodos necesita ser llevado al ventrículo izquierdo, se accede por el seno coronario. En los pacientes con cardiopatías congénitas, los electrodos se implantan a través del pericardio (14).



**Figura 1.** El generador de impulsos tiene una carcasa de titanio que contiene una batería de litio y un circuito electrónico. Se observa el logo de la casa fabricante y los puertos para conexión de los electrodos.

*Fuente:* Autores.

Respecto a los niños, las indicaciones de los DEECI y la valoración perioperatoria son similares a las del adulto. En cuanto a la localización del generador, en los niños más pequeños puede encontrarse en el abdomen y el acceso vascular para la inserción de los electrodos deberá tener en cuenta el diámetro de los cables por implantar.

Los dispositivos modernos tienen la capacidad de detectar si el corazón tiene actividad intrínseca o propia (función de sensado). Si el DEECI no detecta actividad cardíaca o despolarización, es decir, no detecta complejo QRS u onda P, se emite un impulso eléctrico que busca generar una despolarización del miocardio (función de captura o



estímulo). En el trazado electrocardiográfico, dicha captura se observará como un complejo QRS ancho, predominantemente negativo y precedido de una espiga de estimulación. Lo mismo ocurre cuando existe estimulación auricular, se presenta la espiga precediendo a la onda P.

Debido a la complejidad de los dispositivos y su programación, existe una nomenclatura uniforme que ha sido aceptada internacionalmente y que facilita entender cómo está programado el DEECI (15). Un código de 5 letras denota el modo de programación: La letra en la posición I indica la cámara estimulada (A: Aurícula, V: Ventrículo, D: Dual). La posición II indica la cámara sensada (A, V, D, O: Ninguna). La letra en la posición III indica la respuesta que tiene el dispositivo frente a lo sensado (I: Inhibe, T: Trigger, D: Dual, O: Ninguna). La posición IV indica la presencia o ausencia de modulación de frecuencia, esta función se encuentra en dispositivos con capacidad de aumentar la frecuencia cardiaca dependiendo de las necesidades fisiológicas del paciente. La letra de la posición V indica la capacidad de estimulación multisitio, esto implica la presencia de más de un electrodo en una misma cámara cardiaca, o que el dispositivo estimula la cámara derecha e izquierda auricular o ventricular, como es el caso del CRT que produce estimulación biventricular. Cuando en las posiciones II y III (cámara sensada y respuesta a lo sensado) se encuentran en modo "O", se denomina *modo asincrónico*. Un DEECI en modo asincrónico (AOO, VOO, DOO) se genera cuando el electrofisiólogo reprograma el dispositivo en este modo o cuando se usa un imán. En ambos casos, la estimulación de la cámara en la posición I se hará independientemente de si hay o no algún tipo de actividad intrínseca en el paciente.

En el contexto perioperatorio emergente, lo más importante es saber interpretar y entender las 3 primeras posiciones (Tabla 1).



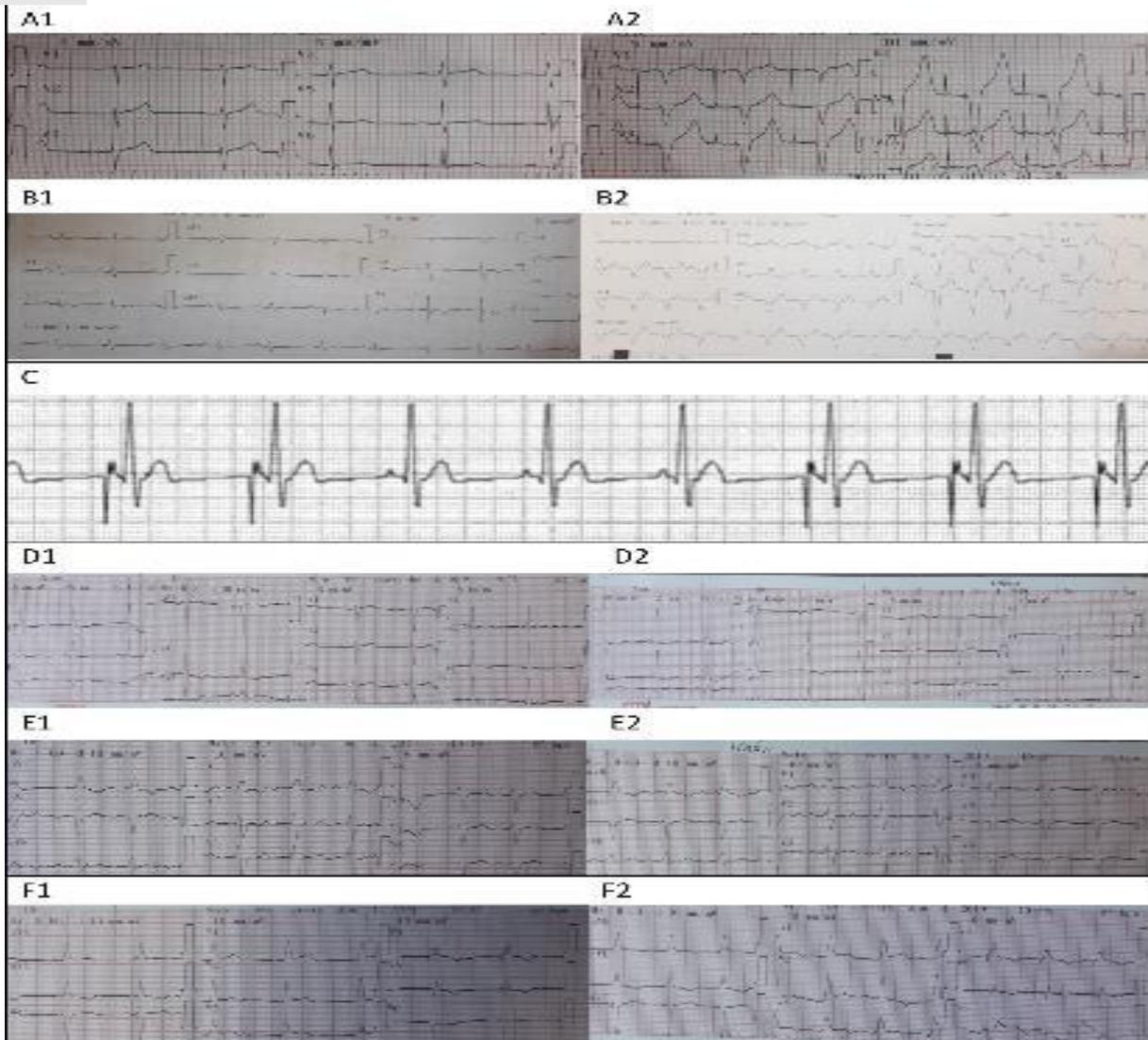
**Tabla 1. Nomenclatura de los DEECI.**

<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
<b>Cámara estimulada</b>	<b>Cámara sensada</b>	<b>Respuesta a lo sentido</b>	<b>Modulación de frecuencia</b>	<b>Estimulación multisitio</b>
A: aurícula	O: ninguna	O: ninguna	O: ninguna	O: ninguna
V: ventrículo	A: aurícula	T: <i>triggered</i>	R: modulación de frecuencia	A: aurícula
D: dual (A+V)	V: ventrículo	I: inhibido		V: ventrículo
	D: dual (A+V)	D: dual (T+I)		D: dual (A+V)

Fuente: Adaptado de Tracy et al. (12).

En la Figura 2 se muestran diferentes trazados electrocardiográficos y la nomenclatura para el modo de programación de cada dispositivo.

ARTÍCULO ACEPTADO



**Figura 2. Trazados**

**A1** Ritmo sinusal con actividad intrínseca o propia del paciente, **A2** EKG con imán, se aprecia espiga de estimulación atrial y ventricular. Estos hallazgos corresponden a un MP bicameral programado en modo DDD: Cámaras estimuladas (A+V= Dual), Cámaras sensadas (A+V=Dual), Respuesta del MP frente a lo sensado (Dual = Trigger + Inhibe). El MP sensa actividad intrínseca de la aurícula y el ventrículo por lo cual se inhibe de dar un impulso y cuando se le aplica el imán se muestra la respuesta *trigger* o de estimulación tanto atrial como ventricular.



**B1** Ritmo sinusal propio del paciente. **B2** EKG con imán donde se evidencia estimulación ventricular a una frecuencia de 100 latidos/minuto. Esto sugiere la presencia de un marcapaso unicameral con programación VVI.

**C** Se aprecia espiga de estimulación atrial y también ondas P propias del paciente. El MP se inhibe cuando sensa actividad auricular intrínseca. Esto sugiere la presencia de un marcapasos unicameral programado en modo AAI.

**D** EKG de un paciente portador de CDI. En **D1** se aprecia ritmo sinusal propio del paciente. **D2** EKG con imán en el cual no se observan cambios ni en la morfología del QRS ni en la frecuencia cardiaca.

**E** EKG de un paciente portador de CRT-D, **E1** trazado sin imán y **E2** trazado con imán en donde no se aprecian cambios.

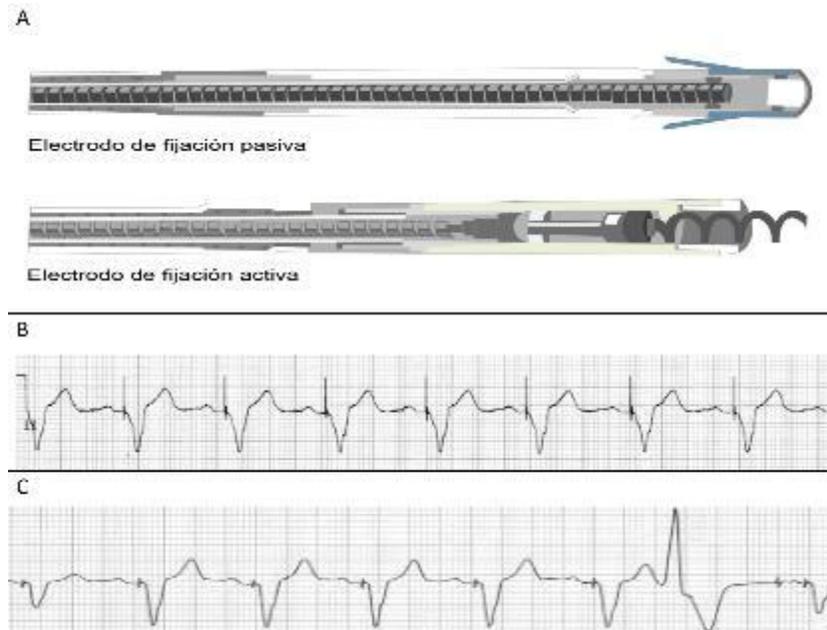
**F** EKG de un paciente portador de CRT-P, en **F1** se aprecia ritmo de estimulación del dispositivo a 63 latidos por minuto. En **F2** se observa respuesta ante imán al aumentar la frecuencia cardiaca a 85 LPM.

*Fuente:* Autores.

#### **4. Es importante saber qué tipo de electrodos tiene el paciente**

Los electrodos están compuestos por una aleación de uno o varios metales conductores y vienen cubiertos por una funda aislante de silicona o poliuretano, las puntas están especializadas para optimizar la función de captura y sensado y tienen variedad de diseños que permiten el anclaje en el corazón (16).

En el modo de inserción tradicional, los electrodos son dirigidos por vía venosa hacia el endocardio. Según la forma de fijación al tejido, los electrodos pueden ser de fijación pasiva o activa (17) (Figura 3A).



**Figura 3. A.** El electrodo de fijación pasiva se identifica por su estructura cónica en la punta, y el de fijación activa por su estructura atornillada en la punta. **B.** Electrocardiograma que muestra espiga de estimulación ventricular con configuración unipolar. Nótese que la espiga es amplia o de alto voltaje. **C.** Electrocardiograma que muestra espiga de estimulación ventricular con configuración bipolar. Nótese que la espiga es menos amplia o de menor voltaje.

*Fuente:* Autores.

De acuerdo con la configuración del modo de estimulación, los electrodos pueden ser unipolares o bipolares.

- **Electrodo unipolar.** En la configuración unipolar los estímulos viajan entre la parte proximal del generador (donde se encuentra el ánodo) y la punta del electrodo donde se encuentra el cátodo. Esta configuración se identifica en el electrocardiograma de superficie como una espiga de estimulación amplia o de mayor voltaje (Figura 3B).



- **Electrodo bipolar.** En la configuración bipolar el estímulo es generado entre la punta del electrodo (cátodo) y el ánodo, cuya localización se encuentra a 1 o 3 centímetros de la punta. Este tipo de electrodos son actualmente los más comunes y pueden configurarse para que estimulen y sensen tanto en modo monopolar como en bipolar. En un electrocardiograma de superficie, la configuración bipolar se identifica como una espiga de estimulación de bajo voltaje que, incluso en ocasiones, es difícil de identificar (18) (Figura 3C).

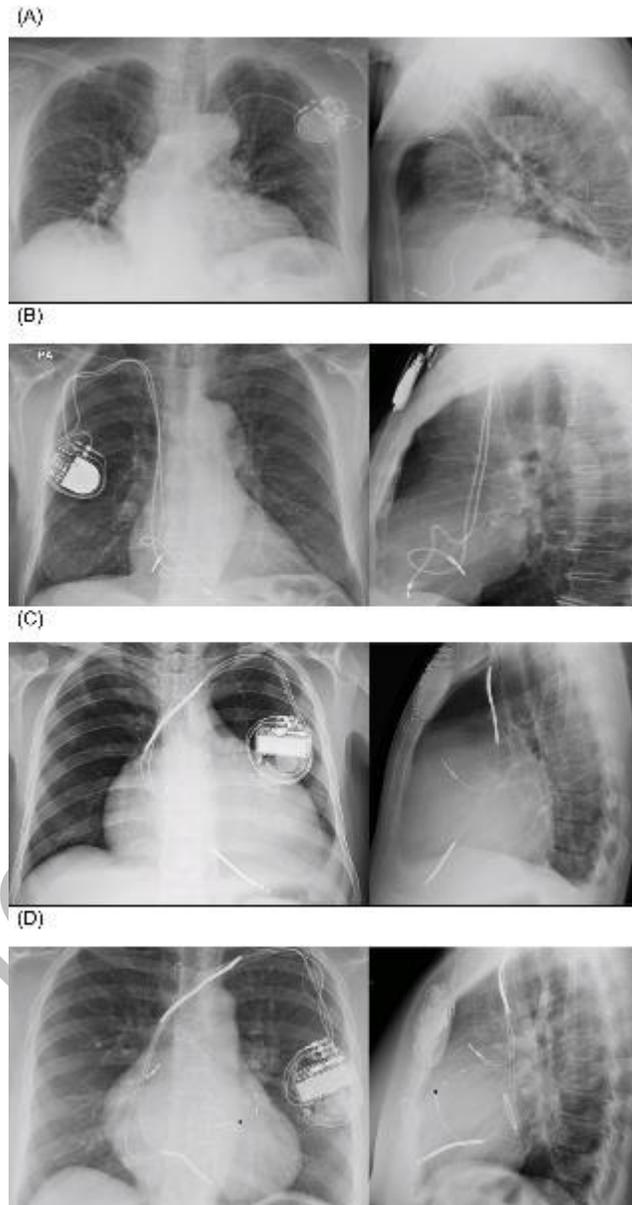
Existen electrodos de localización epicárdica, estos pueden preferirse en pacientes con cardiopatías congénitas y marcadas diferencias anatómicas, con persistencia de derivaciones intracardiacas y con riesgo potencial de tromboembolismo por el dispositivo intravascular. Para realizar la implantación epicárdica se requiere una toracotomía (19).

También hay electrodos de estimulación endocárdica transitoria, son bipolares y en su mayoría de fijación pasiva. Dichos electrodos se pasan a través de introductores venosos convencionales y se conectan a generadores externos de marcapasos transitorios.

##### **5. ¿Cuál es el papel de la radiografía de tórax en el paciente con DEECI?**

Tradicionalmente consideramos que el EKG es el principal estudio para obtener información del DEECI; sin embargo, la radiografía de tórax es de igual importancia para al anestesiólogo porque ayuda a identificar el tipo de DEECI, su ubicación en el tórax del paciente, el número, tipo, localización e integridad de los electrodos. También permite identificar posibles complicaciones relacionadas con el implante del dispositivo (20).

La Figura 4 permite identificar los diferentes DEECI y sus características en una radiografía de tórax.



**Figura 4.** **A** Marcapasos unicameral con un único electrodo de localización VD. **B** MP bicameral con electrodos en AD y VD. **C** CDI con electrodos en AD y VD. Observe dos engrosamientos radio-opacos a lo largo del electrodo ventricular derecho que



corresponden a las bobinas de choque de alto voltaje. **D CRT**, dispositivo tricameral con electrodos en AD, VD y VI. La bobina de choque del electrodo ventricular derecho le da la capacidad de desfibrilación al dispositivo (CRT-D, también conocido como cardiorresincronizador). Nótese una imagen anular radio-opaca que corresponde a una estructura protésica en posición mitral. Se señala con una estrella negra un electrodo no funcional de un dispositivo previo que no fue posible retirar.

*Fuente:* Autores.

## 6. ¿Cómo influye el imán en el funcionamiento de un DEECI?

La decisión de aplicar un imán sobre el DEECI depende de varios aspectos: tipo de dispositivo (si es marcapasos o CDI), cómo está programado, ritmo de base del paciente y la probabilidad de interferencia electromagnética (IEM) en el intraoperatorio (13). Actualmente, el uso del imán solo está justificado cuando no es posible realizar formalmente la evaluación del DEECI por parte del servicio de electrofisiología y cuando el paciente es dependiente del dispositivo y va para cirugía emergente (21). También es válido hacer uso del imán cuando de forma rápida se quiere evaluar el funcionamiento de sensado y captura de un marcapasos.

El electrocardiograma es un estudio necesario porque permite ver si el paciente con DEECI se encuentra en ritmo propio o si tiene estimulación parcial o total por el dispositivo. Sin embargo, para obtener una información completa sobre el tipo de dispositivo y su programación, es necesario ver la respuesta del DEECI ante un imán. Esta puede ser variable y depende de la marca, tipo de dispositivo y estado de la batería. Una vez colocado el imán sobre el tórax del paciente y justo encima del dispositivo, se pueden esperar las siguientes respuestas (22,13):

- En un MP cambia su configuración a modo asincrónico: AOO, VOO o DOO. En términos prácticos, al posicionar el imán, la función de sensado del DEECI se inhibe (como si le pusiéramos una venda al marcapasos) y acto seguido el



dispositivo genera estímulos con una frecuencia fija (generalmente entre 85 y 100 latidos por minuto), ya sea de forma transitoria o durante el tiempo que tenga el imán. Se debe tener en cuenta que dicha respuesta varía según la marca del dispositivo y el estado de la batería tal y como se explica a continuación.

- **Medtronic:** Al ponerle imán queda asincrónico a 85 latidos por minuto (LPM). Si el dispositivo está en ERI, la respuesta ante imán no será a 85, si no a 65 LPM.
- **St. Jude:** al ponerle imán queda asincrónico a 100 LPM. Si está en ERI, la respuesta será de 85 LPM.
- **Boston Scientific:** tiene la misma respuesta que el anterior.
- **Biotronik:** al ponerle imán queda asincrónico a 90 LPM. Si está en ERI, la respuesta será de 80 LPM.

ERI significa: *elective replacement interval*, es decir, la batería está baja y se recomienda cambio de dispositivo en 1 a 3 meses.

En los CDI y los CRT-D no hay conversión a modo asincrónico, pero sí se inhibe la terapia antitaquicardia. En aquellos desfibriladores que tienen función de marcapasos, esta función no se afecta por la aplicación del imán (23).

En un CRT-P hay conversión a modo asincrónico de forma temporal, según la marca del dispositivo.

Es muy importante tener presente que el mal uso de un imán puede tener riesgos y complicaciones. En un CDI puede que se inhiba la terapia antitaquicardia, pero también puede generar descargas inapropiadas. Un marcapasos se puede desconfigurar o incluso sufrir daños, con las consecuencias para el paciente, que pueden comprometer su vida (24).



## 7. ¿Qué pasa con la interferencia electromagnética (IEM)?

El anestesiólogo está en la obligación de entender qué aspectos pueden generar problemas en los DEECI y cómo disminuir los riesgos. Cualquier cosa que emita ondas con una radiofrecuencia entre 0 y  $10^9$  Hz puede generar IEM y causar interferencia con el funcionamiento del dispositivo (23).

La interferencia eléctrica es un problema en el cual los DEECI sensan las señales externas como señales cardíacas intrínsecas o propias del paciente y puede generar descargas inapropiadas, inhibición de la estimulación o reprogramación al modo de fábrica (VVI, VOO) (25). Por ejemplo, en un paciente dependiente, si su marcapasos sensa en uno de sus electrodos la IEM, la puede interpretar como eventos cardíacos intrínsecos, suspender el estímulo y resultar en bradicardia o asistolia. En un CDI la IEM puede ser sensada como una taquiarritmia y en respuesta el dispositivo genera una estimulación ventricular rápida (terapia antitaquicardia) (26).

Entre los factores que generan IEM en el intraoperatorio están: el uso de electrocauterio, estimulador de nervio periférico, monitores de potenciales evocados, temblores, fasciculaciones, procedimientos como la litotripsia extracorpórea, las imágenes de resonancia magnética, la terapia electroconvulsiva, la ablación con radiofrecuencia y un alto volumen corriente en el ventilador.

El electrocauterio monopolar es una de las fuentes principales de IEM, este aplica una corriente eléctrica de 100 kHz a 4 MHz para cortar o coagular tejido biológico. El riesgo de IEM con estos equipos depende del sitio quirúrgico y de la ubicación de la almohadilla de dispersión; lo ideal es que ni el recorrido de la corriente, ni la corriente eléctrica como tal de la unidad electroquirúrgica, pasen a través o cerca del generador y los cables del dispositivo (9). Por lo anterior, las cirugías con más riesgo de IEM son: cardíaca, tórax, cabeza y cuello, hombro, abdomen y en menor proporción, pelvis. En



las cirugías infraumbilicales (por ejemplo, cirugías de pelvis y miembros inferiores) la posibilidad de interferencia será mucho menor. A mayor distancia entre el DEECI y el sitio quirúrgico y la almohadilla de dispersión, menor será el riesgo de IEM.

En los casos de cirugía supraumbilical se recomienda que los pacientes dependientes del MP sean reprogramados en modo asincrónico. También, que el paciente portador de CDI sometido a electrocirugía (tanto supra como infraumbilical) tenga una reprogramación del dispositivo para evitar que la IEM genere de forma inapropiada una terapia antitaquicardia (9).

En este punto es importante recordar que los DEECI modernos son menos vulnerables a la IEM, porque la gran mayoría vienen con electrodos bipolares.

## **8. Aspectos clave en el perioperatorio**

En el preoperatorio es ideal que el paciente portador de un DEECI sea valorado adecuadamente por el servicio de electrofisiología. El elemento fundamental para dicha valoración es el programador, que es un computador que se conecta al DEECI mediante radiofrecuencia y permite recopilar información, evaluarla y realizar cambios en la programación. Cada marca de dispositivo cuenta con un programador específico.

Esta evaluación es la que permitirá al anestesiólogo tener una identificación completa y confiable del dispositivo implantado, conocer las indicaciones que llevaron a su implante, determinar el estado de los electrodos y de la batería, reprogramar la función de marcapasos en modo asincrónico en los casos donde hay alta probabilidad de IEM y que se suspenda la terapia antitaquicardia de los CDI en caso de considerarse necesario (27).

La literatura no es clara en definir el intervalo de tiempo ideal para interrogar o valorar los DEECI. Sin embargo, la mayoría de los expertos sugieren que no sea mayor de 3 a



6 meses (9). Si se requiere reprogramación del dispositivo a modo asincrónico antes de la cirugía, debe realizarse lo más cercana posible al momento del procedimiento.

En el intraoperatorio, el anestesiólogo siempre debe tener en mente tres pilares: Monitoría del paciente y del funcionamiento del DEECI, prevenir potenciales eventos que generen disfunción del dispositivo y saber ejecutar cardioversión, desfibrilación y soporte de frecuencia cardíaca de manera emergente (24).

- **Monitoría.** Además de la monitoría ASA básico, se requiere monitoría continua con cardioscopio de 5 derivadas y se debe desactivar el filtro de artefactos para poder detectar con claridad los estímulos o descargas proporcionadas por el dispositivo. Se requiere una monitoría continua del pulso periférico, por lo cual, en la medida de lo posible, se debe tener una línea arterial que permita una monitorización más cercana y veraz del pulso, así como la detección rápida de problemas cardíacos (28).

En los pacientes con marcapasos siempre debe haber disponibilidad de un marcapasos temporal. Para este caso se recomienda tener a la mano los parches de marcapasos transcutáneos, los cuales tienen la ventaja de la inmediatez en su disponibilidad y la facilidad de su uso. Tienen como limitación que el umbral de captura suele ser alto y errático y por tanto en caso de persistir la necesidad de estimulación por un dispositivo transitorio, se buscará rápidamente obtener un acceso vascular central por el que se pueda avanzar un marcapasos transitorio transvenoso.

Los pacientes con CDI en los cuales se ha desactivado la terapia antitaquicardia deben contar con un equipo de desfibrilación inmediata. Las placas adhesivas de desfibrilación externa deben ser aplicadas siempre que sea posible (algunas cirugías como las de tórax pueden limitar su aplicación preventiva en el



perioperatorio). Se recomienda hacerlo en sentido anteroposterior, con el fin de que no estén directamente sobre el DEECI y así minimizar la corriente que fluye a través del generador y los cables (9).

- **Disminuir las fuentes de IEM.** El riesgo de IEM es mayor en cirugías supraumbilicales en las que se usa electrocauterio monopolar. La recomendación es usar bisturí ultrasónico (armónico) o electrocauterio bipolar, y en caso de tener únicamente el unipolar, las descargas deben ser cortas e intermitentes (duración < 5 segundos, intervalo entre una y otra descarga de 5 segundos) y se debe usar la menor energía posible (28). Se debe disponer el electrobisturí y la almohadilla de dispersión de modo que el recorrido de la corriente y el campo eléctrico no pasen a través o cerca del generador o cables del DEECI y evitar mover el electrodo activado sobre el generador. Con estas medidas se disminuye el riesgo de IEM (9).

Por lo anteriormente expuesto, los autores proponen el siguiente orden de evaluación para el paciente portador de un DEECI programado para cirugía urgente:

- **En el examen físico e interrogatorio.** Verificar el lado donde está implantado y el tamaño del dispositivo. La mayoría de los CDI, CRT-D, CRT-P se implantan en la región infraclavicular izquierda y son de mayor tamaño que un MP. Preguntar por la periodicidad de revisión. Los MP generalmente se revisan cada 12 meses, los demás dispositivos se revisan cada 6 meses. Preguntar al paciente si tiene información sobre el estado de la batería. Revisar si tiene la tarjeta de identificación del dispositivo para saber tipo, indicación y modo de programación.



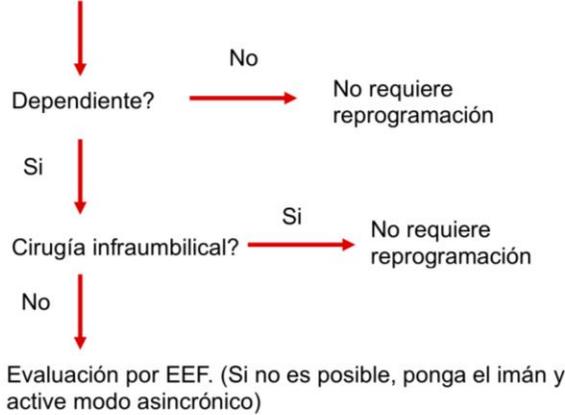
Preguntar por los síntomas que indicaron el implante. Si se presentó con bradicardia sintomática, necesidad de MP transvenoso, síncope a repetición o ablación del nodo AV, se podría pensar que el paciente es dependiente del MP.

- **Obtener radiografía PA y lateral de tórax.** Para establecer tipo de dispositivo, posición e integridad de los cables y definir si puede tener limitaciones para los accesos vasculares.
- **Tomar un electrocardiograma de 12 derivadas con y sin imán.** Para establecer el tipo de dispositivo, orientarse en el modo de programación, tratar de establecer qué tan dependiente es el paciente, así como evaluar rápidamente función de sensado, captura y estado de la batería. Si en el electrocardiograma sin imán aparecen espigas de estimulación la mayor parte del tiempo del trazado es otro motivo para considerar que el paciente es dependiente del dispositivo.
- **Monitoría ASA básico.** Donde la monitoría continua del cardioscopio cuente con las 5 derivadas, adicione línea arterial y palas de desfibrilación.
- **Evaluar el riesgo de IEM** y disminuir las fuentes de origen.
- **Definir la necesidad de usar el imán sobre el dispositivo en el intraoperatorio.** Para esto tenga en mente los algoritmos diseñados por los autores (Figura 5).

ARTÍCULO ACEPTADO

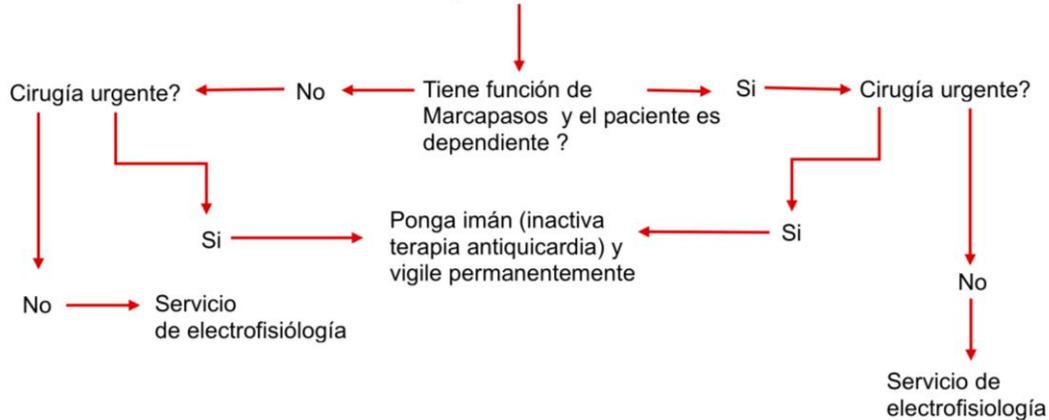
**A**

¿Es marcapasos?



**B**

¿Es un CDI ?



**Figura 5. A** En un paciente dependiente del marcapasos con alto riesgo de IEM se debe reprogramar a modo asincrónico para que se estimule de manera continua, independientemente de lo sensado. En cirugía urgente esto puede lograrse con el imán. **B** En paciente con CDI y cirugía con alto riesgo de IEM se busca suspender la



terapia antitaquicardia para evitar que haya interferencias en el sensado que puedan generar descargas inapropiadas. En cirugía electiva, el servicio de electrofisiología debe ser quien desactive la terapia antitaquicardia (puede ser necesario incluso en cirugía infraumbilical), pues en pacientes obesos y en algunos dispositivos la respuesta ante imán puede fallar o estar inactiva. Solo en cirugía urgente se usará el imán para desactivar la terapia antitaquicardia.

*Fuente:* Autores.

- **Una vez finalice la cirugía.** Realice una evaluación postoperatoria por parte del servicio de electrofisiología para que interrogue el dispositivo y restaure las funciones normales requeridas por el paciente. Esta evaluación se recomienda incluso si no se pudo realizar una evaluación preoperatoria, puesto que una IEM significativa o el uso del imán puede alterar las funciones normales del DEECI.

## **Conclusión**

El paciente portador de un DEECI durante el perioperatorio tiene riesgo de resultados adversos relacionados con el dispositivo (incapacidad para estimular, incapacidad para administrar descargas, cambios en la programación y terapias inapropiadas del cardiodesfibrilador) y resultados adversos clínicos (hipotensión, bradiarritmias, taquiarritmias o cualquier tipo de lesión miocárdica) (9,29,30). Aunque la frecuencia de estos resultados adversos no puede ser establecida con claridad en la literatura, el riesgo que representan implica una valoración completa y multidisciplinaria del paciente antes de ser sometido a cirugía. Las situaciones emergentes pueden limitar esta adecuada evaluación. Es necesario que el equipo quirúrgico en cabeza del anestesiólogo, tenga un conocimiento práctico y organizado, no solo del funcionamiento de los dispositivos, sino del manejo integral en el escenario emergente. Esto permite hacer una adecuada aproximación al tipo de dispositivo, realizar una monitoría y vigilancia estrecha en el intraoperatorio e implementar conductas que



disminuyan el riesgo de interferencia electromagnética que puedan alterar el funcionamiento del DEECI, y así, evitar poner en riesgo la vida del paciente.

### **Responsabilidades éticas**

Este artículo de revisión es el producto de una revisión no sistemática de la literatura y en concordancia con el código de Nuremberg, se trata de un trabajo que no pone en riesgo la salud de ningún paciente. Desde la concepción y durante el proceso de realización, se cumplen con los aspectos éticos requeridos para realizar una publicación científica con importancia social, científica y clínica, además con el mínimo posible de sesgos al basar los datos reportados en evidencia y publicaciones científicas y que cuenta con la responsabilidad social de los integrantes de dicha publicación.

### **Reconocimientos**

#### **Contribución de los autores:**

- FAS: Concepción y planificación del artículo, obtención de bibliografía, obtención de las imágenes del artículo, elaboración de figuras, redacción del manuscrito.
- LMJ: Planificación del artículo, obtención de bibliografía, elaboración de figuras, redacción del manuscrito.
- JFA y JAC: Planificación del artículo, interpretación de imágenes y gráficas, redacción y aprobación final del manuscrito.

**Apoyo financiero y patrocinio:** Ninguno declarado.

**Conflictos de interés:** Ninguno declarado.



## Referencias

1. Aronow WS, Gregoratos G. Management of atrial fibrillation, ventricular arrhythmias and pacemakers in older persons: Permanent pacemakers in older persons. *J American Geriatrics Society*. 2015;47(9):1125-35. doi: <http://www.doi.org/10.1111/j.1532-5415.1999.tb05239.x>
2. Bradshaw PJ, Stobie P, Knuiman MW, et al. Trends in the incidence and prevalence of cardiac pacemaker insertions in an ageing population. *Open Heart*. 2014;1:e000177. doi: <http://www.doi.org/10.1136/openhrt-2014-000177>
3. 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(8):1013-27. doi: <http://www.doi.org/10.1111/j.1540-8159.2011.03150.x>
4. Kremers MS, Hammill SC, Berul CI, et al. The National ICD Registry Report: version 2.1 including leads and pediatrics for years 2010 and 2011. *Heart Rhythm*. 2013;10(4):e59-65. doi: <http://www.doi.org/10.1016/j.hrthm.2013.01.035>
5. Young JB, Abraham WT, Smith AL, et al. Combined cardiac resynchronization and implantable cardioversion defibrillation in advanced chronic heart failure: the MIRACLE ICD Trial. *JAMA*. 2003;289(20):2685-94. doi: <http://www.doi.org/10.1001/jama.289.20.2685>
6. Ministerio de Salud y Protección Social. Análisis de Situación de Salud. Colombia [internet]. 2016 [citado: 2020 oct. 16]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co>.
7. Saldarriaga CI, Garcés JJ, Agudelo A, et al. Impacto clínico de un programa de falla cardíaca. *Rev Colomb Cardiol*. 2016;23(4):260-4. doi: <http://www.doi.org/org/10.1016/j.rccar.2015.06.012>
8. Rosso F, Perafán-Bautista PE, et al. Infección relacionada con los dispositivos cardiovasculares. *Rev Colomb Cardiol*. 2016;23(6):508-13. doi: <http://www.doi.org/10.1016/j.rccar.2016.07.005>



9. American Society of Anesthesiologists. Practice Advisory for the Perioperative Management of patients with cardiac implantable electronic devices: Pacemakers and implantable cardioverter–defibrillators 2020. *Anesthesiology*. 2020;132(2):225-52. doi: <http://www.doi.org/10.1097/ALN.0000000000002821>
10. Bryant HC, Roberts PR, Diprose P. Perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices. *BJA Education*. 2016;1-9. doi: <https://doi.org/10.1093/bjaed/mkw020>
11. Cronin B, Essandoh M. Update on cardiovascular implantable electronic devices for anesthesiologists. *J Cardiothoracic Vascular Anesth*. 2018;32:1871-84. doi: <http://www.doi.org/10.1053/j.jvca.2017.09.007>
12. Tracy CM, Epstein A, et al. ACCF/AHA/HRS Focused Update Incorporated Into the ACCF/AHA/HRS 2008 Guidelines for Device-Based Therapy of Cardiac Rhythm Abnormalities. *JACC*. 2012;61(3):e6-75. doi: <http://www.doi.org/10.1016/j.jacc.2012.11.007>
13. Schulman PM, Rozner M, et al. The perioperative management of implantable pacemakers and cardioverter–defibrillators. *Advances Anesthesia*. 2016;34:117-41. doi: <http://www.doi.org/10.1016/j.aan.2016.07.008>
14. Kaszala K, Huizar J, et al. Contemporary pacemakers: What the primary care physician needs to know. *Mayo Clin Proc*. 2008;83(10):1170-86. doi: <http://www.doi.org/10.4065/83.10.1170>
15. Bernstein AD, Daubert JC, et al. The Revised NASPE/BPEG generic code for antibradycardia, adaptive-rate, and multisite pacing. *J Pacing Clin Electrophysiol*. 2002;25(2):260-4. doi: <http://www.doi.org/10.1046/j.1460-9592.2002.00260.x>
16. Burney K, Burchard F, Papouchado M, Wilde P. Cardiac pacing systems and implantable cardiac defibrillators (ICDs): a radiological perspective of equipment, anatomy and complications. *Clin Radiol*. 2004;59:699-708. doi: <http://www.doi.org/10.1016/j.crad.2004.01.009>
17. Salvador P, Alandete G, et al. Pacemakers and implantable cardioverter defibrillators, unknown to chest radiography: Review, complications and



- systematic reading. *Eur J Radiol.* 2015;84:499-508. doi: <http://www.doi.org/10.1016/j.ejrad.2014.12.011>
18. Locati ET, Bagliani G, et al. Role of surface electrocardiograms in patients with cardiac implantable electronic devices. *Card Electrophysiol Clin.* 2018;10:233-55. doi: <http://www.doi.org/10.1016/j.ccep.2018.02.012>
  19. McLeod CJ, Jost CHA, Warnes CA, et al. Epicardial versus endocardial permanent pacing in adults with congenital heart disease. *J Interv Card Electrophysiol.* 2010;28:235-43. doi: <http://www.doi.org/10.1007/s10840-010-9494-4>
  20. Pow-Li C, et al. A practical approach to perioperative management of cardiac implantable electronic devices. *Singapore Med J.* 2015;56(10):538-41. doi: <http://www.doi.org/10.11622/smedj.2015148>
  21. Hurtado Nazal C, Araneda VA, et al. Cuidado perioperatorio de pacientes portadores de dispositivos electrónicos cardíacos implantables. *Rev Chil Cir.* 2017;69(1):77-83. doi: <http://www.doi.org/10.1016/j.rchic.2016.06.001>
  22. Barold S, Stroobandt R, Sinnaeve A. Cardiac pacemakers and resynchronization step-by-step: An illustrated guide. 2nd Ed. Oxford: Willey; 2010.
  23. Stone M, Apinis A, et al. Current perioperative management of the patient with a cardiac rhythm management device. *Sem Cardioth Vasc Anesth.* 2009;13(1):31-43. doi: <http://www.doi.org/10.1177/1089253209332211>
  24. Schulman PM, Rozner M. Use caution when applying magnets to pacemakers or defibrillators for surgery. *Anesth Analg.* 2013;117:422-7. doi: <http://www.doi.org/10.1213/ANE.0b013e31829003a1>.
  25. Stevenson I, Voskoboinik A. Cardiac rhythm management devices. The Royal Australian College of general practitioners 2018. Reprinted from *AJGP.* 2018;47(5). doi: <http://www.doi.org/10.31128/AJGP-12-17-4439>
  26. Mulpuru SK, Madhavan M, et al. Cardiac pacemakers: Function, troubleshooting, and management. *J Am Coll Cardiol.* 2017;69:189-210. doi: <http://www.doi.org/10.1016/j.jacc.2016.10.061>



27. Arora L, Inampudi C. Perioperative management of cardiac rhythm assist devices in ambulatory surgery and nonoperating room anesthesia. *Curr Opin Anesthesiol.* 2017;30(6):676-81. doi: <http://www.doi.org/10.1097/ACO.0000000000000532>.
28. Apfelbaum J, Belott P, et al. Practice advisory for the perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices: pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators. *Anesthesiology.* 2011;114:247-61. doi: <http://www.doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181f6e7f6>.
29. Crossley GH, Poole JE, Rozner MA, et al. The Heart Rhythm Society Expert Consensus Statement on the perioperative management of patients with implantable defibrillators, pacemakers and arrhythmia monitors: Facilities and patient management. *Heart Rhythm.* 2011;8:1114-54. doi: <http://www.doi.org/10.1016/j.hrthm.2010.12.023>.
30. Rooke G, Lombaard SA, et al. Initial experience of an anesthesiology-based service for perioperative management of pacemakers and implantable cardioverter defibrillators. *Anesthesiology.* 2015;123:1024-32. doi: <http://www.doi.org/10.1097/ALN.0000000000000838>

ARTÍCULO ACEPTADO