



ARTÍCULO DE REVISIÓN

Cuidado perioperatorio de pacientes portadores de dispositivos electrónicos cardíacos implantables



Claudia Hurtado Nazal^a, Andrea Araneda V.^a, Maximiliano Zamora H.^a, Angela Parra P.^b y Alejandro González A.^{a,*}

^a División de Anestesiología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

^b Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

Recibido el 20 de abril de 2016; aceptado el 6 de junio de 2016

Disponible en Internet el 11 de julio de 2016

PALABRAS CLAVE

Dispositivos cardíacos implantables;
Cirugía;
Cuidado perioperatorio;
Marcapasos;
Cardiovertor-desfibrilador implantable

KEYWORDS

Cardiac implantable devices;
Surgery;
Perioperative care;
Pacemaker;
Implantable cardioverter-defibrillator

Resumen Dado el creciente número de pacientes con dispositivos electrónicos cardíacos implantables (DECI), que incluyen marcapasos y/o cardiovertores-desfibriladores implantables, el manejo perioperatorio de aquellos que serán sometidos a cirugía requiere que el equipo quirúrgico esté familiarizado con estos dispositivos y sus implicancias, con la finalidad de disminuir los eventos adversos. Las guías clínicas actuales recomiendan un manejo multidisciplinario. Sin embargo, cuando estas condiciones no son posibles, tanto el equipo quirúrgico como anestésico deben ser capaces de proveer un manejo perioperatorio seguro y efectivo. Este debe ser individualizado a cada paciente, tipo de dispositivo y procedimiento quirúrgico al que será sometido, por lo que una única recomendación no es apropiada para todos los casos. En esta revisión se describen las principales recomendaciones para el manejo perioperatorio de pacientes usuarios de marcapasos y/o cardiovertores-desfibriladores implantables.

© 2016 Sociedad de Cirujanos de Chile. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Perioperative care in patients with cardiac implantable electronic devices

Abstract With the increased number of patients with cardiac implantable electronic devices (CIED), which include pacemakers and/or implantable cardioverter-defibrillators, the perioperative management of those patients who will be undergoing surgery requires that surgical team to become familiar with these devices and their implications, in order to reduce the adverse outcomes. Current guidelines recommend a multidisciplinary approach of these patients. However, when these conditions are not feasible, both surgical and anesthesia team should be able to

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: gonzalea@med.puc.cl (A. González A.).

provide a safe and effective perioperative environment. This management should be individualized for each patient, type of device and surgical procedure; therefore a single recommendation is not appropriate for all cases. The main recommendations for the perioperative management of patients with pacemakers and/or implantable cardioverter-defibrillators are described in this review.

© 2016 Sociedad de Cirujanos de Chile. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Los trastornos de generación y/o conducción del impulso eléctrico del corazón determinan asincronía entre la contracción auricular y ventricular, pudiendo generar alteraciones hemodinámicas, disfunción ventricular, embolias sistémicas o muerte súbita. Estos trastornos se pueden presentar en variadas patologías tales como: enfermedad del nodo sinusal, bloqueo auriculoventricular, síndrome de bradicardia-taquicardia, cardiopatía coronaria, miocarditis, o insuficiencia cardíaca, entre otras, que pueden requerir estimulación cardíaca permanente a través de dispositivos implantables.

En la práctica clínica, es cada vez más frecuente encontrar pacientes portadores de algún tipo de dispositivo electrónico cardíaco implantable (DECI), que incluyen los marcapasos (MP) y los cardiovertores-desfibriladores implantables (CDI)¹. En América del Norte, por ejemplo, al menos 3 millones de pacientes tienen un DECI², y en Estados Unidos anualmente se instalan 400.000 MP y 120.000 CDI aproximadamente³. En Chile se estima que se instalan más de 2.000 nuevos dispositivos al año⁴, número que ha ido creciendo, especialmente desde que estos se incorporaron en las Garantías Explícitas de Salud^{5,6}.

El aumento de pacientes portadores de estos dispositivos se debe a una población que tiende a envejecer, nuevas indicaciones para su uso y a un mayor desarrollo tecnológico³. En consecuencia, hoy nos vemos involucrados con mayor frecuencia en el cuidado perioperatorio de estos pacientes, que requieren un manejo adecuado para evitar posibles complicaciones¹. A pesar de esto, habitualmente existe poco conocimiento, en el equipo quirúrgico y en los mismos pacientes, de las características de estos dispositivos⁷. Las recomendaciones internacionales señalan que el manejo perioperatorio debe ser realizado por el equipo tratante que habitualmente maneja el DECI^{7,8}; sin embargo, muchas veces nos veremos enfrentados a situaciones donde no es posible el manejo perioperatorio especializado y multidisciplinario de estos dispositivos.

En este artículo revisaremos las características básicas de los DECI, las complicaciones asociadas a su uso durante una cirugía y describiremos recomendaciones prácticas para el manejo perioperatorio de pacientes portadores de estos dispositivos⁹.

Marcapasos

Un MP es un dispositivo capaz de estimular eléctricamente el corazón, que consta de una fuente de energía (batería o pilas), de un sistema electrónico denominado cabezal del marcapasos (visible solo en los marcapasos externos o transitorios) y de guías y electrodos (endocavitarios, epicárdicos o percutáneos) que transmiten el estímulo directamente al corazón. Estos dispositivos incluyen los MP propiamente como tales y la terapia de resincronización cardíaca.

La estimulación eléctrica que produce un MP puede ser unicameral (solo auricular o ventricular), bicameral (auricular y ventricular) o a múltiples cámaras (ejemplo: MP biventricular o de resincronización cardíaca)¹⁰ y pueden utilizar guías tanto unipolares como bipolares.¹¹ Las guías bipolares son las más utilizadas en los últimos años, ya que tienen menor susceptibilidad a la interferencia electromagnética (IEM); en estas, el ánodo y el cátodo están presentes en la misma guía y la distancia entre ellos es corta, por lo que existe una menor distancia como antena captadora de IEM^{7,11,12}. En la [tabla 1](#) se describe la nomenclatura de los MP que especifica las modalidades de programación^{4,6,13}.

Las indicaciones para instalar un MP son realizadas por un equipo cardiológico, siendo las más comunes la bradicardia sintomática (incluidas las resultantes de una disfunción del nodo sinusal) y el bloqueo de la conducción auriculoventricular luego de la ablación del nodo auriculoventricular¹⁴. La instalación de un MP se puede realizar en forma temporal a través de electrodos o paletas externas, de una sonda MP de emergencia insertada por un acceso venoso central, o de manera permanente mediante una implantación intracardiaca¹⁵. En adelante nos referiremos a los MP de instalación intracardiaca.

Cardiovertores-desfibriladores implantables

Los CDI son dispositivos capaces de detectar arritmias ventriculares (taquicardia ventricular y fibrilación ventricular) y dar una descarga de desfibrilación. Actualmente se han convertido en una terapia definitiva en aquellos pacientes con alto riesgo de desarrollar arritmias malignas (profilaxis primaria: pacientes con miocardiopatía y fracción de eyección ventricular < 35%), y también para aquellos pacientes que han sobrevivido a arritmias malignas (profilaxis secundaria)^{7,16,17}. Existe un código utilizado para identificar los CDI ([tabla 2](#))^{4,13}.

Tabla 1 Nomenclatura de los marcapasos, que describe la modalidad de programación

Posición I Cámara estimulada	Posición II Cámara censada	Posición III Respuesta a lo censado	Posición IV Modulación de frecuencia	Posición V Estimulación multisitio
O = ninguna A = aurícula	O = ninguna A = aurícula	O = ninguna I = inhibe	O = ninguna R = modulación de frecuencia	O = ninguna A = aurícula
V = ventrículo D = dual (A + V)	V = ventrículo D = dual (A + V)	T = gatilla D = dual (I + T)		V = ventrículo D = dual (A + V)

Las 3 primeras letras describen las funciones antibradicardia y las 2 últimas describen las funciones de programabilidad y antitaquicardia. Fuentes: León et al.⁴, Guía clínica trastorno de generación del impulso cardíaco y conducción en personas de 15 años y más que requieren marcapaso⁶ y Bernstein et al.¹³.

Tabla 2 Código para identificar los cardiovertores-desfibriladores internos

Posición I Cámara de descarga	Posición II Cámara de estimulación antitaquicardia	Posición III Detección de taquicardia	Posición IV Cámara de estimulación antibradicardia
O = ninguna A = aurícula V = ventrículo D = dual (A + V)	O = ninguna A = aurícula V = ventrículo D = dual (A + V)	E = electrograma H = hemodinámico	O = ninguna A = aurícula V = ventrículo D = dual (A + V)

Fuentes: León et al.⁴ y Bernstein et al.¹³.

Complicaciones del uso de dispositivos electrónicos cardíacos implantables en cirugía

En el transcurso de una cirugía, los pacientes portadores de DECI pueden sufrir complicaciones asociadas a estos dispositivos, entre las que se describen las siguientes^{18,19}:

- 1) Daño o reprogramación del DECI.
- 2) Consecuencias anatómicas asociadas al procedimiento quirúrgico, cuando este se realiza en una zona anatómica vecina al dispositivo: por ejemplo, neumotórax en toracotomías o cirugías cardíacas.
- 3) Daño físico al DECI o a sus cables producto de traumatismo directo.
- 4) Infección del dispositivo o de sus cables producto de una bacteriemia perioperatoria.
- 5) Quemaduras de tejidos asociadas a la conducción a través de los cables producto de IEM.
- 6) Complicaciones asociadas a falla en el retorno a las configuraciones preoperatorias del dispositivo.
- 7) Complicaciones asociadas a maniobras o agentes vagotónicos (tales como opioides de acción rápida) que podrían aumentar el bloqueo de conducción, lo que podría determinar la abolición de cualquier ritmo cardíaco subyacente y transformar al paciente en un verdadero dependiente de MP.
- 8) Alteraciones en el balance de fluidos, ácido-base y de electrolitos podrían alterar la función de los dispositivos y aumentar el riesgo de arritmias.

De las complicaciones descritas, la más común y más ampliamente estudiada en la literatura es la relacionada con la IEM⁸, la cual revisaremos a continuación.

Interferencia electromagnética

La IEM es aquella señal eléctrica y/o magnética capaz de interferir con el normal funcionamiento de un DECI. Cualquier aparato que emita ondas de radiofrecuencia entre 0 y 10⁹ Hz puede generar IEM e interferir en el adecuado funcionamiento del dispositivo⁷. Varios estudios descriptivos y reportes de casos sugieren que los siguientes procedimientos podrían estar asociados a IEM: electrocauterización (monopolar >> bipolar), radiofrecuencia ablativa y resonancia nuclear magnética (RNM)⁷. También se ha descrito IEM por litotripsia extracorpórea, radioterapia, monitores de potenciales evocados, estimuladores de nervio periférico o neuroestimulador (en bloqueos de nervio periférico), fasciculaciones, calofríos, desfibrilación externa y terapia electroconvulsiva^{7,19}. Sin embargo, el potencial de las fuentes de IEM para alterar el comportamiento de los DECI modernos ha disminuido significativamente comparado con generaciones anteriores de dispositivos⁴.

La IEM ingresa al MP o CDI mediante 2 mecanismos: conducción e irradiación. Por conducción, cuando la fuente electromagnética se encuentra en contacto directo con el cuerpo (como en el caso de la electrocauterización), y por irradiación, cuando el paciente se encuentra en un campo electromagnético y los electrodos del DECI actúan como antena de recepción de esas señales, sin contacto directo con la fuente, como sucede con la RNM²⁰.

Las posibles respuestas a una IEM incluyen⁴:

- Interpretación de la IEM como señal intracardiaca, ocasionando inhibición o descarga de la estimulación eléctrica, dependiendo del modo programado.
- Interpretación de la señal como «ruido», causando reversión temporal a estimulación asincrónica.
- Interpretación de la IEM como una señal de programación, reprogramando el modo del MP o CDI.
- Altos niveles de corriente atraviesan el dispositivo, lo que podría causar quemaduras térmicas en la interfaz electrodo-tejido. Esto podría aumentar los umbrales de estimulación y dañar a los circuitos del generador de pulso.
- Descarga de shocks de CDI innecesarios o falla en reconocer la necesidad de desfibrilación.

Cualquiera de estas respuestas puede resultar en morbilidad significativa o mortalidad debido a hipotensión, arritmias, daño al tejido cardíaco, isquemia miocárdica, y/o daño secundario potencial a otros órganos¹⁹.

Recomendaciones de manejo

Preoperatorio

El manejo preoperatorio de estos pacientes se debe iniciar con una evaluación y optimización de las patologías asociadas. La evaluación preoperatoria debe identificar, en primer lugar, qué pacientes son usuarios de MP y/o CDI, lo que se puede lograr a través de la historia clínica, registro de fichas médicas, radiografías de tórax previas, electrocardiogramas y examen físico^{1,19}. El siguiente paso es identificar el tipo de DECI, la marca, el modelo, la razón de la indicación y la fecha de implantación; antecedentes que se pueden obtener a través de tarjetas de información de los dispositivos, registros clínicos, solicitando evaluación por un cardiólogo o una radiografía de tórax en caso de no contar con lo anterior (figs. 1-3)¹. Los MP deben haber sido revisados en el último año y los CDI en los últimos 6 meses, lo que incluye comprobar la carga restante de la batería (especialmente crítico en los MP), para asegurar el correcto funcionamiento de los dispositivos⁷. Es imprescindible una evaluación por el cardiólogo tratante previo al procedimiento quirúrgico, para un mejor manejo del dispositivo, los cuales también deben ser revisados por los técnicos de la marca respectiva. Sin embargo, cuando estas condiciones no son posibles de cumplir, el equipo quirúrgico debe estar preparado para obtener, por sí mismo, la mayor cantidad de información posible, realizando los pasos recomendados⁷. A continuación, es necesario determinar si el paciente es dependiente de estimulación; lo es si el registro del dispositivo señala que la carga de estimulación es mayor al 40%¹. En ausencia de registros de interrogación al dispositivo, una historia de bradicardias sintomáticas, síncope o ablación del nodo AV como causa de implantación del dispositivo habla de un paciente dependiente de MP, así como también un ECG que revele un ritmo predominante de estimulación (cada onda P o complejo QRS precedido por una espiga del MP)^{1,19}.

En general, los pacientes portadores de MP uni o bica-meral (son los más utilizados) no requieren exámenes

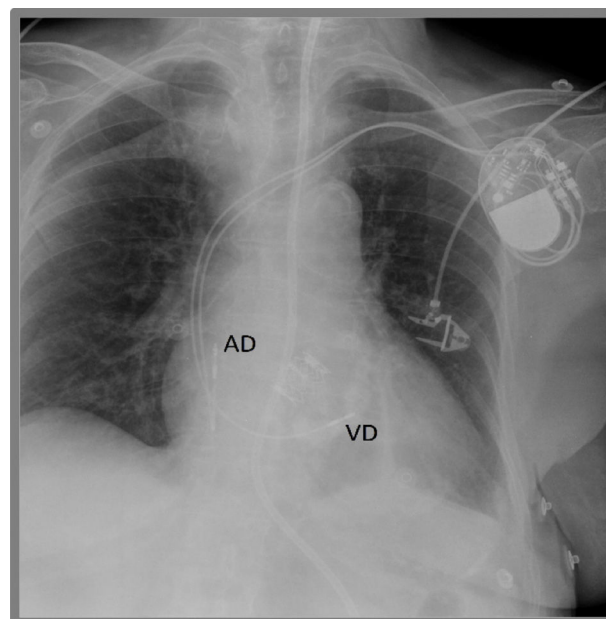


Figura 1 Radiografía de tórax de un marcapasos bicameral. Se observa electrodo en aurícula derecha (AD) y en ventrículo derecho (VD).

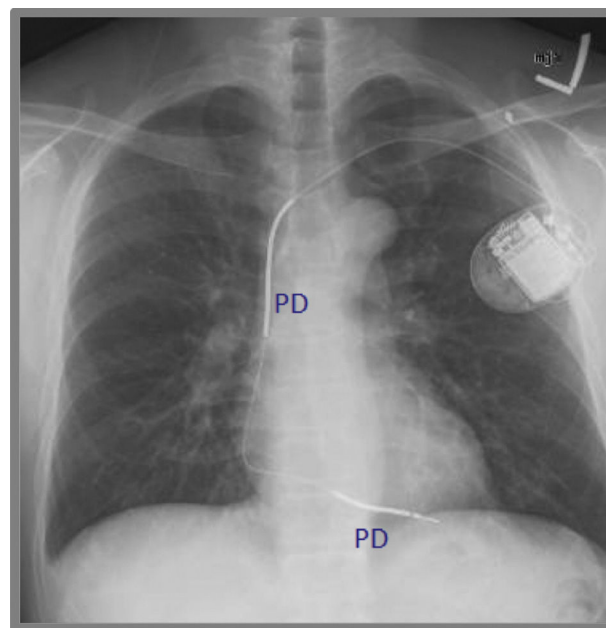


Figura 2 Radiografía de tórax de un cardiovertor-desfibrilador implantable unicameral, con ambas paletas desfibrilatorias (PD) ubicadas a lo largo del electrodo del ventrículo derecho.

preoperatorios específicos (radiografía de tórax, electrocardiograma, etc.)³. Sin embargo, pacientes con MP biventriculares podrían requerir una radiografía de tórax para documentar la posición del electrodo del seno coronario (fig. 3), especialmente en aquellos que eventualmente requieran la instalación de vías venosas centrales, ya que esto podría causar un desplazamiento del electrodo^{2,21}. Por otra parte, un ECG de 12 derivaciones es necesario

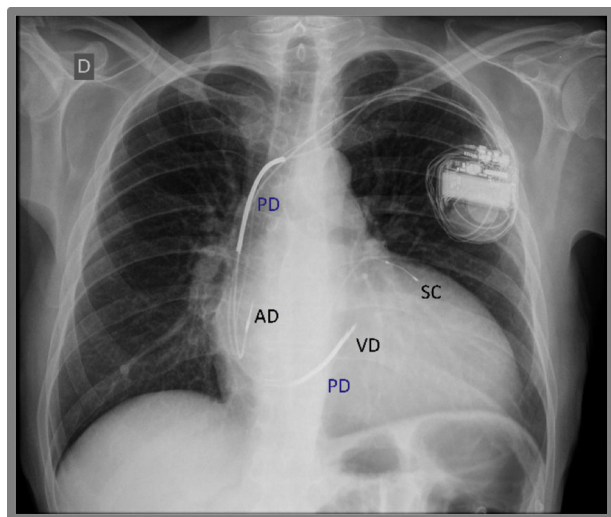


Figura 3 Radiografía de tórax de un marcapasos biventricular (terapia de resincronización cardíaca). Se observa un electrodo en la aurícula derecha (AD), en el seno coronario (SC) y en el ventrículo derecho (VD), con segmentos radioopacos a lo largo del electrodo del ventrículo derecho, que corresponden a las paletas desfibriladoras (PD).

para todos los pacientes que serán sometidos a anestesia general²⁰.

Solicitar la interrogación del dispositivo y su reprogramación previo a una cirugía depende de la naturaleza del procedimiento quirúrgico, de si se utilizarán fuentes de IEM, del tipo de dispositivo y de la dependencia de la estimulación¹. Se recomienda reprogramar el dispositivo en: a) todos los pacientes con CDI; b) procedimientos con potencial uso de fuentes de IEM, especialmente si esta se ubicará a menos de 15 cm del dispositivo o sobre el ombligo⁷; c) cirugía mayor en tórax o abdomen; d) pacientes que son dependientes de la estimulación; e) pacientes con miocardiopatía dilatada o miocardiopatía hipertrófica; f) niños, y g) aquellos dispositivos con sensores de ventilación-minuto, con el

fin de evitar taquicardias inapropiadas por el uso de ventilación mecánica^{1,7,20}. La reprogramación del dispositivo puede implicar apagar la función de control antitaquicardia de los CDI, convertir el modo de estimulación del MP a uno asincrónico, y/o desactivar características de modulación del ritmo. Pacientes que no cumplan con los criterios descritos, generalmente, no requieren reprogramación preoperatoria de los dispositivos¹⁸.

Desde un punto de vista práctico, luego de advertir que un paciente es portador de un DECI, es imprescindible identificar el tipo de DECI y el motivo de la indicación, el último control del dispositivo, aquellos pacientes dependientes de estimulación y qué pacientes requerirán revisión y/o reprogramación del dispositivo.

Intraoperatorio

Los pacientes con DECI deben ser cuidadosamente monitorizados durante la cirugía a través de electrocardiografía continua (con filtro de artefactos desactivado para detectar las descargas del MP)³ y monitorización del pulso periférico (pletismografía u oximetría de pulso y/o línea arterial), con el fin de identificar alteraciones en el comportamiento del dispositivo y de la función cardíaca^{19,22}. Las placas de desfibrilación/estimulación deben ser instaladas en el pecho del paciente en una configuración anterior-posterior para que, en caso que ocurra algún problema con el dispositivo, una estimulación o desfibrilación externa de soporte pueda ser administrada¹⁹. Se recomienda administrar profilaxis antibiótica de 30 a 60 min antes del inicio del procedimiento quirúrgico, habitualmente con cefazolina.

En la [tabla 3](#) se describe el manejo de las fuentes de IEM más frecuentes de encontrar durante el período perioperatorio^{2,8,19,22-26}. El uso de electrocoagulador puede descargar totalmente la batería de un MP, especialmente cuando su carga es baja, originando falla de estimulación. Un neuroestimulador utiliza frecuencias (1-2 Hz) cercanas al límite normal alto de la frecuencia cardíaca, por lo que el estímulo generado por este podría ser censado como señal

Tabla 3 Manejo de las potenciales fuentes de interferencia electromagnética (IEM)

Fuente IEM	Recomendaciones
Electrocauterización	Utilizar modalidad bipolar o un bisturí ultrasónico. Si solo monopolar disponible: «cortar es mejor que coagular» Usar descargas cortas e intermitentes con la menor energía posible Evitar la proximidad del generador de pulso del dispositivo, electrodos o cables con el campo eléctrico de cauterización Posicionar la placa del electrocauterio de modo que el vector de corriente no pase a través o cerca del generador de pulso ni de sus cables
Radiofrecuencia ablativa	Evitar el contacto directo entre el catéter de ablación y el dispositivo y sus cables Mantener la vía de corriente de la radiofrecuencia ablativa lo más lejos posible del generador de pulsos del dispositivo y sus cables
Litotripsia extracorpórea	Evitar que el foco del haz de litotripsia caiga cerca del generador de pulso Desactivar la estimulación auricular si el sistema de litotripsia está sincronizado con la onda R del electrocardiograma
Neuroestimulador	No utilizar; realizar bloqueos utilizando ultrasonido. Si es necesario, realizar con ultrasonido y usar la menor corriente posible (0,5 Hz)
Resonancia nuclear magnética	Contraindicada en pacientes portadores de DECI

intracardiaca normal e inhibir el funcionamiento de un MP; frecuencias de 2 Hz (120 latidos por minuto) podrían inhibir completamente un MP, comparado con frecuencias menores (0,5 Hz: 30 latidos por minuto) que lo inhibirían solo parcialmente²⁶⁻²⁸.

Magnetos

Los magnetos se incorporaron inicialmente para producir un determinado comportamiento en el MP que demostrara la batería restante²⁷. Actualmente, se utilizan solo para proteger a pacientes dependientes de MP de fuentes de IEM^{27,28}. Su uso se justifica en pacientes en que la reprogramación formal no se consideró necesaria o no fue posible realizar, y en cirugías de urgencia; en tales casos, deben ser ubicados directamente sobre el generador de pulso del dispositivo para efectuar cambios¹. En el caso de los MP, los magnetos podrían apagar cualquier modulación del ritmo y convertirlos en aparatos asincrónicos AOO, VOO, DOO (un ritmo prefijado, que no censa miopotenciales auriculares ni ventriculares), lo que previene la inhibición de la estimulación por IEM⁷. El ritmo de estimulación en el modo asincrónico depende de las configuraciones del aparato, antigüedad de la batería y características del fabricante. El ritmo asincrónico se mantiene hasta que los magnetos son retirados, tras lo cual el dispositivo vuelve a su configuración de base².

En el caso de los CDI, la aplicación de magnetos no afecta el modo de estimulación, sino que apaga la detección de arritmias y su terapia antiarrítmica. Es por esto que se requiere una reprogramación formal de estos dispositivos en caso que se requiera cambiar a modo asincrónico². Algunos CDI vienen programados para no responder al uso de magnetos, por lo que su uso de rutina podría producir una falsa sensación de seguridad⁷.

Postoperatorio

Posterior a la cirugía es importante mantener monitoreado al paciente hasta que el dispositivo regrese a su configuración inicial⁷. Aquellos aparatos que requirieron una reprogramación formal para la cirugía deben ser configurados nuevamente a sus condiciones basales. En el caso de aquellos que no requirieron reprogramación y fueron sometidos a IEM, la mayoría de los fabricantes recomiendan una interrogación formal al DECI para asegurar niveles de batería óptimos y un funcionamiento adecuado¹; también se recomienda para aquellos pacientes cuyas cirugías implicaron cambios hemodinámicos importantes (cirugías cardíacas, reparación de aneurismas aórticos, etc.)⁷. Sin embargo, aquellos pacientes cuyos dispositivos recibieron una interrogación preoperatoria apropiada, en quienes no se utilizó fuentes de IEM en pabellón, no requirieron transfusiones de sangre, no se requirió reprogramar el dispositivo en el perioperatorio y no hubo problemas del dispositivo durante la cirugía podrían no necesitar interrogación postoperatoria del DECI¹⁹.

En resumen, el manejo de pacientes usuarios de DECI que serán sometidos a cirugía incluye una evaluación multidisciplinaria que involucre cirujanos, anestesiólogos y cardiólogos. Sin embargo, dado que en la realidad de nuestro país no siempre es posible esta aproximación, es deber del

equipo quirúrgico y anestesiológico conocer las recomendaciones de manejo de estos pacientes y su implementación, especialmente aquellas enfocadas a minimizar la exposición de estos dispositivos a IEM, que pudiera ocurrir durante el procedimiento quirúrgico.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Chia PL, Foo D. A practical approach to perioperative management of cardiac implantable electronic devices. *Singapore Med J*. 2015;56:538-41.
2. Rozner MA. Perioperative care of the patient with a cardiac pacemaker or ICD. *Rev Mex Anesthesiol*. 2009;32 Supl. 1:s190-7.
3. Schulman PM, Rozner MA, Sera V, Stecker EC. Patients with pacemaker or implantable cardioverter-defibrillator. *Med Clin North Am*. 2013;97:1051-75.
4. León P, Vergara I, Lema G. Marcapasos y cardiovertores-desfibriladores internos en anestesia. *Rev Chil Anest*. 2006;35:27-40.
5. Bastías G, Valdivia G. Reforma de Salud en Chile; el Plan AUGE o Régimen de Garantías Explícitas en Salud (GES). Su origen y evolución. *Boletín Escuela de Medicina UC*. 2007;32:51-8.
6. Guía clínica trastorno de generación del impulso cardíaco y conducción en personas de 15 años y más que requieren marcapaso. Santiago: MINSAL; 2011 [consultado 28 May 2016]. Disponible en: <http://diprece.minsal.cl/le-informamos/auge/guias-clinicas-por-regimen/guias-clinicas-auge/>
7. Stone ME, Salter B, Fischer A. Perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices. *Br J Anaesth*. 2011;107 Suppl. 1:i16-26.
8. Crossley GH, Poole JE, Rozner MA, Asirvatham SJ, Cheng A, Chung MK, et al. The Heart Rhythm Society (HRS)/American Society of Anesthesiologists (ASA) 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.
9. Mahlow WJ, Craft RM, Misulía NL, Cox JW Jr, Hirsh JB, Snider CC, et al. A perioperative management algorithm for cardiac rhythm management devices: The PACED-OP Protocol. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2013;36:238-48.
10. Kotsakou M, Kioumis I, Lazaridis G, Pitsiou G, Lampaki L, Papaianou A, et al. Pacemaker insertion. *Ann Transl Med*. 2015;3:42.
11. Irnich W, Bartsch C, Vock J. Investigation of pacemaker position, lead configuration, and sensitivity setting in pacemakers of 579 deceased patients. *Europace*. 2011;13:96-101.
12. Van Hemel NM, Hamerlijnck RP, Pronk KJ, van der Veen EP. Upper limit ventricular stimulation in respiratory rate responsive pacing due to electrocautery. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1989;12:1720-3.
13. Bernstein AD, Daubert JC, Fletcher RD, Hayes DL, Lüderitz B, Reynolds DW, et al., North American Society of Pacing and Electrophysiology/British Pacing and Electrophysiology Group. The revised NASPE/BPEG generic code for antibradycardia, adaptive-rate, and multisite pacing. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2002;25:260-4.
14. Gregoratos GG, Abrams J, Epstein AE, Freedman RA, Hayes DL, Hlatky MA, et al. ACC/AHA/NASPE 2002 guideline update for implantation of cardiac pacemakers and antiarrhythmia devices: Summary article: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice

- Guidelines (ACC/AHA/NASPE Committee to Update the 1998 Pacemaker Guidelines). *Circulation*. 2002;106:2145–61.
15. Stone ME, Apinis A. Current perioperative management of the patient with a cardiac rhythm management device. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2009;13:31–43.
 16. Biton Y, Baman JR, Polonsky B. Roles and indications for use of implantable defibrillator and resynchronization therapy in the prevention of sudden cardiac death in heart failure. *Heart Fail Rev*. 2016;21:433–46.
 17. Bourke ME, Jeffrey H. Pacemaker, recent directions and developments. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2002;15:681–6.
 18. Healey JS, Merchant R, Simpson C, Tang T, Beardsall M, Tung S, et al. Canadian Cardiovascular Society/Canadian Anesthesiologists' Society/Canadian Heart Rhythm Society joint position statement on the perioperative management of patients with implanted pacemakers, defibrillators, and neurostimulating devices. *Can J Cardiol*. 2012;28:141–51.
 19. Apfelbaum JL, Bellot P, Connis RT, Nickinovich DG, Rozner MA, Zaidan JR. Practice advisory for the perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices: Pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators: An update report by the american society of anesthesiology task force on perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices. *Anesthesiology*. 2011;114:247–61.
 20. Salukhe TV, Dob D, Sutton R, et al. Pacemakers and defibrillators: Anaesthetic implications. *Br J Anaesth*. 2004;93:95–104.
 21. Alonso C, Leclercq C, d'Allonnes FR, Pavin D, Victor F, Mabo P, et al. Six year experience of transvenous left ventricular lead implantation for permanent biventricular pacing in patients with advanced heart failure: Technical aspects. *Heart*. 2001;86:405–10.
 22. Rastogi S, Goel S, Tempe D, Virmani S. Anaesthetic management of patients with cardiac pacemakers and defibrillators for noncardiac surgery. *Ann Card Anaesth*. 2005;8:21–32.
 23. Rodriguez-Blanco YF, Souki F, Tamayo E, Candiotti K. Magnets and implantable cardioverter defibrillators: What's the problema? *Ann Card Anaesth*. 2013;16:54–7.
 24. Manickam B, Brull R. Implications of a permanent cardiac pacemaker in peripheral nerve blockade. *Reg Anesth Pain Med*. 2009;34:233–5.
 25. Fitzpatrick K, Dolan J. Implications of a permanent cardiac pacemaker in peripheral nerve blockade. *Reg Anesth Pain Med*. 2009;34:619–20.
 26. Manickam B, Brull R. Implications of a permanent cardiac pacemaker in peripheral nerve blockade. *Reg Anesth Pain Med*. 2010;35:122.
 27. Rapsang AG, Bhattacharyya P. Pacemaker and implantable cardioverter defibrillators — general and anesthetic considerations. *Rev Bras Anesthesiol*. 2014;64:205–14.
 28. American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative Management of Patients with Cardiac Rhythm Management Devices. Practice advisory for the perioperative management of patients with cardiac rhythm management devices: Pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators: A report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative Management of Patients with Cardiac Rhythm Management Devices. *Anesthesiology*. 2005;103:186–98.