

Revisión

Patogenia, factores de riesgo y prevención de las infecciones de dispositivos de estimulación cardíaca



Miguel Rodríguez-Fernández^a y Luis Eduardo López Cortés^{b,c,d,*}

^a Servicio de Medicina Interna, Hospital Universitario Virgen de Valme, Sevilla, España

^b Unidad Clínica de Enfermedades Infecciosas y Microbiología, Hospital Universitario Virgen Macarena, Sevilla, España

^c Centro de Investigación Biomédica en Red en Enfermedades Infecciosas (CIBERINFEC), Madrid, España

^d Departamento de Medicina, Instituto de Biomedicina de Sevilla/Universidad de Sevilla/CSIC, Sevilla, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 6 de julio de 2022

Aceptado el 15 de diciembre de 2022

On-line el 15 de febrero de 2023

Palabras clave:

Dispositivos de estimulación cardíaca

Endocarditis infecciosa

Bacteriemia

Marcapasos

Desfibrilador automático implantable

R E S U M E N

En las últimas 2 décadas el número de dispositivos de estimulación cardíaca (DEC) implantados se ha incrementado progresivamente en nuestro medio. Paralelamente, se ha producido un incremento en el número de infecciones asociadas, lo cual podría deberse, al menos en parte, a una población diana cada vez más envejecida y con mayor comorbilidad. Las infecciones de dispositivos de estimulación cardíaca (IDEC) abarcan tanto la infección del bolsillo del generador, de los electrodos o incluso de estructuras cardíacas adyacentes. El mecanismo de infección más frecuente es la contaminación de los electrodos y/o del generador durante el procedimiento de implante o los días posteriores. Existen factores de riesgo modificables y no modificables relacionados con el huésped, el procedimiento quirúrgico y el dispositivo. En el documento se revisan las distintas medidas de prevención de IDEC, así como su grado de evidencia y recomendación.

© 2023 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. 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/>).

Pathogenesis, risk factors and prevention of cardiac pacing device infections

A B S T R A C T

In the last two decades the number of cardiovascular implantable electronic devices (CEICD) has progressively increased in our environment. In parallel, there has been an increase in the number of associated infections, which could be due, at least in part, to an ageing target population with increased comorbidity. Infections of CEICD include infection of the generator pocket, electrodes or even adjacent cardiac structures. The most common mechanism of infection is contamination of the electrodes and/or generator during the implantation procedure or in the following days. There are modifiable and non-modifiable risk factors related to the host, the surgical procedure and the device. The document reviews the different measures for the prevention of infection of CEICD and their level of evidence and recommendation.

© 2023 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. 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

Las infecciones de dispositivos de estimulación cardíaca (IDEC) han aumentado en las últimas décadas. Entre las causas de esta tendencia, destaca el incremento en el número de indicaciones, así como la mayor edad y comorbilidad de los pacientes. El mecanismo de infección más frecuente es la contaminación del generador durante el procedimiento del implante o los días posteriores. Dada su trascendencia para el paciente y el sistema sanitario, resulta especialmente relevante revisar los potenciales factores de riesgo y las principales medidas de prevención.

Incidencia de las infecciones de dispositivos de estimulación cardíaca

En las últimas 2 décadas el número de dispositivos de estimulación cardíaca (DEC) implantados se ha incrementado progresivamente en nuestro medio, fundamentalmente gracias a los avances tecnológicos y a la ampliación de sus indicaciones¹. Paralelamente, se ha producido un incremento en el número de infecciones asociadas, lo cual podría deberse, al menos en parte, a una población diana cada vez más envejecida y con mayor comorbilidad². Es complejo conocer con exactitud la prevalencia de las IDEC debido a la heterogeneidad de las distintas cohortes disponibles. Los primeros estudios observaron una incidencia situada entre el 0,13 y el 19,9%^{3,4}. En un estudio de base poblacional realizado en Minnesota entre 1975 y 2004, la incidencia global fue de 1,9 por cada 1.000 dispositivos/año (intervalo de confianza [IC] al

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: luislopezcortes@gmail.com (L.E. López Cortés).

95%: 1,1-3,1)⁵. Más recientemente, un estudio basado en los datos de los seguros médicos estadounidenses entre 2000 y 2012, que incluyó más de 4 millones de procedimientos quirúrgicos, mostró un aumento de la incidencia del 1,45 al 3,41% ($p < 0,001$) para dicho periodo⁶, con un mayor riesgo asociado al implante de dispositivos de terapia de resincronización cardíaca (TRC). En 2016 Rennert-May et al. revisaron 191.610 DEC implantados en EE. UU. en el año 2016, identificando 8.060 casos de IDEC (4,2%)⁷. En nuestro medio, un estudio de cohortes retrospectivo realizado en el Hospital Clínico de Barcelona describió 138 episodios de IDEC diagnosticados a lo largo de los últimos 40 años y comparó 2 periodos de tiempo (1981-2000 frente a 2001-2020), poniendo de manifiesto una prevalencia 4,5 veces mayor en el segundo periodo: 25 (18%) frente a 113 (82%) casos de IDEC, correspondiendo el 4,1 y el 10,2% del total de endocarditis infecciosas diagnosticadas en dicho centro del primer y segundo periodo, respectivamente⁸.

Un dato a tener en cuenta es que la incidencia de infección asociada a procedimientos de revisión o sustitución de DEC es de 2 a 5 veces mayor con respecto a un primer implante⁹.

Patogenia y etiología

Las IDEC abarcan tanto la infección local del bolsillo del generador como la infección sistémica, que afecta a los electrodos del dispositivo de electroestimulación. El mecanismo de infección más frecuente es la contaminación del generador durante el procedimiento de implante o los días posteriores. Durante la cirugía, la herida quirúrgica se va colonizando por la flora residente de la piel adyacente, fundamentalmente de la zona pectoral y axilar, en las cuales reside una alta concentración de microorganismos; de hecho, se considera que a los 40-60 min del inicio de la intervención la herida quirúrgica ya está contaminada. Esto no implica que se desarrolle necesariamente una infección^{10,11}, para lo cual tendrían que concurrir una serie de factores predisponentes, como la presencia de hematomas en el postoperatorio, entre otros. Este mecanismo suele ser el responsable de las infecciones precoces, definidas como aquellas que se producen en los primeros 6 meses¹². Hay autores que reducen el periodo a los primeros tres meses¹³ mientras que otros, sin embargo, lo amplían incluso hasta el primer año postimplante¹⁴.

El segundo mecanismo implica la infección de los electrodos en un primer momento, y posteriormente del dispositivo, desde un foco a distancia (por ejemplo, un catéter venoso) en el contexto de una infección sistémica (diseminación hematológica). Este mecanismo es el responsable de la mayor parte de las infecciones tardías.

Tras la adhesión inicial al dispositivo, los microorganismos experimentan complejas variaciones genéticas que conducen a la formación de una biopelícula o *biofilm*. Debido a la arquitectura de la biopelícula y a los problemas de difusión de los antimicrobianos a su través, es posible que algunas poblaciones bacterianas estén sometidas, al menos de forma transitoria, a concentraciones subinhibitorias de antibióticos, aumentando la probabilidad de seleccionar mutantes resistentes. Rodeados de esta estructura, los gérmenes desarrollan variantes de colonias que muestran un comportamiento diferente, volviéndose resistentes al sistema inmunitario del huésped y a los agentes antimicrobianos, propiciando que sea prácticamente imposible la curación del paciente sin la retirada del dispositivo completo^{9,15}.

Con respecto a la etiología, en una reciente revisión realizada por autores de la Clínica Mayo, analizando las diversas series publicadas, los microorganismos aislados con mayor frecuencia (70-90%) son bacterias grampositivas, flora residente de la piel en el escenario de la infección local del bolsillo del dispositivo de electroestimulación, especialmente estafilococos coagulasa negativos

Tabla 1

Principales patógenos aislados en pacientes intervenidos de IDEC pertenecientes a 3 grandes cohortes de América del Norte, Europa y Asia

Patógeno	Porcentaje de aislados		
	América del Norte	Europa	Asia
<i>Staphylococcus coagulasa negativos</i>		69	45,2
Resistente a meticilina	18,8		
Sensible a meticilina	18,8		
<i>S. aureus</i>		13,8	4,1
Sensible a meticilina	15,8		
Resistente a meticilina	15		
<i>Streptococcus</i> sp.	2,5		
<i>Enterococcus</i> sp.			
Sensible a vancomicina	2,8		
Resistente a vancomicina	1,4		
<i>Cutibacterium</i> sp. ^a		2,5	
<i>Corynebacterium</i> sp.		5	
Bacterias gramnegativas	8,9	6,1	9,1
<i>Enterobacteriaceae</i>		3	3,2
Bacilos no fermentadores ^b		1,5	5,9
Anaerobios	1,6		
Hongos	0,9	1	0,9
Micobacterias	0,2		

IDEC: infecciones de dispositivos de estimulación cardíaca.

^a Previamente *Propionibacterium* spp.

^b Incluido *Pseudomonas* spp.

Fuente: Adaptada de Blomström-Lundqvist et al.¹⁶.

(38%) y *Staphylococcus aureus* (31%) (tabla 1)¹⁶. Estos microorganismos no tienen un efecto patógeno en su localización habitual; de hecho, evitan el sobrecrecimiento de otras bacterias gramnegativas u hongos no residentes (y potencialmente patógenos), representando el principal mecanismo de defensa contra estos. La etiología en el caso de las infecciones a distancia va a depender del foco primario de la bacteriemia. Es importante recalcar que el riesgo de infección secundaria a una siembra hematológica en pacientes con bacteriemia por *S. aureus* portadores de un DEC es elevado, motivo por el que esta circunstancia hace que se las considere «complicadas» por definición¹⁷. En esta serie, los bacilos gramnegativos (BGN) se aislaron en un 6-9% de los casos, mientras que otros microorganismos como estreptococos, anaerobios y hongos se aislaron con menor frecuencia¹⁶. En cualquier caso, ante la sospecha de una IDEC, la punción-aspiración mediante aguja con la asepsia requerida de la bolsa del dispositivo constituye una herramienta de gran ayuda para el diagnóstico microbiológico¹⁸.

En definitiva, el diagnóstico de una IDEC es complejo y depende de la experiencia tanto de cardiólogos como de especialistas en enfermedades infecciosas, combinando los hallazgos de la exploración física, analíticos y microbiológicos, así como técnicas avanzadas de diagnóstico por imagen, existiendo distintos criterios clasificatorios¹⁶.

Factores de riesgo

Existen factores de riesgo modificables y no modificables relacionados con el huésped, el procedimiento quirúrgico y el dispositivo (tabla 2). Entre los factores no modificables, podemos distinguir los siguientes¹⁶:

- *Relacionados con el huésped*: edad avanzada, diabetes mellitus, insuficiencia cardíaca NYHA > 2, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), enfermedad renal crónica en estado avanzado, neoplasias, corticoterapia u otro tipo de tratamiento inmunosupresor.
- *Relacionados con el procedimiento*: revisión/manipulación de un implante previo, sustitución de dispositivo.
- *Relacionados con el dispositivo*: tipo de dispositivo (más riesgo para TRC y DAI), número de electrodos superior a 2, existencia

Tabla 2
Factores de riesgo para las IDEC

Factor de riesgo	Relacionado con el huésped	Relacionado con el procedimiento	Relacionado con el dispositivo
No modificables	Edad avanzada Diabetes mellitus IC NYHA > 2 EPOC ERC en estadio avanzado Neoplasias Tratamiento inmunosupresor ^a	Revisión de implante previo Sustitución de dispositivo	Tipo de dispositivo ^b Número de electrodos > 2 Cables abandonados De doble cámara Electrodos epicárdicos
Modificables	Fiebre antes del implante Terapia puente con heparina Tratamiento activo con ACO	Duración prolongada Desarrollo de hematomas Procedimiento previo reciente Experiencia previa ^c Empleo de MP transitorio	Bolsillo abdominal

ACO: anticoagulantes orales; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; ERC: enfermedad renal crónica; IC: insuficiencia cardíaca; IDEC: infecciones de dispositivos de estimulación cardíaca; MP: marcapasos.

^a Incluida la corticoterapia.

^b Más riesgo para dispositivos de terapia de resincronización cardíaca y DAL.

^c Del cirujano/cardiólogo que implanta.

de cables abandonados o con trayecto sinuoso, dispositivos de doble cámara, presencia de electrodos epicárdicos.

Con respecto a los factores de riesgo modificables, cabe destacar¹⁶:

- *Relacionados con el huésped*: presencia de fiebre antes del implante, terapia puente con heparina, tratamiento activo con anticoagulantes orales.

Tabla 3
Principales pautas de profilaxis antibiótica prequirúrgica en cirugía cardiovascular

Tipo de cirugía cardiovascular	Recomendación	Antibiótico indicado	Alternativa si alergia a betalactámicos	Duración
Bypass aortocoronario y sustitución valvular	No recomendado en procedimientos percutáneos (D-II) Recomendado en: <i>bypass</i> aortocoronario y sustitución valvular (A-I) y en el implante transcáteter de la válvula aórtica (B-III)	Cefazolina o cefuroxima (A-I)	Vancomicina (A-II)	Dosis única (A-I) ^a
Implante de MP y/o desfibrilador	Recomendado (A-I)	Cefazolina o cefuroxima (A-I)	Vancomicina (A-II)	Dosis única (A-I)
Implante de catéteres de acceso vascular central Cirugía vascular periférica (percutánea y abierta)	No recomendado (D-I) Recomendado en procedimientos vasculares de alto riesgo (A-I) ^b	Cefazolina (A-I) ^c	Vancomicina (B-II) o clindamicina (C-III)	Dosis única (A-I)

MP: marcapasos.

^a Si se emplean cefalosporinas, administrar una nueva dosis de 1 g/cada 3 h hasta la finalización del procedimiento; no se debe continuar la profilaxis una vez concluida la cirugía (A-II).

^b Aquéllos en los que se vaya a implantar algún tipo de material protésico.

^c Se sugiere añadir un segundo antibiótico con actividad frente a bacilos gramnegativos (gentamicina) si hay riesgo de exposición a la flora intestinal (B-III). Fuente: Adaptada de del Toro López et al.²¹.

- *Relacionados con el procedimiento*: duración prolongada, desarrollo de hematomas, procedimientos previos recientes, experiencia previa del cirujano/cardiólogo que implanta, empleo de un marcapasos (MP) transitorio.
- *Relacionados con el dispositivo*: realización de un bolsillo abdominal.

Medidas básicas para la prevención de las infecciones de dispositivos de estimulación cardíaca

En 2018 la Organización Mundial de la Salud (OMS) realizó una serie de recomendaciones basadas en la evidencia disponible en relación con la prevención de la infección del sitio quirúrgico (ISQ)¹⁹. Estas medidas pueden parecer básicas pero su cumplimiento óptimo es clave. Con respecto a las medidas preoperatorias, la OMS recomienda la realización de una ducha preoperatoria con jabón, evitar maquinillas no eléctricas en el rasurado y que sea realizado lo más próximo posible al procedimiento. En este sentido recomienda también el empleo de clorhexidina al 2% en solución alcohólica como antiséptico preoperatorio, así como un correcto lavado de manos, frotándose las manos y los antebrazos ya sea utilizando agua y jabón o productos validados a base de alcohol, siempre durante el tiempo recomendado por el fabricante, normalmente de 2 a 5 min. Durante la cirugía se aconseja asegurar una técnica estéril intraoperatoria y limitar el número de personas en el quirófano, así como el número de apertura de puertas durante el procedimiento. Tras la cirugía es clave no mantener la profilaxis antibiótica²⁰ y revisar periódicamente las heridas quirúrgicas para detectar signos de infección.

Profilaxis antibiótica

La Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (SEIMC), conjuntamente con la Asociación Española de Cirujanos (AEC), revisaron y actualizaron las recomendaciones de profilaxis antimicrobiana en un documento de consenso publicado recientemente²¹. La eficacia posible de los antibióticos empleados como profilaxis depende directamente de que sus concentraciones plasmáticas y consecuentemente tisulares sean lo más elevadas posible. Para ello es clave llevar a cabo su infusión próxima al

momento de la incisión, repitiendo la dosis si es necesario, cuando los parámetros farmacocinéticos y farmacodinámicos del antibiótico empleado lo aconsejen. Así pues, en la cirugía de implante de DEC se recomienda la administración de una cefalosporina de primera o segunda generación, como cefazolina o cefuroxima, 1 h antes de la incisión y en dosis única (tabla 3). En pacientes con una alergia probada, podría administrarse vancomicina o teicoplanina intravenosa (IV) perfundida de 90 a 120 min antes del procedimiento. Daptomicina y linezolid son regímenes alternativos en aquéllos en los que no pueda emplearse ninguna de las opciones anteriores¹⁸. En cualquier caso, es importante resaltar que la elección de la profilaxis antibiótica prequirúrgica deberá tener en cuenta en última instancia la epidemiología local y, especialmente, la resistencia a betalactámicos.

Se recomienda una dosis intraoperatoria adicional cuando el procedimiento se prolongue más de 2 veces la vida media del antibiótico empleado. En el caso de la cefazolina, es necesario administrar una segunda dosis intraoperatoria a las 3 h²¹. No existe evidencia suficiente para mantener la profilaxis antibiótica una vez finalizado el procedimiento quirúrgico. En este sentido, se realizó un ensayo clínico multicéntrico, aleatorizado y de diseño cruzado, que evaluaba si prolongar la antibioterapia perioperatoria reducía la incidencia de IDEC²⁰. Para ello, se comparó la profilaxis prequirúrgica estándar con cefazolina frente a la administración prequirúrgica de cefazolina más vancomicina, junto al lavado del bolsillo con bacitracina intraprocedimiento y cefalexina oral durante dos días más. Tras evaluar 19.603 pacientes de 28 centros, no se encontraron diferencias significativas en las tasas de infección entre ambos grupos: 99 (1,03%) casos en el grupo de tratamiento convencional frente a 78 (0,78%) entre los que recibieron profilaxis prolongada (*odds ratio*: 0,77; IC 95%: 0,56–1,05; *p* = 0,1).

Otras medidas

Existen otra serie de medidas específicas para intentar prevenir las IDEC.

Medidas prequirúrgicas

En los pacientes que tienen fiebre o signos de infección activa, el procedimiento debe retrasarse hasta que el paciente permanezca afebril durante, al menos, 24 h²².

- **Descolonización de *S. aureus*:** En el caso de pacientes colonizados el tratamiento tópico nasal con mupirocina y el lavado con clorhexidina ha demostrado reducir el riesgo de infección por dicho microorganismo en diversos estudios de cirugía cardiorrespiratoria^{23,24}, aunque no disponemos de estudios específicos ni subanálisis para la cirugía de implante de DEC. En un metaanálisis que incluyó 17 estudios (34.859 pacientes), se evidenció una reducción significativa del riesgo de ISQ por *S. aureus* (riesgo relativo [RR]: 0,44; IC 95%: 0,32–0,61) tras una estrategia de decolonización universal, aunque los resultados no fueron estadísticamente significativos en el caso de ISQ por *S. aureus* resistente a metilicina (SARM) (RR: 0,25; IC 95%: 0,05–1,28), sin que esta circunstancia pudiera achacarse en principio a la potencia estadística²⁵.
- **Cobertura frente a SARM:** En las últimas décadas, la prevalencia de SARM ha aumentado en la comunidad y ha dejado de considerarse un patógeno limitado exclusivamente al entorno hospitalario o nosocomial, especialmente en EE. UU. A pesar de ello, actualmente no hay datos suficientes que respalden la utilización rutinaria de vancomicina IV como profilaxis antibiótica prequirúrgica en nuestro medio^{26,27}. En el caso de pacientes

colonizados por SARM sí podría considerarse su empleo en monoterapia o de forma combinada¹⁷.

- **Anticoagulación y prevención de hematomas:** Uno de los principales factores de riesgo de IDEC es la formación de hematomas en el bolsillo del generador durante el postoperatorio precoz. La primera medida para evitar hematomas es la hemostasia cuidadosa del campo quirúrgico. En aquellos casos en los que esta sea dificultosa, existe la posibilidad de emplear un drenaje que evitaría la formación de hematomas y su potencial sobreinfección posterior²⁸; otros métodos profilácticos son la compresión, el uso de ácido tranexámico tópico o de diversos hemostáticos absorbibles²⁹.

Asimismo, se recomienda optimizar la terapia anticoagulante en el perioperatorio. En este sentido, se aconseja suspender los dicumarínicos 24 h antes del procedimiento para conseguir un INR por debajo de 2 y reiniciarlos 24–48 h después. Con respecto a los anticoagulantes orales de acción directa (ACOD), en el escenario de una cirugía electiva de implante de MP o desfibrilador, el estudio BRUISE CONTROL-2 mostró un riesgo de hematoma del bolsillo similar en el grupo de pacientes que mantuvo el ACOD hasta la misma mañana de la cirugía con respecto a quienes lo suspendieron 48 h antes del procedimiento, considerándose adecuadas ambas estrategias³⁰. Dos ensayos clínicos aleatorizados han demostrado que mantener la anticoagulación oral con warfarina hasta la cirugía disminuye el riesgo de desarrollar un hematoma del bolsillo frente a la terapia puente con heparina en aquéllos que van a implantarse un MP o un desfibrilador^{31,32}.

Los antiagregantes plaquetarios también aumentan significativamente el riesgo de sangrado, si bien no todos lo hacen en igual medida. Globalmente, se aconseja su suspensión 5–10 días antes de la intervención¹⁶, considerando la vida media del fármaco en cuestión. No obstante, teniendo en cuenta el potencial riesgo cardiovascular de la interrupción del tratamiento crónico con ácido acetilsalicílico (AAS), este no debería interrumpirse en pacientes con cardiopatía isquémica. Por el contrario, siempre que sea posible, el tratamiento con tienopiridinas (como el clopidogrel) debe suspenderse antes de la cirugía, especialmente si está en combinación con AAS³³.

Si el paciente desarrollase finalmente un hematoma en el bolsillo del generador, se debe evitar su drenaje o evacuación durante las primeras semanas a menos que esté a tensión, exista una dehiscencia de suturas o el dolor sea muy intenso, puesto que la reintervención precoz aumenta drásticamente el riesgo de infección^{22,34}.

Medidas periprocedimiento

- **Irrigación local del bolsillo con antisépticos y/o antibióticos:** Si bien se recomienda la irrigación profusa del bolsillo con suero salino, la instilación local de un antibiótico o antiséptico no ha demostrado ningún beneficio para prevenir las IDEC³⁵.
- **Envoltura antibiótica:** Se están estudiando distintas estrategias novedosas para reducir el riesgo de IDEC. Una de ellas es el uso de una envoltura para el DEC, fabricada con una malla polimérica recubierta con agentes antibacterianos que se absorbe completamente en 9 semanas. Está diseñada para liberar localmente minociclina y rifampicina, alcanzando una alta concentración en el tejido local en 2 h, la cual se mantiene durante un periodo de 7–10 días para prevenir las infecciones y la formación de *biofilm*. Los estudios previos retrospectivos y de casos-control fueron muy prometedores, con reducciones significativas de IDEC^{36,37}. Sin embargo, dada la baja tasa de IDEC, el número de pacientes tratados necesario para prevenir una infección en el ensayo clínico WRAP-IT fue alto, por lo que se recomienda su uso fundamentalmente en pacientes de alto riesgo³⁸, como aquéllos

con una puntuación ≥ 6 en la escala PADIT, que incluye las siguientes variables: procedimientos previos en la misma bolsa, edad, deterioro de función renal, inmunodepresión y tipo de procedimiento³⁹.

Conclusiones

Una vez revisado brevemente el origen y las causas de las IDEC, concluimos que deben incrementarse los esfuerzos para identificar y reducir los factores de riesgo modificables en la práctica clínica diaria, tanto aquéllos relacionados con el huésped como con el procedimiento, con objeto de mejorar la supervivencia de los pacientes portadores, a menudo de edad avanzada y pluripatológicos, así como disminuir la estancia hospitalaria y reducir los costes derivados de esta enfermedad. El cumplimiento estricto de las medidas de control de la infección en el momento de la implantación del DEC es fundamental para reducir el riesgo de infección del dispositivo; otras estrategias complementarias, como la cobertura frente a SARM en la profilaxis antibiótica prequirúrgica o el uso de envolturas antibióticas para el DEC, se han mostrado coste-eficaces fundamentalmente en pacientes de alto riesgo.

Financiación

L.E.L.C. cuenta con el apoyo del Plan Nacional de I+D+I 2013–2016 y del Instituto de Salud Carlos III, Subdirección General de Redes y Centros de Investigación Cooperativa, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, Red Española de Investigación en Enfermedades Infecciosas (RD16/0016/0001)–cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional 'Una forma de hacer Europa, Programa Operativo Crecimiento Inteligente 2014–2020'.

Conflicto de intereses

LELC ha sido asesor científico de Angelini, ponente de Angelini, ViiV, Gilead y Correvio, y ha realizado tareas de formación para ViiV. Los demás autores no tienen nada que declarar.

Agradecimientos

Al Dr. Juan Gálvez por su dedicación y pasión por las infecciones cardiovasculares.

Bibliografía

- Proclemer A, Grazia Bongioni M, Etsner H, Todd D, Sciaraffia E, Blomström-Lundqvist C, Scientific Initiatives Committee. European Heart Rhythm Association Current implantable cardioverter-defibrillator programming in Europe: the results of the European Heart Rhythm Association survey. *Europace*. 2014;16:935–8.
- Greenspon AJ, Patel JD, Lau E, Ochoa JA, Frisch DR, Ho RT, et al. 16-year trends in the infection burden for pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators in the United States 1993 to 2008. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58:1001–6.
- Conklin EF, Giannelli S Jr, Nealon TF Jr. Four hundred consecutive patients with permanent transvenous pacemakers. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1975;69:1–7.
- Bluhm G. Pacemaker infections. A clinical study with special reference to prophylactic use of some isoxazolyl penicillins. *Acta Med Scand Suppl*. 1985;699:1–62.
- Uslan DZ, Sohail MR, Sauver JLS, Friedman PA, Hayes DL, Stoner SM, et al. Permanent pacemaker and implantable cardioverter defibrillator infection: A population-based study. *Arch Intern Med*. 2007;167:669–75.
- Joy PS, Kumar G, Poole JE, London B, Olshansky B. Cardiac implantable electronic device infections: Who is at greatest risk? *Heart Rhythm*. 2017;14:839–45.
- Rennert-May E, Chew D, Lu S, Chu A, Kuriachan V, Somayaji R. Epidemiology of cardiac implantable electronic device infections in the United States: A population-based cohort study. *Heart Rhythm*. 2020;17:1125–31.
- Hernández-Meneses M, Llopis J, Sandoval E, Ninot S, Almela M, Falces C, et al. Forty-Year Trends in Cardiac Implantable Electronic Device Infective Endocarditis. *Open Forum Infect Dis*. 2022;9:ofac547.
- Gutiérrez-Carretero E, Rezaei K, Rodríguez-Mora F, de Alarcón A. Infections on Cardiovascular Implantable Electronic Devices: A Critical Review. *Arch Med Res*. 2019;7.
- Pichlmaier M, Marwitz V, Kühn C, Niehaus M, Klein G, Bara C, et al. High prevalence of asymptomatic bacterial colonization of rhythm management devices. *Europace*. 2008;10:1067–72.
- Kleemann T, Becker T, Strauss M, Dyck N, Weisse U, Saggau W, et al. Prevalence of bacterial colonization of generator pockets in implantable cardioverter defibrillator patients without signs of infection undergoing generator replacement or lead revision. *Europace*. 2010;12:58–63.
- Sohail MR, Hussain S, Le KY, Dib C, Lohse CM, Friedman PA, et al. Risk factors associated with early- versus late-onset implantable cardioverter-defibrillator infections. *J Interv Card Electrophysiol*. 2011;31:171–83.
- DeSimone DC, Sohail MR. Approach to Diagnosis of Cardiovascular Implantable Electronic-Device Infection. *J Clin Microbiol*. 2018;56:e01683–1717.
- Da Costa A, Lelièvre H, Kirkorian G, Célard M, Chevalier P, Vandenesch F, et al. Role of the preaxillary flora in pacemaker infections: A prospective study. *Circulation*. 1998;97:1791–5.
- Lebeaux D, Ghigo JM, Beloin C. Biofilm-related infections: bridging the gap between clinical management and fundamental aspects of recalcitrance toward antibiotics. *Microbiol Mol Biol Rev*. 2014;78:510–43.
- Blomström-Lundqvist C, Traykov V, Erba PA, Burri H, Nielsen JC, Bongioni MG, et al., European Heart Rhythm Association (EHRA) international consensus document on how to prevent, diagnose, and treat cardiac implantable electronic device infections–endorsed by the Heart Rhythm Society (HRS), the Asia Pacific Heart Rhythm Society (APHRS), the Latin American Heart Rhythm Society (LAHRS), International Society for Cardiovascular Infectious Diseases (ISCVID), and the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ESCMID) in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J*. 2020;41:2012–32.
- Palraj BR, Farid S, Sohail MR. Strategies to prevent infections associated with cardiovascular implantable electronic devices. *Expert Rev Med Devices*. 2017;14:371–81.
- Baddour LM, Epstein AE, Erickson CC, Knight BP, Levison ME, Lockhart PB, et al., American Heart Association Rheumatic Fever Endocarditis, and Kawasaki Disease Committee; Council on Cardiovascular Disease in Young; Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; Council on Cardiovascular Nursing; Council on Clinical Cardiology; Interdisciplinary Council on Quality of Care; American Heart Association. Update on cardiovascular implantable electronic device infections and their management: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2010;121:458–77.
- World Health Organization (2018). Global guidelines for the prevention of surgical site infection, 2nd ed. World Health Organization [consultado 11 Nov 2022]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/277399>
- Krahn AD, Longtin Y, Philippon F, Birnie DH, Manlucu J, Angaran P, et al. Prevention of Arrhythmia Device Infection Trial: The PADIT Trial. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72:3098–109.
- Del Toro López MD, Arias Díaz J, Balibrea JM, Benito N, Canut Blasco A, Esteve E, et al., Grupo de Estudio de PA de la Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (SEIMC) y Asociación Española de Cirujanos (AEC). Executive summary of the Consensus Document of the Spanish Society of Infectious Diseases and Clinical Microbiology (SEIMC) and of the Spanish Association of Surgeons (AEC) in antibiotic prophylaxis in surgery. *Cir Esp (Engl Ed)*. 2021;99:11–26.
- Klug D, Balde M, Pavin D, Hidden-Lucet F, Clementy J, Sadoul N, et al., PEO-PL Study Group. Risk factors related to infections of implanted pacemakers and cardioverter-defibrillators: Results of a large prospective study. *Circulation*. 2007;116:1349–55.
- Bode LG, Kluytmans JA, Wertheim HF, Bogaers D, Vandenbroucke-Grauls CM, Roosendaal R, et al. Preventing surgical-site infections in nasal carriers of *Staphylococcus aureus*. *N Engl J Med*. 2010;362:9–17.
- Schweizer ML, Chiang HY, Septimus E, Moody J, Braun B, Hafner J, et al. Association of a bundled intervention with surgical site infections among patients undergoing cardiac, hip, or knee surgery. *JAMA*. 2015;313:2162–71.
- Wang Li, Ji Q, Hu X. Role of targeted and universal mupirocin-based decolonization for preventing surgical-site infections in patients undergoing cardiothoracic surgery: A systematic review and meta-analysis. *Exp Ther Med*. 2021;21:416.
- Finkelstein R, Rabino G, Mashiah T, Adler Z, Kertzman V, Cohen O, et al. Vancomycin versus cefazolin prophylaxis for cardiac surgery in the setting of a high prevalence of methicillin-resistant staphylococcal infections. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2002;123:326–32.
- Bull AL, Worth LJ, Richards MJ. Impact of vancomycin surgical antibiotic prophylaxis on the development of methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus* surgical site infections: Report from Australian Surveillance Data (VICNISS). *Ann Surg*. 2012;256:1089–92.
- Mukherjee SS, Saggau D, Chennapragada S, Yalagudri S, Nair SG, Calambur-Narasimhan. Device implantation for patients on antiplatelets and anticoagulants: Use of suction drain. *Indian Heart J*. 2018;70 Suppl 3:S389–93.
- Mehta NK, Doerr K, Skipper A, Rojas-Pena E, Dixon S, Haines DE. Current strategies to minimize postoperative hematoma formation in patients undergoing cardiac implantable electronic device implantation: A review. *Heart Rhythm*. 2021;18:641–50.
- Birnie DH, Healey JS, Wells GA, Ayala-Paredes F, Couto B, Sumner GL, et al. Continued vs. interrupted direct oral anticoagulants at the time of device surgery, in patients with moderate to high risk of arterial thrombo-embolic events (BRUISE CONTROL-2). *Eur Heart J*. 2018;39:3973–9.
- Cheng A, Nazarian S, Brinker JA, Tompkins C, Spragg DD, Leng CT, et al. Continuation of warfarin during pacemaker or implantable cardioverter-defibrillator implantation: A randomized clinical trial. *Heart Rhythm*. 2011;8:536–40.

32. Birnie DH, Healey JS, Wells GA, Verma A, Tang AS, Krahn AD, et al., BRUISE CONTROL Investigators. Pacemaker or defibrillator surgery without interruption of anticoagulation. *N Engl J Med*. 2013;368:2084–93.
33. Wiegand UK, Lejeune D, Boguschewski F, Bonnemeier H, Eberhardt F, Schunkert H, et al. Pocket hematoma after pacemaker or implantable cardioverter defibrillator surgery: Influence of patient morbidity, operation strategy, and perioperative antiplatelet/anticoagulation therapy. *Chest*. 2004;126:1177–86.
34. Essebag V, Verma A, Healey JS, Krahn AD, Kalfon E, Coutu B, et al., BRUISE CONTROL Investigators. Clinically significant pocket hematoma increases long-term risk of device infection: BRUISE CONTROL INFECTION study. *J Am Coll Cardiol*. 2016;67:1300–8.
35. Lakkireddy D, Valasareddi S, Ryschon K, Basarkodu K, Rovang K, Mohiuddin SM, et al. The impact of povidone-iodine pocket irrigation use on pacemaker and defibrillator infections. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2005;28:789–94.
36. Kolek MJ, Patel NJ, Clair WK, Whalen SP, Rottman JN, Kanagasundram A, et al. Efficacy of a Bio-Absorbable Antibacterial Envelope to Prevent Cardiac Implantable Electronic Device Infections in High-Risk Subjects. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2015;26:1111–6.
37. Henrikson CA, Sohail MR, Acosta H, Johnson EE, Rosenthal L, Pachulski R, et al. Antibacterial Envelope Is Associated With Low Infection Rates After Implantable Cardioverter-Defibrillator and Cardiac Resynchronization Therapy Device Replacement: Results of the Citadel and Centurion Studies. *JACC Clin Electrophysiol*. 2017;3:1158–67.
38. Tarakji KG, Mittal S, Kennergren C, Corey R, Poole JE, Schloss E, et al., WRAP-IT Investigators. Antibacterial envelope to prevent cardiac implantable device infection. *N Engl J Med*. 2019;380:1895–905.
39. Boriani G, Kennergren C, Tarakji KG, Wright DJ, Ahmed FZ, McComb JM, et al. Cost-Effectiveness Analyses of an Absorbable Antibacterial Envelope for Use in Patients at Increased Risk of Cardiac Implantable Electronic Device Infection in Germany, Italy, and England. *Value Health*. 2020;24:930–8.