

# Infecciones en el sistema de marcapasos. Extracción de electrodos. Estimulación permanente por vía femoral

Jorge Silvestre García<sup>a</sup>, José M. Aguado García<sup>b</sup> y Juan J. García Guerrero<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Servicio de Cirugía Cardíaca de Adultos. Hospital la Paz. Madrid. España.

<sup>b</sup>Unidad de Enfermedades Infecciosas. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid. España.

<sup>c</sup>Unidad de Arritmias. Servicio de Cardiología. Hospital Infanta Cristina. Badajoz. España.

La infección del sistema de marcapasos es una complicación grave e incluso letal. Se analizan las infecciones del sistema y las formas recomendadas de tratamiento.

La extracción del sistema y fundamentalmente del electrodo roto o infectado plantea problemas técnicos. En ciertos casos pueden extraerse los electrodos por vía percutánea, si bien en diversas circunstancias es obligado el acceso quirúrgico.

Puede ser necesario en ocasiones, por agotamiento de las posibilidades de acceso convencional a los electrodos, el uso de una vía alternativa de implante de marcapasos permanente. Como posibilidad alternativa al implante epicárdico se ha usado la vía femoral para la estimulación permanente.

**Palabras clave:** *Infecciones del marcapasos. Extracción de electrodos. Estimulación permanente vía femoral.*

## Pacemaker Infection. Lead Extraction. Permanent Pacing Via the Femoral Vein

Pacemaker infection is a very serious complication and can be lethal. This article contains a review of pacemaker infection and recommended treatment strategies.

Extraction of the pacemaker system and, in particular, of the broken or infected lead can give rise to a number of technical problems. In some cases, the leads can be removed percutaneously, while in others surgical access is necessary.

On occasion, when all the conventional routes for electrode implantation have been exhausted, it is necessary to use an alternative approach for permanent pacemaker implantation. For permanent pacing, one possible alternative to implanting an epicardial lead is implementation via the femoral vein.

**Key words:** *Pacemaker infection. Lead extraction. Permanent pacing via the femoral vein.*

## INTRODUCCIÓN

La colocación de marcapasos (MP) y desfibrilador automático implantable (DAI) es cada vez más frecuente<sup>1</sup>. La infección de estos dispositivos puede limitarse a una infección local en el bolsillo del generador subcutáneo o submuscular o en el trayecto subcutáneo del cable, pero en algunos casos la infección puede afectar también al trayecto intravascular del dispositivo o llegar a afectar a las válvulas cardíacas produciendo una endocarditis relacionada con MP o DAI<sup>2</sup>.

La incidencia general de la infección por MP ha descendido en las últimas décadas (fig. 1)<sup>3-8</sup> y actualmente

oscila entre el 0,1 y el 7% en adultos<sup>1,9</sup> y de alrededor del 7% en niños<sup>10</sup>. La incidencia de infección en el caso de los DAI fue inicialmente de hasta el 17%, ya que se requería de una toracotomía para su colocación<sup>11</sup>. La introducción de sistemas de implantación transvenosa, similar al de los MP, ha permitido reducir este tipo de complicaciones hasta un 0,3-5%<sup>11,12</sup>.

Si estimamos una incidencia general de infección para ambos tipos de dispositivos implantables en torno a un 4% y consideramos que estas infecciones requieren generalmente el reemplazo quirúrgico en dos tiempos, el coste medio estimado por cada dispositivo infectado será de unos 35.000 euros, lo que da idea de la magnitud económica del problema<sup>1</sup>.

## DATOS ETIOPATOGÉNICOS

Hay tres factores etiopatogénicos que tienen que ver con el desarrollo de infección de un dispositivo

Correspondencia: Dr. J. Silvestre.

Servicio de Cirugía Cardíaca de Adultos. Hospital General, 1.ª planta. Hospital Universitario La Paz.

P.º de la Castellana, 261. 28046 Madrid. España.

Correo electrónico: jsilvestreg@telefonica.net

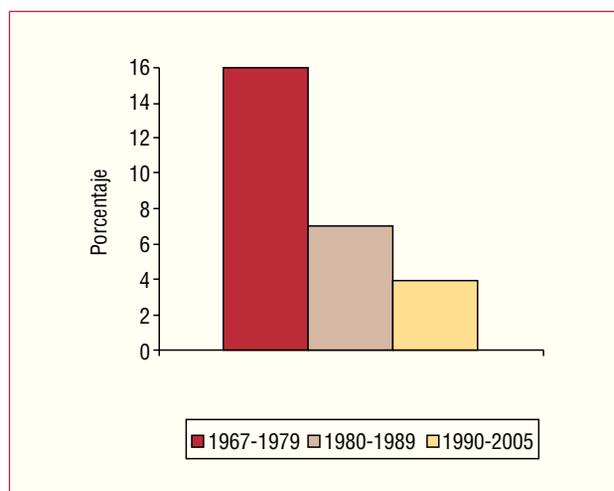


Fig. 1. Incidencia de infecciones relacionadas con marcapasos en diferentes décadas<sup>3-8</sup>.

endocavitario implantable: el microorganismo, el tipo de huésped y ciertos factores locales. Con respecto al microorganismo, *Staphylococcus epidermidis* y *Staphylococcus aureus* causan más del 70% de este tipo de complicaciones infecciosas, más frecuente *S. aureus* en cuadros precoces y *S. epidermidis*, en las formas tardías. Otros microorganismos implicados son *Pseudomonas aeruginosa*, enterobacterias, *Propionibacterium acnes* y *Corynebacterium* sp., y se ha descrito infecciones polimicrobianas, sobre todo en pacientes diabéticos o que toman corticoides<sup>1,2</sup>. Este perfil etiológico es aplicable tanto a infecciones por MP como a las relacionadas con DAI<sup>1,11</sup>. La proporción porcentual de estos microorganismos varía según estén produciendo infecciones de la bolsa del generador o del trayecto subcutáneo o produzcan endocarditis (tabla 1). Los microorganismos que causan las endocarditis relacionadas con dispositivos endocavitarios son similares a los que producen infecciones locales<sup>9,13,14</sup>.

**TABLA 1. Agentes microbiológicos responsables de infección de marcapasos**

Sitio de la infección	Microorganismo aislado
Bolsa del generador o electrodos (sin afección intravascular)	<i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Corynebacterium</i> spp., <i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus</i> spp., <i>Enterobacter cloacae</i> ; otros bacilos gramnegativos, otros cocos grampositivos
Bacteriemia o endocarditis	<i>S. aureus</i> , <i>S. epidermidis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella</i> spp., <i>Proteus</i> spp., <i>Serratia marcescens</i> ; otros bacilos gramnegativos, <i>Candida</i> spp.; otros hongos

Datos extraídos de Lai et al. Clin Infect Dis. 1998;27:265.

Con respecto a *S. aureus*, conviene recordar el incremento que están sufriendo las cepas de *S. aureus* resistentes a meticilina (SARM) en nuestros hospitales e incluso la aparición de cepas de SARM en la comunidad. Estas cepas, junto con la mayoría de las cepas de *S. epidermidis*, son resistentes a los betalactámicos y su tratamiento requiere vancomicina. Este hecho incrementa el riesgo de toxicidad del tratamiento antibiótico de estos pacientes. Junto a ello, el manejo de la infección se complica debido a la agresividad de estas bacterias. Los mecanismos de patogenicidad de *S. aureus* dependen de la producción por este microorganismo de gran número de proteínas de superficie (proteína de unión a fibronectina, proteína de unión al colágeno, proteína A, coagulasa, etc.) y exotoxinas (enterotoxina beta, toxina relacionada con el síndrome del shock tóxico, toxina alfa, etc.), mientras que la patogenicidad de *S. epidermidis* se basa en la producción de una biopelícula de glucopéptidos (*slime*) que rodea la luz del catéter y en la que subsiste englobado, inerte a la acción de los antibióticos.

Se asume que la infección de los dispositivos endocavitarios implantables suele ser inicialmente local, en la región subcutánea o submuscular de entrada del dispositivo, normalmente tras producirse una contaminación previa por microorganismos de la piel durante la implantación o la manipulación del dispositivo y que, si se deja evolucionar, acaba colonizando el cable intravascular y desarrolla infección endovascular y posteriormente sistémica (endocarditis sobre MP o DAI). Esta última se puede desarrollar de forma precoz en el caso de microorganismos de alta patogenicidad como *S. aureus*, pero en el caso de *S. epidermidis* y otros microorganismos de menor virulencia pueden tardar meses y hasta años en desarrollar el cuadro. Parece demostrado que los microorganismos son capaces de avanzar por los cables a pesar de que sólo haya manifestación aparente a nivel de la bolsa del generador. Algunos autores han comprobado mediante técnicas de biología molecular que las cepas bacterianas aisladas de la bolsa del generador son las mismas que infectan posteriormente los cables del dispositivo endocavitario<sup>9</sup>.

Otra posible vía de acceso de microorganismos al cable intravascular es la hemática, con llegada del microorganismo por la sangre desde otro foco infeccioso a distancia. Se estima que esto podría ocurrir en aproximadamente un 15% de los casos de infección de un dispositivo endocavitario. Éste es un problema cada vez más importante, ya que nuestros pacientes están sometidos con frecuencia a manipulaciones que producen bacteriemia, especialmente por *S. aureus*. La incidencia de infección de un dispositivo endocavitario en presencia de bacteriemia previa por *S. aureus* puede llegar a ser del 75% si la bacteriemia sucede en las primeras semanas después de la implantación, y en general es del 45%<sup>15,16</sup>. Como puede verse, éste es un pro-

blema muy serio que exige el máximo cuidado a la hora de evitar el desarrollo de bacteriemia por *S. aureus* por catéter venoso en pacientes portadores de MP. Afortunadamente, la bacteriemia por otros microorganismos que no sean *S. aureus*, y especialmente la bacteriemia por bacilos gramnegativos, no parece comportar tan mal pronóstico, ya que la capacidad de adherencia de estos microorganismos a los cables del MP es mucho menor<sup>15</sup>.

En cuanto a los factores dependientes del huésped, se ha señalado que los ancianos y los pacientes diabéticos o con enfermedades subyacentes que reciben tratamiento con anticoagulantes orales o con esteroides tendrían un mayor riesgo de infección. Estos factores son comunes a muchos de los pacientes portadores de MP, así que es difícil decir cuál es el papel relativo de cada uno de ellos.

Se ha investigado la importancia de diferentes factores de riesgo locales de desarrollar infección de un MP, como son la experiencia del implantador, el desarrollo de hematomas en la bolsa del generador, la existencia de revisiones previas de la bolsa, la erosión de la bolsa, el abandono de cables previos, la utilización de MP transitorios, etc. Hasta ahora, sin embargo, los únicos factores de riesgo identificados en los escasos estudios que lo han intentado son la diabetes de pacientes con DAI<sup>17</sup> y las revisiones previas del MP en pacientes pediátricos<sup>10</sup>.

## PROBLEMAS DIAGNÓSTICOS

### Datos clínicos

Según el tiempo transcurrido desde la colocación del MP, los episodios de infección se dividen en precoces (antes de 6 semanas) y tardíos (después de las 6 semanas), estos últimos los más frecuentes (60-70%). La aparición de síntomas locales (inflamación en la zona de la bolsa, supuración, dolor local) o sistémicos (fiebre, escalofríos o postración) orienta al diagnóstico si aparecen de forma precoz tras la implantación o la manipulación del dispositivo<sup>9</sup>, pero esto no ocurre así en las formas tardías, donde la media de aparición es de 25 meses<sup>9</sup> y es necesario un alto índice de sospecha para llegar al diagnóstico.

Los síntomas locales de infección sólo se observan en un 42-55% de las endocarditis por MP y a veces el único síntoma es la fiebre con o sin escalofríos, que aparece en casi todas las series en más del 80% de los pacientes, aunque sólo aparecen síntomas mucocutáneos «clásicos» de endocarditis (manchas de Janeway, nódulos de Osler, etc.) en menos del 10% de los casos. La aparición de síntomas pulmonares relacionados con embolias sépticas se describe hasta en el 44% de las endocarditis relacionadas con MP tardías y pueden constituir un dato que ayude en el diagnóstico<sup>9</sup>.

## Otros datos diagnósticos

El aislamiento del microorganismo causal en el cable del MP constituye el diagnóstico definitivo. En los casos con afección local, el diagnóstico se suele conseguir mediante cultivos superficiales o del material purulento del reservorio<sup>2</sup>. Sin embargo, en las endocarditis relacionadas con MP los cultivos superficiales sólo son positivos en un 20-30%. Por lo tanto, el diagnóstico microbiológico de aproximación previo a la retirada del cable se basa en el aislamiento en hemocultivos, aunque su rendimiento es inferior que en otro tipo de endocarditis, entre el 60 y el 80%<sup>9,14</sup>. En estos pacientes siempre se debe dar relevancia el crecimiento en los hemocultivos de *S. epidermidis* y otros estafilococos coagulasa negativos como posibles patógenos.

El aumento de la velocidad de sedimentación o de la proteína C reactiva se observa en más del 95% de los pacientes, por lo que pueden ser técnicas útiles en pacientes sin fiebre. Sin embargo, sólo se observa leucocitosis en menos del 60% de los pacientes<sup>9,13</sup>.

La ecocardiografía es fundamental para el diagnóstico de infección endovascular. Dado que la afección valvular más frecuente es la tricuspídea, la ecocardiografía transtorácica (ETT) tiene muy baja sensibilidad, menos de un 20-30%. Sin embargo, la ecografía transesofágica (ETE) es capaz de detectar alteraciones que indiquen endocarditis en más del 95% de los pacientes y definitivas en el 90%<sup>9,14</sup>.

Algunos autores proponen la utilización de los criterios de Duke<sup>18</sup> adaptados especialmente en los criterios ecocardiográficos de probabilidad y de seguridad, incluso proponiendo la inclusión como criterios mayores de los signos locales de infección, así como los signos de infección pulmonar, lo cual permitiría detectar hasta el 85% de las endocarditis utilizando dichos criterios<sup>9</sup>.

## MANEJO DE LA INFECCIÓN DEL MARCAPASOS

### Manejo de pacientes con diagnóstico seguro de infección del marcapasos

Su manejo queda determinado, por un lado, por el grado de dependencia del MP que el paciente tenga y, por otro, el grado de virulencia del microorganismo causal y/o el grado de afección sistémica del cuadro infeccioso. Es aconsejable reevaluar antes que nada la necesidad del dispositivo, pues la clave en el manejo es la retirada total (generador y cables) y precoz del dispositivo infectado y el reimplante, si es necesario, en el momento en que se asegure la esterilidad del espacio intravascular.

Cuando la infección se encuentra limitada al bolsillo del generador o al espacio subcutáneo, aunque se puede intentar su recambio en un solo tiempo una vez que

**TABLA 2. Mortalidad relacionada con endocarditis por marcapasos en diferentes series\***

Casos (n)	Cultivos con <i>S. aureus</i> (%)	Retirada de electrodos (%)	Mortalidad sin retirada sistema	Mortalidad con retirada sistema
12	83	58	40	0
9	67	100	—	0
7	84	100	—	28
14	64	57	33	12
9	56	89	0	
5	60	80	0	25
44	50	57	31	20
Total100	61	67	32	13

\* J Thorac Cardiovasc Surg. 1981;8:794. Johns Hopkins Med J. 1974;134:118-27. Pace. 1987;10:564-70. J Thorac Cardiovasc Surg. 1979;78:298. Heart Lung. 1982;11:152. Am Heart J. 1972;84:714-5.

se ha iniciado el tratamiento antibiótico<sup>2</sup>, es aconsejable realizar el nuevo implante en una otra localización después de un mínimo de 48 h y tras la extracción de hemocultivos, pues un 20% de los pacientes con sólo síntomas locales presentan bacteriemia<sup>1</sup>. Serán necesarias, además, medidas de desbridamiento y desinfección local en la zona del generador, y siempre que sea posible, se debe proceder a retirar los cables.

En el caso de infección bacteriémica con o sin datos en ETE de endocarditis, parece claro que es fundamental la extracción del sistema completo, incluidos los cables<sup>1,9,13,14,16</sup>. En la tabla 2 se detallan los datos de diferentes series que muestran una mayor mortalidad relacionada con no retirar los cables de pacientes con endocarditis relacionada con MP. En general se puede realizar una técnica de extracción percutánea, excepto en pacientes en que se detecten vegetaciones mayores de 10 mm o en los que el sistema lleve implantado mucho tiempo, en los que, por el riesgo importante que conlleva esta técnica de causar embolias pulmonares sépticas o rotura miocárdica durante la extracción, se prefiere la extracción con cirugía abierta<sup>9</sup>. Después, se debe esperar un mínimo de 2 semanas de tratamiento antibiótico sistémico eficaz y a que haya evidencia clínica y microbiológica de control de la infección para reimplantar un nuevo dispositivo en una nueva localización.

### Manejo de pacientes con marcapasos y bacteriemia

Existe escasa evidencia que nos permita resolver cuál debe de ser el manejo correcto de los pacientes portadores de un MP cuando desarrollan bacteriemia del origen que sea. Revisando los dos estudios que tratan de perfilar este problema<sup>15,16</sup> se puede extraer algunas conclusiones.

En primer lugar, que la bacteriemia estafilocócica en estos pacientes, especialmente por *S. aureus*, es secundaria a infección del MP en más del 70% de los casos,

a diferencia de lo que ocurre con la bacteriemia no estafilocócica, donde su implicación con el MP es menos probable. En cualquier caso, en la bacteriemia por *S. aureus*, aunque se origine en un foco primario distinto del MP, hay una alta probabilidad de siembra en el dispositivo intravascular.

Basándonos en esas observaciones, se puede concluir que la bacteriemia por *S. aureus* en pacientes portadores de MP obliga a descartar infección del dispositivo y que, en cualquier caso, se recomienda la retirada completa del sistema además del tratamiento antibiótico. Sólo en el caso de tener otro foco primario claro, y una vez descartada razonablemente la infección del MP, se podría intentar conservar el MP con tratamiento antiestafilocócico eficaz prolongado (2-4 semanas) que evite la colonización secundaria del dispositivo, siempre con estrecha vigilancia de que no se produzca bacteriemia persistente a pesar del antibiótico (bacteriemia de brecha) que obligaría a retirar el dispositivo.

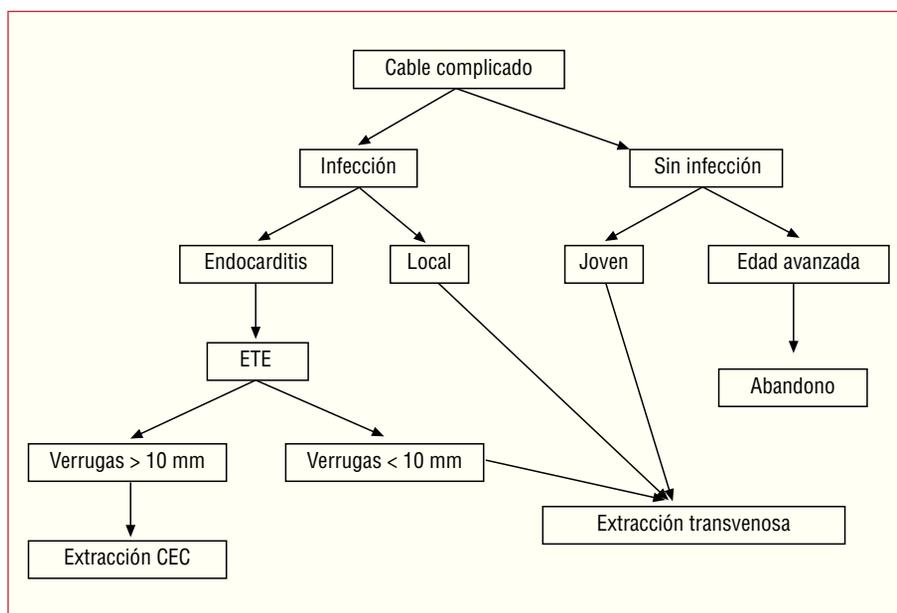
En el caso de bacteriemia no estafilocócica, sin datos de infección del MP, se puede realizar tratamiento conservador con antibióticos sin necesidad de retirar el dispositivo.

Finalmente, un comentario sobre el tratamiento antibiótico de estas infecciones. Como se dijo anteriormente, la mayoría de las cepas de *S. epidermidis* y las cepas de SARM hasta ahora sólo podían ser tratadas con vancomicina, un antibiótico lentamente bactericida con el que se han descrito fracasos en el tratamiento de la infección endovascular en general y de la endocarditis relacionada con MP en particular. La aparición de nuevos antibióticos como el linezolid y en el futuro otros antibióticos como la daptomicina (perteneciente a la nueva familia de los lipopéptidos) o nuevos gluco péptidos como la dalbavancina, que son más rápidamente bactericidas, probablemente contribuya a mejorar el manejo de este tipo de infecciones.

### CUÁNDO Y CÓMO EXPLANTAR EL SISTEMA DE ESTIMULACIÓN INFECTADO

Las indicaciones más frecuentes de extracción de cables de estimulación son infección, decúbito, migración de electrodos, electrodos crónicos que funcionan mal por aumento patológico de los umbrales de estimulación/detección o por deterioro del conductor o del aislante del electrodo, interacción entre electrodos, cables abandonados que interfieran en la función, el implante o el reemplazo de cables o deterioro en la función valvular y *recall* de los mismos por el fabricante<sup>19,23</sup>.

Los electrodos infectados abandonados conllevan riesgo de complicaciones<sup>24</sup>; si éstas se dan, habrá indicación de explantación. Los electrodos abandonados no infectados raramente dan problemas<sup>24-26</sup>, aunque en algunas series se describen serias complicaciones como



**Fig. 2.** Indicaciones de explantación de electrodos de estimulación. CEC: circulación extracorpórea; ETE: ecocardiografía transesofágica.

migración del electrodo, reacción pleural por migración a pulmón o arteria pulmonar o complicaciones por tromboembolia (requirieron cirugía a corazón abierto para su extracción), lazo (*loop*) en ventrículo derecho que puede causar arritmias severas, erosión de piel con fístula secundaria o problemas circulatorios en extremidades superiores (inflamación, molestias locales, desarrollo de circulación colateral) que pueden resolverse con tratamiento anticoagulante. Otra complicación puede ser la estimulación muscular por rotura del aislante del electrodo. Estos problemas pueden ser frecuentes si el electrodo abandonado se corta, no se aísla mediante capuchón de silicona o no se fija al plano muscular adyacente.

La tracción manual es la técnica más utilizada para extraerlos si se trata de cables recientemente implantados (menos de 6 meses); en caso de tratarse de electrodos crónicos, dado que éstos presentarán en mayor o menor grado fibrosis y adherencias a las estructuras adyacentes en todo su recorrido intravascular e intracardiaco, requerirán la utilización de sistemas de extracción específicos para llevar a éxito la explantación.

En la figura 2 describimos el organigrama de decisión para el tratamiento de electrodos con problemas, ya sean de origen infeccioso o funcional, en el Servicio de Cirugía Cardíaca del Hospital Universitario La Paz de Madrid (HULP).

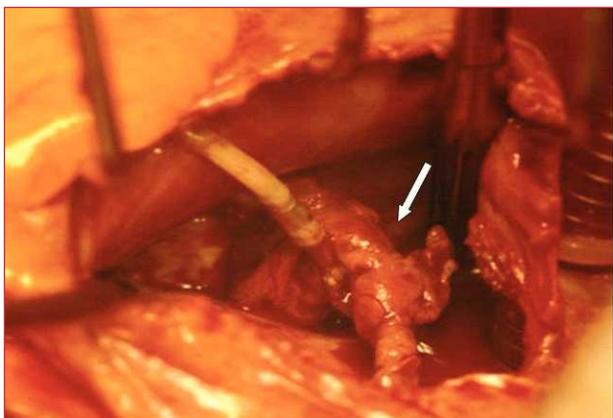
La extracción completa del sistema de estimulación (electrodos y generador de impulsos) o parcial (únicamente del electrodo) está condicionada a que haya infección del sistema, ya que ésta obliga a decidir si extraer o conservar el sistema de estimulación existente.

Ante la infección local en la bolsa de alojamiento del marcapasos o decúbito con exteriorización seca, en primer lugar realizaremos cultivo del líquido o exuda-

do. Siempre que no se trate de *S. aureus*, podremos realizar una profundización del generador y de los cables al plano retromuscular del pectoral mayor, con una alta incidencia de curaciones. Si, por el contrario, se trata de *S. aureus*, habrá que explantar el sistema completo, dada la gran agresividad de esta bacteria. Cualquier recidiva a la profundización retromuscular obligará a explantar el sistema completo.

Ante un cable complicado, valoraremos si la causa es infecciosa o por disfunción; si se trata de un problema no infeccioso, podremos abandonar el electrodo si se trata de pacientes de edad avanzada o no hay rotura del aislante intravascularmente, ya que en este caso puede dar complicaciones por tromboembolia si no se establece tratamiento anticoagulante, pues la espiral metálica del hilo conductor es altamente trombogénica. Si se trata de pacientes jóvenes que pueden precisar de varios cables a lo largo de su vida, es recomendable su extracción transvenosa.

Cuando la complicación surge por un problema infeccioso local, no susceptible de profundización subpectoral, se realizará extracción total del sistema (generador de impulso y electrodos); los electrodos se extraerán por vía transvenosa y a la bolsa del generador se le realizará una limpieza de toda la zona esfacelada. Si presenta signos de endocarditis o bacteriemia, obligará a realizar una ETE (de mayor especificidad que la ETT), para descartar verrugas endocárdicas; si no las hay o son menores de 10 mm, se podrá realizar la extracción transvenosa. Cuando haya verrugas de tamaño superior (fig. 3), es recomendable la extracción con cirugía directa mediante toracotomía y con circulación extracorpórea para visualizar bien la zona de implantación de la verruga, realizar una limpieza minuciosa y reparar la posible lesión de la válvula tricús-



**Fig. 3.** En ocasiones, las verrugas endocárdicas alcanzan gran tamaño, y está contraindicada su extracción por vía transvenosa y tracción, ya que la posibilidad de que se desprendan o se fragmenten supone un grave riesgo de embolización séptica. Estas verrugas suelen tener una morfología alargada que en ocasiones dificulta su diagnóstico mediante ETE cuando se tiene escasa experiencia. La flecha indica una verruga de gran tamaño y morfología alargada alojada en el cuerpo del cable.

pide, si la hubiere. En todos estos casos se recomienda tratamiento antibiótico específico previo, al menos durante 15 días, tras los cuales debería repetirse la ETE, ya que las verrugas endocárdicas pueden disminuir de tamaño y variar la estrategia. La endocarditis de larga evolución con deterioro del paciente, estado de septicemia y afección multiorgánica supone un alto riesgo de la cirugía.

Cuando extraemos el sistema completo por vía transvenosa, podemos implantar un nuevo sistema en el lado contralateral en el mismo tiempo quirúrgico, siempre y cuando no haya fiebre ni verrugas endocárdicas. En caso contrario, se pospondrá la implantación del nuevo sistema al menos durante 15 días con hemocultivos negativos y tratamiento antibiótico específico. Si el paciente es dependiente de marcapasos o la extracción se realiza por cirugía directa, el implante del nuevo sistema puede realizarse por vía epicárdica, bien por la esternotomía media en caso de cirugía directa o por vía subxifoidea, subcostal o minitoracotomía izquierda cuando la extracción se haya realizado por vía transvenosa. En estos casos nuestro grupo del HULP

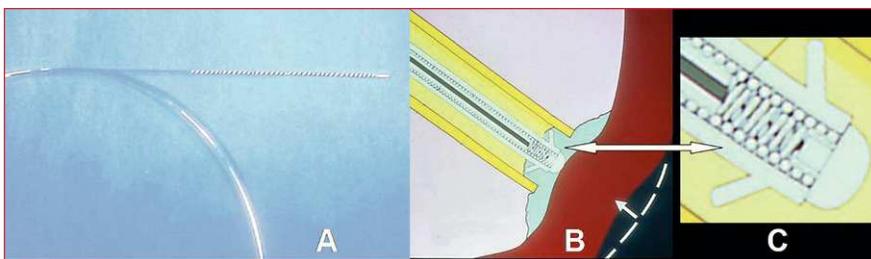
realiza siempre el implante epicárdico por vía subxifoidea tras la extracción transvenosa. Esta vía es rechazada, en ocasiones, por considerarse que no permite la implantación del electrodo auricular, si bien es cierto que con una técnica minuciosa y depurada se puede implantar un electrodo bipolar epicárdico en aurícula derecha. Si no se consiguiese, en un segundo tiempo quirúrgico pasado al menos 1 mes, se puede implantar el electrodo auricular por vía transvenosa; el electrodo se puede tunelizar al lugar donde esté alojado el generador de impulsos, generalmente en zona epigástrica; existen prolongadores de cables para utilizar en el caso de que el electrodo no tuviese la suficiente longitud.

### Técnicas de extracción

En primer lugar se realizará una disección completa del electrodo y liberación de la sutura de fijación del cable.

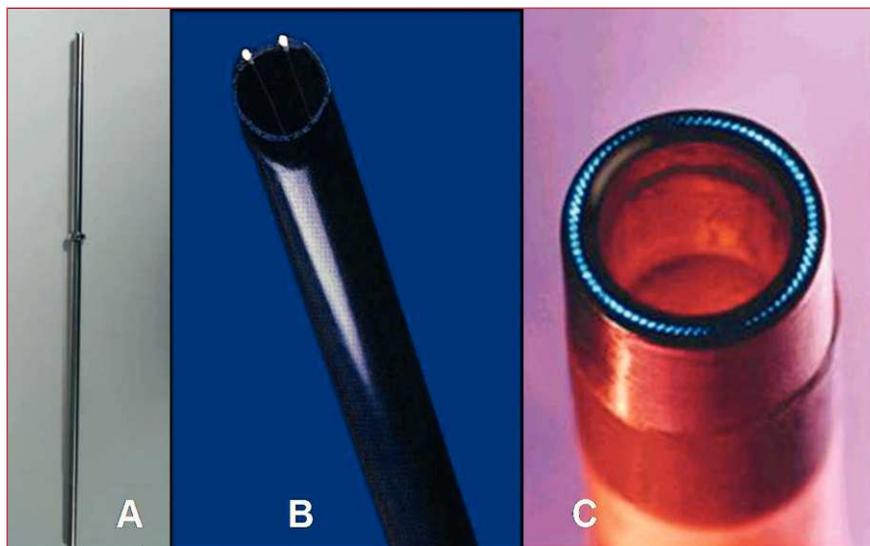
En cables con menos de 6 meses de implantación, intentamos la explantación por tracción directa sin herramientas específicas; si hay la menor dificultad para su extracción, utilizamos siempre estiletes que bloquean la punta del electrodo<sup>19</sup>, para que la tracción sea firme y en la zona distal del cable, para que ejerza la mayor fuerza posible en esta zona, ya que si no utilizamos esta herramienta elongaremos el electrodo, por estiramiento, en todo su trayecto. Este estiramiento transmitirá escasa fuerza a la parte distal, con dudosa efectividad, y se perderá el ánima del electrodo, impidiendo la utilización posterior de esta valiosa herramienta.

En cables crónicos utilizamos siempre estos estiletes (fig. 4) y vainas metálicas<sup>19</sup> (fig. 5) para liberar la zona entre la clavícula y la primera costilla, cuando el electrodo haya sido implantado por vía subclavia, pues es en este lugar donde hay más fibrosis y adherencia del cable (se trata de la confluencia de ambas estructuras óseas, donde hay ligamento y músculo costoclavicular, sometidos a movimiento). En cables de larga evolución o caso de dificultad para liberarlo de las adherencias a lo largo del trayecto venoso o endocárdico auricular o ventricular (fig. 6), en muchas ocasiones con intensas calcificaciones, es recomendable la utilización de vainas disectoras<sup>19</sup> para liberar al electrodo de estas adherencias. Ante la presencia de calcificaciones



**Fig. 4.** A: estilete de fijación (Liberador, Cook Vascular Inc.) en su porción distal. Estos estiletes se progresan a través del ánima del cable, y se debe llegar lo más distal posible; una vez en la posición adecuada, se realiza la tracción de un resorte en su extremo proximal, para formar un ovillo (B) que bloquea el ánima del cable. C: detalle del bloqueo del cable en su porción distal.

**Fig. 5.** Distintas vainas de disección de adherencias endovasculares y endocárdicas (Cook Vascular Inc.). A: vaina metálica, únicamente utilizable en la porción de entrada del cable a la vena subclavia. B: vaina de disección por electrocauterio/radiofrecuencia (EDS, Cook Vascular Inc.), detalle de la punta de la vaina, donde se aprecia la presencia de dos electrodos. C: vaina de disección por láser (Laser Scimer, Spectranetics LLD), detalle de la punta de la vaina; la zona de disección es circunferencial.



en el trayecto vascular o intracardiaco visibles radiológicamente, estará contraindicada la extracción transvenosa, pues hay alto riesgo de perforación.

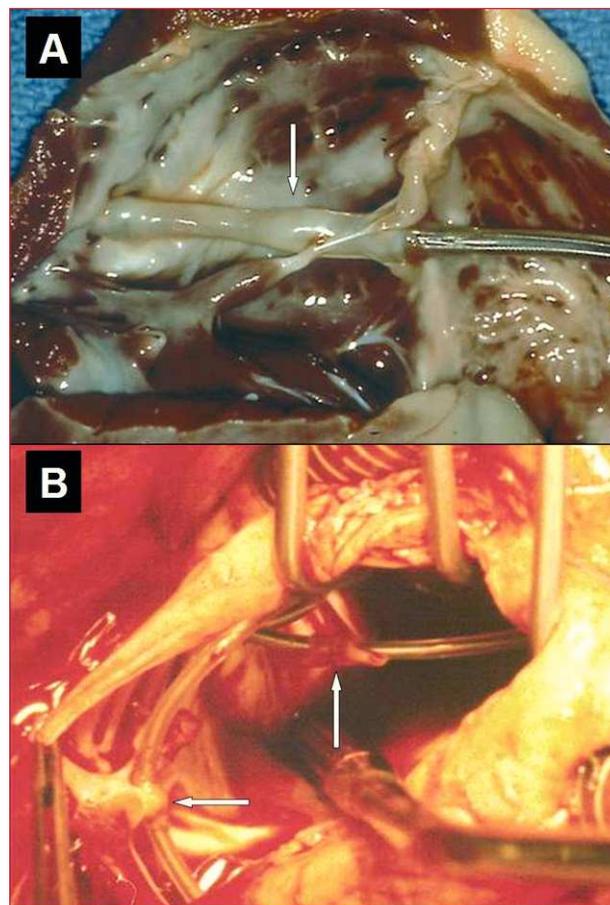
### Vainas disectoras

Las vainas disectoras más utilizadas son el Laser Scimer (Spectranetics LLD)<sup>19,22,23</sup> y electrocauterio por radiofrecuencia (Cook Vascular Inc.)<sup>19</sup> (figs. 5 y 7); ambos sistemas dan excelentes resultados, aunque no están exentos de posibles complicaciones. Nuestro grupo ha utilizado ambos sistemas; aunque es más cómodo y rápido el láser, con ambos hemos tenido similares resultados en electrodos de muy larga evolución y complejas adherencias. Actualmente utilizamos siempre el sistema electrocauterio por radiofrecuencia dado que el coste de éste es muy inferior al del láser.

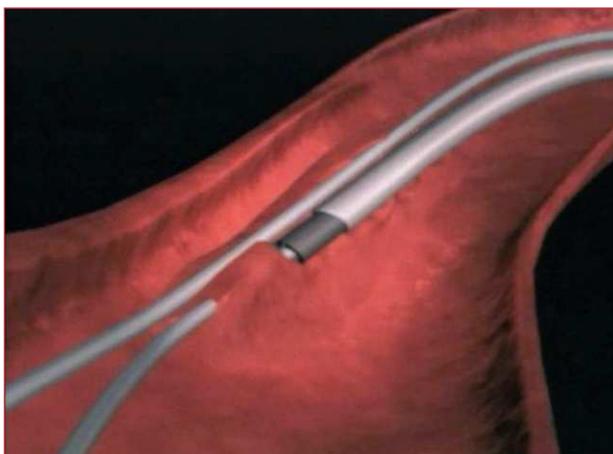
Cuando fracasa la extracción por vía transvenosa superior o se fractura y emigra el cable, realizamos la extracción en el mismo tiempo quirúrgico por vía venosa femoral, mediante lazo hemodinámico (fig. 8) si un extremo del cable está libre o mediante el sistema de extracción por contracción Needle's Eye Snare (Cook Vascular Inc.)<sup>19</sup> (fig. 9).

En nuestra experiencia de 841 cables extraídos a 665 pacientes, entre los años 1984 y 2005, los resultados han sido óptimos, con escasa incidencia de complicaciones, sobre todo desde que utilizamos las vainas disectoras, que han aumentado el éxito de la extracción completa y han disminuido prácticamente en su totalidad la fractura parcial del electrodo, la cual en la mayoría de los casos se producía en la zona de la articulación costoclavicular, a la entrada de la punción de la vena subclavia.

Se ha descrito múltiples y graves complicaciones<sup>20</sup> en la extracción transvenosa de electrodos (tabla 3).



**Fig. 6.** A: la flecha muestra la adherencia de un cable en el ápex del ventrículo derecho. B: las flechas indican la localización de adherencias de un cable en la aurícula derecha; las de mayor riesgo son las de la pared auricular (flecha inferior), muy frecuentes en la aurícula derecha alta.



**Fig. 7.** Vaina de disección, detalle de cómo labra la adherencia del cable en su adherencia endovascular.



**Fig. 8.** Lazo hemodinámico, muy útil para atrapar fragmentos de cables seccionados o cualquier cuerpo extraño de forma longitudinal.

**Complicaciones mayores.** Cualquier complicación relacionada con el procedimiento que requiera intervención quirúrgica o transfusión, para prevenir muerte o tratamiento vital, o cualquier complicación relacionada con el procedimiento que provoque la muerte o serio daño funcional corporal o estructural.

**Complicaciones menores.** Cualquier complicación relacionada con el procedimiento que requiera tratamiento médico o intervención menor para su trata-

miento, prolongación de la estancia hospitalaria o limitación funcional del paciente, pero no sea causa de tratamiento vital, muerte o serio daño funcional corporal o estructural.

**Complicaciones de escasa relevancia.** Resultado no intencionado que no requiera intervención, prolongación de estancia hospitalaria o empeoramiento funcional del paciente.

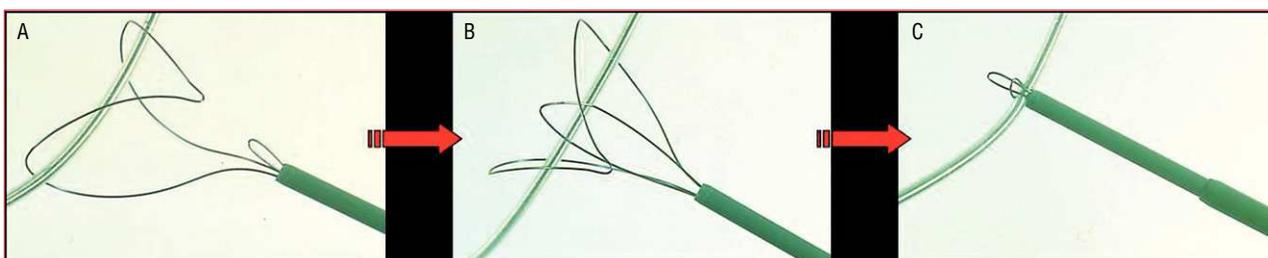
En un 1-2% de los casos se trata de complicaciones mayores que obligan a disponer equipos de emergencia: fluoroscopia de alta calidad, desfibrilador, toracocentesis, ecografía, equipo de cirugía cardíaca en alerta, equipamiento para toracotomía de urgencia disponible, equipo de anestesia, monitorización de presión arterial (invasiva o no invasiva) y saturación de oxígeno, ya que no solucionar las probables complicaciones mayores en breve tiempo entraña grave riesgo de muerte para el paciente<sup>20</sup>.

Una correcta selección del paciente, las precauciones apropiadas y las técnicas adecuadas para la extracción transvenosa por cirujanos expertos aseguran altos grados de éxito y una baja frecuencia de complicaciones<sup>19</sup>.

La NASPE Policy Statement<sup>20</sup> da una serie de indicaciones para extracción de cables de marcapasos y DAI, contraindicaciones, requisitos o cualificación necesaria del personal médico, infraestructura indispensable y preparación del paciente candidato a este tipo de procedimientos.

La mayoría de los autores coincide en que el riesgo de complicaciones es directamente proporcional a la antigüedad del cable, la ausencia de infección, no utilizar herramientas específicas para la extracción y, sobre todo, la falta de experiencia en este tipo de procedimientos<sup>19,21,23</sup>.

Los electrodos implantados durante más de 3 años pueden tener adherencias severas que compliquen su extracción, máxime si se trata de electrodos de DAI, en el que por la gran superficie de la espiral de desfibrilación aumentan las adherencias; actualmente ya se están desarrollando electrodos recubiertos de PTF a nivel de la espiral de desfibrilación para minimizar estas adherencias.



**Fig. 9.** Sistema de extracción por vía femoral Needle's Eye Snare (Cook Vascular Inc.). Se representan tres momentos de la técnica. A: atrapamiento del cable. B: aislamiento. C: fijación y tracción del electrodo.

**TABLA 3. Clasificación de las complicaciones<sup>20</sup>**

Complicaciones mayores	
Muerte	
Avulsión cardiaca o vascular o desgarro que requiera toracotomía, pericardiocentesis o reparación quirúrgica	
Hemotórax o sangrado severo que requiera transfusión	
Neumotórax que requiera tubo de drenaje torácico	
Embolia pulmonar que requiera intervención quirúrgica	
Parada respiratoria	
Shock séptico	
Shock cardiogénico	
Complicaciones menores	
Hemopericardio que no requiera pericardiocentesis o intervención quirúrgica	
Embolia aérea con alteración hemodinámica	
Embolia pulmonar que no requiera intervención	
Reparación vascular próxima al lugar de implantación o entrada vascular	
Arritmia que requiera cardioversión	
Hematoma en bolsa que requiera drenaje	
Hinchazón de brazo o trombosis que requieran tratamiento médico	
Sepsis en pacientes previamente no sépticos con infección	
Infección de sistema de marcapasos en lugar previamente no infectado	
Otras complicaciones de escasa relevancia	
Hipotensión transitoria que responde a la administración de líquidos o farmacológica	
Embolia aérea no significativa	
Pequeño neumotórax que no requiere tratamiento	
Arritmia que no requiere cardioversión	
Hinchazón de brazo o trombosis sin necesidad de tratamiento médico	
Dolor en incisión quirúrgica	
Avulsión miocárdica sin secuelas	
Migración de fragmento de electrodo sin secuelas	

La ausencia de infección facilita la extracción pero, por otro lado, aumenta el riesgo de perforación por mayor fragilidad de las paredes y aumenta el riesgo de septicemia.

Todos los autores recomiendan la utilización de estiletes de bloqueo distal del electrodo y vainas disectoras que permitan contracción, y es muy conveniente utilizar sistemas de vainas disectoras láser o electrocauterio/radiofrecuencia para la extracción de electrodos de larga evolución.

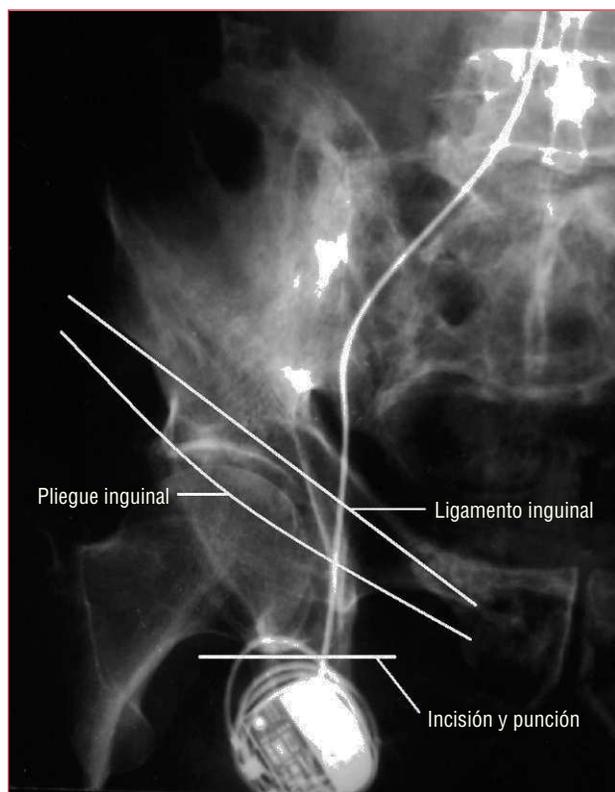
La experiencia del médico que realice la extracción es sumamente importante; se considera una curva de aprendizaje con un mínimo de 20 extracciones de cables como primer cirujano, bajo supervisión directa de un especialista cualificado en estas técnicas<sup>20</sup>. El entrenamiento del médico debe realizarse en centros con adecuado volumen de extracciones, experiencia y habilidad quirúrgica. La incidencia de un bajo número de complicaciones está asociada a una experiencia mínima de 50 procedimientos de extracción de electrodos.

## ESTIMULACIÓN PERMANENTE POR VÍA FEMORAL

Hay varias situaciones en las que el implante de un marcapasos definitivo por la vía venosa superior no es posible, por oclusión o estenosis severa de la vía, o se puede prever que el resultado será deficiente a medio o largo plazo, como en infecciones o erosiones de repetición al utilizar este acceso, o en caso de irradiación torácica previa. Esta situación, que se produce en un número pequeño pero no despreciable de pacientes que necesitan un dispositivo de estimulación permanente, suele resolverse con el implante de un sistema epicárdico. El hecho de que este tipo de sistema no se considere idóneo debido a la mayor agresividad del procedimiento, que conlleva la utilización de anestesia general, y a la obtención habitual de mayores umbrales de estimulación, que limitan la duración de la batería<sup>27</sup>, ha llevado a diversos autores a buscar vías alternativas para conseguir el implante de electrodos endocárdicos sin utilizar el árbol venoso superior<sup>28,29</sup>. Nuestro grupo comenzó a implantar marcapasos definitivos por vía femoral en el año 2001, llevando a cabo una modificación de la técnica de implante por esta vía, que fue descrita por primera vez en 1979 por El Gamal et al<sup>30</sup>. No ha sido una técnica muy difundida, ya que sólo se ha publicado un número limitado de casos clínicos, 2 de ellos en España<sup>31,32</sup>, y 2 series<sup>33,34</sup>. Nuestro grupo publicó una nueva serie, la tercera, en la revista *Pace* de 2005, que recopila los datos de los primeros 12 pacientes implantados<sup>35</sup>. Hemos utilizado en todos ellos una técnica quirúrgica diferente de la técnica descrita originariamente<sup>36</sup>, que es la que ha sido utilizada hasta ahora en los implantes por esta vía alternativa. Creemos que esta modificación hace este procedimiento más fácil de realizar y más seguro que con la técnica usada hasta ahora.

### Técnica quirúrgica modificada

La incisión que se utiliza para diseccionar la bolsa del generador se realiza en el muslo, cara anterior media, unos 3-4 cm por debajo del pliegue inguinal, y en el mismo punto se realiza la punción o punciones de la vena femoral. Se disecciona hasta la fascia del cuádriceps, y se prepara la bolsa separando el celular subcutáneo de la fascia con disección roma. Los electrodos se utilizan exclusivamente de fijación activa y de longitud mayor de la usual (85 cm), y se introducen en la vía venosa por medio de introductores de uso común. Posteriormente se lleva el extremo distal de ambos electrodos hasta la aurícula derecha (AD) a través de la cava inferior, y allí el electrodo ventricular se avanza hasta la punta del ventrículo derecho (VD) a través de la válvula tricúspide por medio de una curva realizada en el estilete de aproximadamente 90°, con fijación posterior al endocardio por medio de la hélice. Poste-



**Fig. 10.** Esquema anatómico sobre la radiología real de un paciente implantado con un sistema monocameral. Inguinal crease: pliegue inguinal. Inguinal ligament: ligamento inguinal. Incisión/punción: lugar de incisión y punción.

riormente, el electrodo auricular se fija a la pared lateral de la AD por medio de una curva del estilete similar a la realizada para el VD. Una vez comprobada la correcta fijación de ambos electrodos y la idoneidad de los umbrales de estimulación y de las amplitudes de las ondas P y R conseguidas, la parte proximal se fija a la fascia del cuádriceps con sutura no reabsorbible de igual manera que en un implante ordinario por vía su-

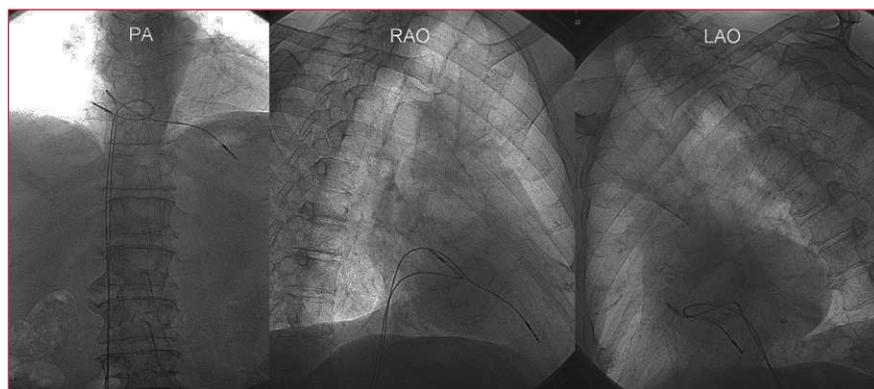
perior. Se deja una longitud en ambos electrodos capaz de evitar su dislocación a consecuencia de los movimientos del paciente en bipedestación. Finalmente, el generador se conecta a los electrodos y se realiza la sutura de seguridad con hilo no reabsorbible a la fascia del cuádriceps. La herida quirúrgica se cierra por planos como es habitual. El resultado final de la situación del generador y electrodos se puede apreciar en las figuras 10 y 11.

### Resultados del procedimiento

Hasta ahora hemos implantado, en un período de casi 6 años, más de 30 dispositivos por vía femoral, de los cuales aproximadamente un 50% han sido monocamerales y el otro 50%, bicamerales; en 3 casos los dispositivos han sido biventriculares. La causa del abordaje femoral del implante ha sido siempre la misma: imposibilidad o dificultad extrema en canalizar las vías superiores del paciente o un mal resultado esperado a largo plazo al utilizar este acceso, y eso llevó a considerar el implante de un electrodo epicárdico o un dispositivo endocárdico por una vía alternativa. Los implantes se han realizado en pacientes de nuestra propia área de salud, otras áreas de nuestra región o incluso de fuera de ella. En todos ellos se buscaba el beneficio de un implante permanente con electrodos endocárdicos, por lo cual se ha buscado el concurso de nuestro grupo para resolver el problema.

Hasta ahora no ha habido complicaciones significativas durante el procedimiento de implante. No ha habido mortalidad ni morbilidad de ningún tipo. Algún caso de sangrado discreto de la vía se ha tratado con éxito por medio de compresión manual de pocos minutos de duración dentro de quirófano. Los pacientes han sido dados de alta en su gran mayoría al día siguiente del implante andando por su pie sin dificultad.

Después de estos años de experiencia sin complicaciones significativas, creemos que esta técnica modificada de implante es al menos igual de segura que la realizada por vía superior (con la seguridad añadida de no poder causar neumotórax o hemotórax).



**Fig. 11.** Imagen de la posición final de los electrodos de un sistema bicameral implantado por vía femoral, en varias proyecciones. LAO: oblicua anterior izquierda; PA: posteroanterior; RAO: oblicua anterior derecha.

Con respecto a la técnica previamente descrita de implante por vía femoral<sup>36</sup>, la modificación llevada a cabo evita la punción de la vena iliaca que, a pesar de la denominación común de las dos series citadas<sup>33,34</sup> y los casos clínicos publicados como «marcapasos permanente por vía femoral», era la vía de acceso realmente utilizada. Este aspecto fue reconocido por Ellesstad en su segundo artículo de 1989<sup>33</sup>. Si se produce un sangrado significativo a través del punto de punción en la vena iliaca, su situación retroperitoneal no permite la compresión manual, y sólo podría abordarse por medio de una cirugía más agresiva que diera acceso al espacio retroperitoneal. Por tanto, el sangrado ocasional incoercible de la vena iliaca es un riesgo definido de la técnica descrita previamente, y ya se ha informado de esta complicación en una serie publicada<sup>33</sup>. Nosotros realizamos la punción en vena femoral; por lo tanto, antes de que el vaso haya sobrepasado el ligamento inguinal, donde la vena cambia su denominación a iliaca. Este lugar de punción permite que cualquier sangrado pueda ser fácilmente controlado y resuelto por compresión manual.

Además, consideramos que la técnica modificada es tan sencilla como la que se realiza por vía superior, aunque puede necesitarse una pequeña curva de aprendizaje con respecto a la fijación de los electrodos en VD y AD. La necesidad de realizar la bolsa del generador en el abdomen, en zona paraumbilical, y de tunelizar los electrodos desde la ingle hacía que la técnica descrita previamente<sup>36</sup> fuera mucho más compleja desde el punto de vista quirúrgico y, por tanto, más difícilmente utilizable por un implantador de marcapasos formado en la técnica habitual de abordaje por vía superior. Con la modificación de la técnica que hemos usado, la disección de la bolsa del generador es igual de sencilla en el muslo que en la zona subclavicular, con la ventaja de que el grosor del tejido celular subcutáneo del muslo es mucho mayor, así como su firmeza, lo cual indicaría una mayor resistencia ante la erosión de la piel por el generador. Como corolario, los tiempos utilizados de implante y de escopia son totalmente comparables a los obtenidos en implantes convencionales.

## Resultados del seguimiento

Nuestro tiempo de seguimiento medio es amplio al día de hoy, ya que varios pacientes tienen más de 4 años de implante, y la mitad de ellos más de 2. No hemos tenido ninguna dislocación de electrodos, lo cual contrasta con las series publicadas previamente<sup>33,34</sup>, en las que se experimentó sobre todo con los implantados en posición auricular hasta en un 25%. Creemos que la ausencia de dislocación de los electrodos se debe a que se ha modificado el lugar de implante, ahora situado en la pared libre auricular, y no en la orejuela como se hacía previamente. Esto determina

que, si la fijación no ha sido correcta, el electrodo se desprenda de la pared auricular inmediatamente y caiga al suelo de la AD al retirar el estilete, lo cual permite resolver el problema durante el mismo procedimiento. La ausencia de esta complicación ha permitido que los pacientes permanezcan estimulados en todos los casos con el modo elegido antes del implante y que no hayamos necesitado reintervenciones para mantenerlo. En los 3 casos en que se implantaron sistemas biventriculares, se utilizaron electrodos endocárdicos convencionales de ventrículo izquierdo, no hubo dislocación y se mantuvieron umbrales adecuados y estables durante el seguimiento.

Ninguno de nuestros pacientes ha tenido síntomas compatibles con trombosis venosa profunda, ni por encima ni por debajo del punto de inserción de los electrodos ni en el período cercano al implante ni durante los seguimientos a largo plazo. Además, hemos investigado de manera sistemática la aparición de trombosis venosa asintomática por medio de eco-dúplex en pacientes con más de 6 meses de implante, sin encontrar datos que hicieran necesario anticoagular a los pacientes (sólo se han publicado los resultados de los primeros 12 pacientes). Hay que destacar que nuestros pacientes no han sido tratados con fármacos antitrombóticos de forma sistemática en relación con el implante, y que sólo se ha utilizado esta terapia cuando se ha indicado por otra causa (fibrilación auricular, antecedentes de embolia, prótesis valvular, etc.) en unos pocos casos.

No hubo problemas de la marcha ni molestias significativas en la zona de implante del generador, a pesar de su situación en la zona alta del muslo y de la inserción de los electrodos en la vena femoral. Por el contrario, algunos pacientes previamente implantados en zona subclavicular incluso encontraron la nueva localización más cómoda que la anterior. Un paciente anciano afecto de demencia senil, que había producido previamente ulceraciones en la bolsa por autorrascado compulsivo, y cuyo sistema de estimulación había sido extraído en dos ocasiones por ello, vio su problema resuelto con el implante por vía femoral.

Ha habido que explantar 3 dispositivos por infección o erosión, lo cual supone una tasa ligeramente inferior al 10%, algo por encima de lo publicado en series de implantes por vía superior, pero poco fiable por el escaso número de pacientes. Es posible que la profilaxis antibiótica usada en estos pacientes debiera cambiar, ya que se espera encontrar gérmenes en la zona inguinal que habitualmente no hay en la zona subclavicular<sup>37</sup>.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Chua JD, Wilkoff BL, Lee I, Juratli N, Longworth DL, Gordon SM. Diagnosis and management of infections involving implantable electrophysiologic cardiac devices. *Ann Intern Med.* 2000; 133:604-8.

2. Karchmer AW. Infections of Prosthetic valves and Intravascular Devices. En: Mandell GDR, Dolin R, ed. Principles and Practice of Infectious Diseases. Vol. 1. 5.ª ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2000. p. 903-17.
3. Craig CP. Long-term suppression of foreign body endocarditis with cephalexin. *Am Heart J*. 1972;84:714-5.
4. Beeler BA. Infections of permanent transvenous and epicardial pacemakers in adults. *Heart Lung*. 1982;11:152.
5. Bluhm GL. Pacemaker infections. A 2-year follow-up of antibiotic prophylaxis. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg*. 1985;19:231-5.
6. Grogler FM, Frank G, Greven G, Dragojevic D, Oelert H, Leitz K, et al. Complications of permanent transvenous cardiac pacing. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1975;69:895-904.
7. Heimberger TS, Duma RJ. Infections of prosthetic heart valves and cardiac pacemakers. *Infect Dis Clin North Am*. 1989;3:221-45.
8. Klug D, Wallet F, Kacet S, Courcol RJ. Detailed bacteriologic tests to identify the origin of transvenous pacing system infections indicate a high prevalence of multiple organisms. *Am Heart J*. 2005;149:322-8.
9. Klug D, Lacroix D, Savoye C, Goullard L, Grandmougin D, Hennequin JL, et al. Systemic infection related to endocarditis on pacemaker leads: clinical presentation and management. *Circulation*. 1997;95:2098-107.
10. Cohen MI, Bush DM, Gaynor JW, Vetter VL, Tanel RE, Rhodes LA. Pediatric pacemaker infections: Twenty years of experience. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2002;124:821-7.
11. Lai KK, Fontecchio SA. Infections associated with implantable cardioverter defibrillators placed transvenously and via thoracotomies: epidemiology, infection control, and management. *Clin Infect Dis*. 1998;27:265-9.
12. Gold MR, Peters RW, Johnson JW, Shorofsky SR. Complications associated with pectoral implantation of cardioverter defibrillators. World-Wide Jewel Investigators. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1997;20:208-11.
13. Arber N, Pras E, Copperman Y, Schapiro JM, Meiner V, Lossos IS, et al. Pacemaker endocarditis. Report of 44 cases and review of the literature. *Medicine (Baltimore)*. 1994;73:299-305.
14. Cacoub P, Leprince P, Nataf P, Hausfater P, Dorent R, Wechsler B, et al. Pacemaker infective endocarditis. *Am J Cardiol*. 1998;82:480-4.
15. Chamis AL, Peterson GE, Cabell CH, Corey GR, Sorrentino RA, Greenfield RA, et al. Staphylococcus aureus bacteremia in patients with permanent pacemakers or or implantable cardioverter-defibrillators. *Circulation*. 2001;104:1029-33.
16. Camus C, Lepout C, Raffi F, Michelet C, Cartier F, Vilde JL. Sustained bacteremia in 26 patients with a permanent endocardial pacemaker: assessment of wire removal. *Clin Infect Dis*. 1993;17:46-55.
17. Spinler SA, Nawarskas JJ, Foote EF, Sabapathi D, Connors JE, Marchlinski FE. Clinical presentation and analysis of risk factors for infectious complications of implantable cardioverter-defibrillator implantations at a university medical center. *Clin Infect Dis*. 1998;26:1111-6.
18. Durack DT, Lukes AS, Bright DK. New criteria for diagnosis of infective endocarditis: utilization of specific echocardiographic findings. Duke Endocarditis Service. *Am J Med*. 1994;96:200-9.
19. Byrd ChL, Wilkoff BL, Love ChJ, Sellers TD, Turk KT, Reeves R, et al. Intravascular extraction of problematic or infected permanent pacemaker leads. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1999;22:1384-57.
20. Love CJ, Wilkoff BL, Byrd CL, Belott PH, Brinker JA, Fearnot NE, et al. Recommendations for extraction of chronically implanted transvenous pacing and defibrillator leads: Indications, facilities, training. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2000;23:544-51.
21. Bracke FA, Meijer A, Van Gelder LM. Pacemaker lead complications: When is extraction appropriate and what can we learn from published data? *Heart*. 2001;85:254-9.
22. Gillian DM, Dan D. Excimer laser for pacemakers and defibrillator lead extraction: techniques and clinical results. *Lasers Ned Sci*. 2001;16:113-21.
23. Roux JF, Pagé P, Dubuc M, Thibault B, Guerra PG, Macle L, et al. Laser lead extraction: Predictors of success and complications. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2007;30:214-20.
24. Böhm Á, Pintér A, Duray G, Lehoczyk D, Dudás G, Tomcsányi I, et al. Complications due to abandoned noninfected pacemaker leads. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2001;24:1721-4.
25. Furman S, Behrens M, Andrews C. Retained pacemaker leads. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1987;94:770-2.
26. Parry G, Goudevenos JA, Jameson S. Complications associated with retained pacemaker leads. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1991;14:1251-7.
27. Laub GW, Olivencia-Yurbati AH, Muralidharan S, Morse D, Pollock SB, Adkins M, et al. Permanent transfemoral pacemaker insertion after repair of congenital heart disease. *Ann Thorac Surg*. 1991;52:148-50.
28. Mazzetti HA, Dussaut A, Tentori MC, Dussaut E, Lazzari JO. Unusual placement of a pacemaker pocket. *Pace*. 1997;20:1739-40.
29. Parsonnet V, Cheema A. An alternate site for pacemaker placement when standard locations are not available. *Pace*. 2004;27:399-400.
30. El Gamal M, Van Gelder B. Preliminary experience with the Helifix electrode for transvenous atrial implantation. *Pace*. 1979; 2:444-54.
31. Villalba S, Roda J, Todolí J, Zaragoza C, Ridocci F, Vilar JV. La vía femoral: una alternativa de excepción para el implante de marcapasos definitivos. *Rev Esp Cardiol*. 1994;47:490-2.
32. Leal del Ojo JL, Delgado Jiménez C, Jiménez Vilches P. Absence of the superior vena cava: difficulties for pacemaker implantation. *Pace*. 1999;22:1103-5.
33. Ellestad MH, French J. Iliac vein approach to permanent pacemaker implantation. *Pace*. 1989;12:1030-3.
34. Mathur G, Stables RH, Heaven D, Ingram A, Sutton R. Permanent pacemaker implantation via the femoral vein: an alternative in cases with contraindications to the pectoral approach. *Europace*. 2001;3:56-9.
35. García Guerrero JJ, Fernández de la Concha Castañeda J, Fernández Mora G, López Quero D, Redondo Méndez A, Dávila Dávila E, et al. Permanent transfemoral pacemaker: a single-center series performed with an easier and safer surgical technique. *Pace*. 2005;28:675-9.
36. Ellestad MH, Caso R, Greenberg PS. Permanent pacemaker implantation using the femoral vein: a preliminary report. *Pace*. 1980;3:418-23.
37. Van der Mee-Marquet N, Achard A, Mereghetti L, Danton A, Minier M, Quentin R. Staphylococcus lugdunensis infections: High frequency of inguinal area carriage. *J Clin Microbiol*. 2003; 41:1404-9.