

Eliminación de marcapasos sin cables basados en tinas: perspectivas de una experiencia multicéntrica de gran tamaño

[Stjepan Jurisic](#) , [Jeanne du Fay de Lavallaz](#) , [Alessio Gasperetti](#) , [Mikhael El-Chami](#) , [Marco Schiavone](#) , [Ryan Cunnane](#) , [Wissam Mekary](#) , [Manuel Cerini](#) , [Harikrishna Tandri](#) , [Antonio Curnis](#)

EP Europace, Volumen 28, Número 8, agosto de 2026, euag157, <https://doi.org/10.1093/europace/euag157>

Publicado: 04 de julio de 2026

Resumen

Objetivos

A medida que aumentan las tasas de implantación de **marcapasos sin cables (LPM)**, un número creciente de pacientes requerirá una evaluación de la capacidad de retirarlos. Este estudio multicéntrico investigó la seguridad y viabilidad de la eliminación de LPMs..

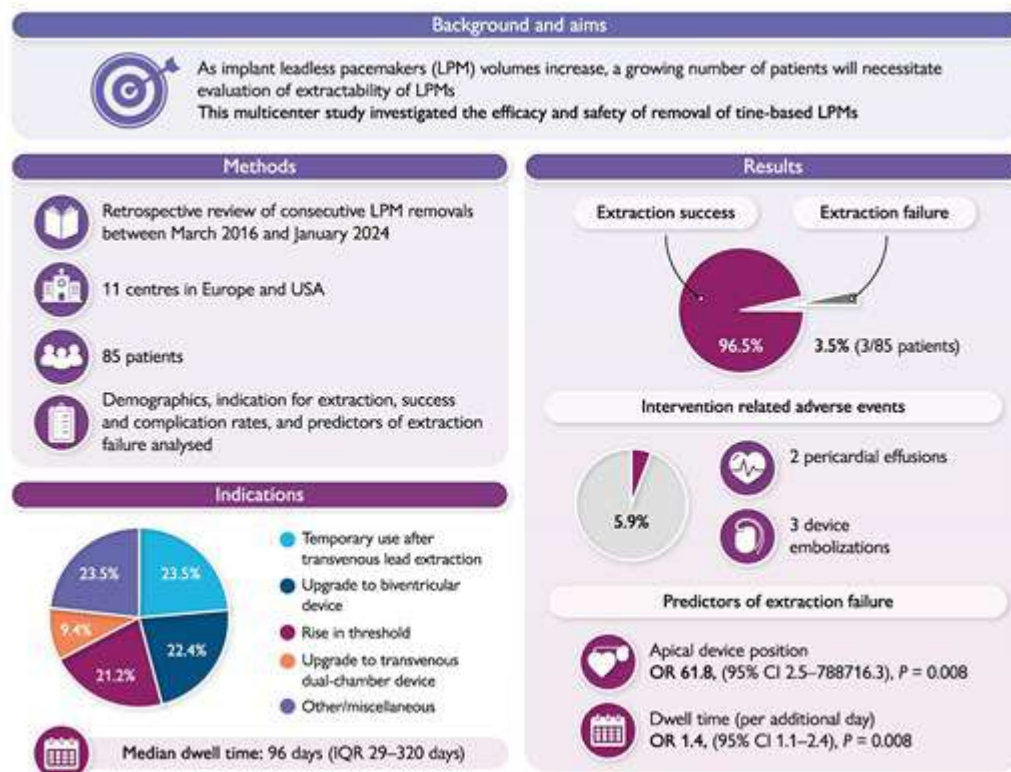
Métodos y resultados

Analizamos retrospectivamente a pacientes consecutivos que se sometieron a la extracción de LPM entre marzo de 2016 y enero de 2024 en 11 centros de Europa y Estados Unidos. Se evaluaron características demográficas, indicación para la extracción de LPM, éxito procedimental y tasas de complicaciones. *Se incluyeron un total de 85 pacientes* [edad mediana 73 años (IQR 64–82)]. Las indicaciones para la extracción de LPM incluyeron uso temporal tras la extracción transvenosos de cables (23,5%), actualización a un sistema de estimulación biventricular (22,4%) o un marcapasos transvenoso de doble cámara (9,4%) y umbrales de estimulación aumentados (21,2%). El tiempo medio de permanencia del dispositivo fue de 96 días (IQR 29–320 días), y *la tasa global de éxito del procedimiento fue del 96,5%*. En la mayoría de los casos, *la extracción se realizó utilizando una vaina direccionable en combinación con una trampa de bucle único*. Los eventos adversos relacionados con el procedimiento se produjeron en el 5,9% de los pacientes, incluyendo dos derrames pericárdicos y tres casos de embolización del dispositivo. *Los predictores significativos de fallo de extracción* ($n = 3$,

3,5%) fueron la posición del dispositivo apical [odds ratio (OR) 61,8,0; intervalo de confianza (IC) 95% 2,5–788716,3, $P = 0,008$] y tiempos de permanencia más largos [OR 1,4; IC 95% 1,1–2,4, $P = 0,008$].

Conclusión

La eliminación de LPMs sin cables, normalmente tras tiempos de permanencia de dispositivos a corto o medio plazo, es generalmente factible y segura.



Resumen gráfico

¿Qué hay de nuevo?

- Reportamos la mayor cohorte multicéntrica hasta la fecha evaluando la extracción de marcapasos sin plomo, demostrando una tasa de éxito procedimental del 96,5% tras un tiempo medio de permanencia del dispositivo de 93 días.
- El tiempo de permanencia más largo del dispositivo y la posición apical de los marcapasos sin plomo fueron predictores independientes del fallo de la retirada.

Introducción

Los **marcapasos cardíacos sin cables (LPMs)** se han convertido en una alternativa consolidada a los marcapasos transvenosos convencionales (PM) para pacientes seleccionados.^{1,2} Los estudios han demostrado una seguridad y eficacia comparables de las LPMs en comparación con las marcapasos convencionales (PM), incluyendo en pacientes sometidos a implantación tras la extracción de electrodos transvenosos.³⁻⁵

Actualmente están aprobados para uso clínico dos tipos de marcapasos sin cables con diferentes mecanismos de fijación (basados en patitas finas y hélice). [Aunque los](#) LPM defectuosos o al final del servicio pueden ser desactivados y abandonados in situ, existe una necesidad creciente de retirar dispositivos en escenarios clínicos seleccionados. Estas incluyen pacientes que requieren estimulación continua sin cables a pesar de un tamaño ventricular limitado, pacientes jóvenes en los que la gestión a largo plazo del dispositivo es de particular importancia, la presencia de material extraño intracardíaco previamente implantado como electrodos de PM transvenosos u otros LPMs, y, con menor frecuencia, la sospecha de infección relacionada con el dispositivo.^{8,9} De hecho, un análisis de cohorte reciente en Francia que incluyó casi 9000 implantaciones de LPM informó que el 1,1% de los pacientes requirió un procedimiento de revisión, con un subconjunto que se sometió a la retirada del dispositivo.¹⁰ Este tema es especialmente relevante en pacientes jóvenes, en quienes las estrategias de gestión a largo plazo del dispositivo son cruciales y las consecuencias de dejar las LPM inactivas in situ siguen siendo inciertas.

Hasta la fecha, la recuperación de LPM se ha descrito principalmente en pequeñas cohortes e informes de casos.¹¹⁻¹⁹ El mayor estudio disponible que investigó la retirabilidad de las LPM son cables incluyó a 18 pacientes con un tiempo mediano de permanencia del dispositivo de 46 días.²⁰ Cabe destacar que los informes de casos recientes han demostrado la extracción exitosa de estos dispositivos tras tiempos de permanencia de hasta 9 años.^{12,15} Existen más datos disponibles sobre la eliminación de los sistemas de marcapasos sin cables basados en hélice de primera

generación. [11,19,21](#) Sin embargo, aún faltan datos multicéntricos a gran escala que evalúen la viabilidad y seguridad de la eliminación de LPM con dente. Por ello, nuestro objetivo fue analizar una cohorte multicéntrica de pacientes sometidos a la extracción de LPM sin cables para evaluar la seguridad y el éxito técnico de este procedimiento e investigar los posibles factores asociados con los resultados de la retirada.

Métodos

Terminología

Los términos *recuperación* o *explantación* se utilizan para la retirada de dispositivos con tiempo de permanencia < 1 año, mientras que *extracción* es la terminología preferida para la retirada de dispositivos con tiempos de permanencia más largos. [22](#) El término *eliminación* se utiliza como un encabezado general independientemente del tiempo de permanencia del dispositivo.

Análisis retrospectivo de cohortes de pacientes

Recopilamos retrospectivamente datos de pacientes consecutivos que se sometieron a la implantación de un marcapasos cardíaco sin cables basado en patitas finas de anclaje (**Micra™ VR o AV, Medtronic Inc.**, Minneapolis, MN, EE.UU.) entre marzo de 2016 y enero de 2024 en 11 centros de Europa y Estados Unidos, y posteriormente se sometieron a la retirada de dispositivos (EE. UU., Italia, Suiza, Austria, Países Bajos y Francia; *Figura 1*). El análisis se centró en características demográficas, indicaciones para la extracción de LPM, éxito procedimental y tasas de complicaciones. El estudio se realizó conforme a los principios de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por los comités locales de revisión institucional de todos los centros participantes.

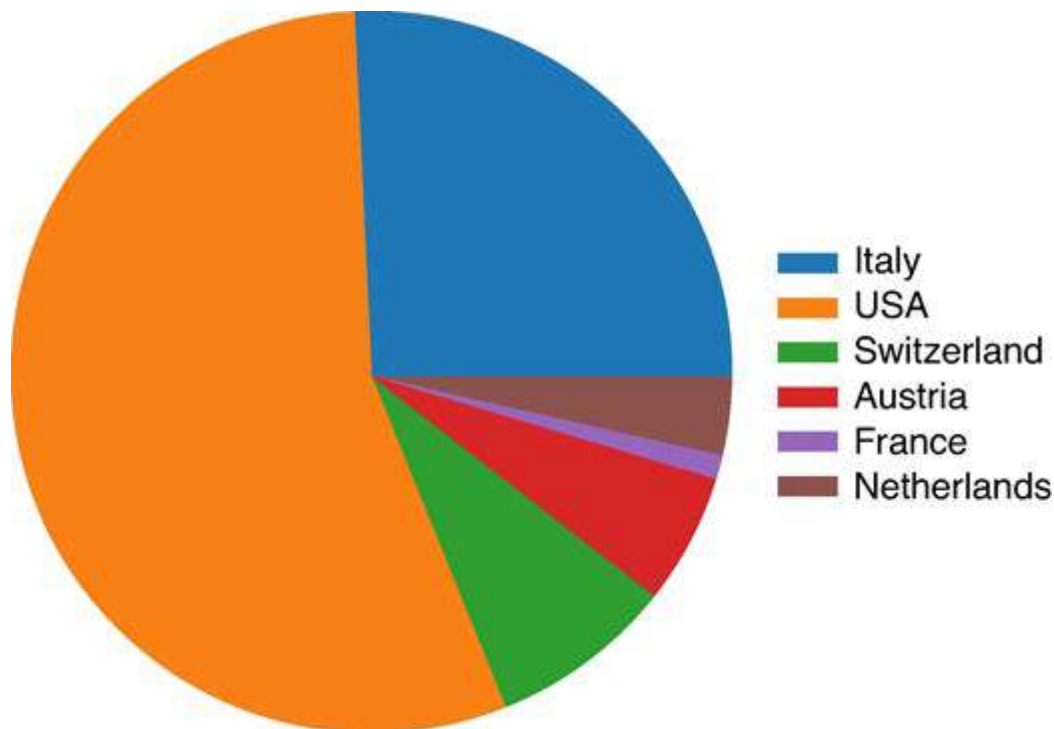


Figura 1

Distribución de casos entre centros.

La eliminación exitosa se definía como la explantación/extracción completa del dispositivo objetivo, mientras que una intervención fallida se definía como un procedimiento en el que se abandonaba la retirada del dispositivo y se dejaba la PM en su lugar.

Las variables continuas se resumieron como media (desviación estándar) o mediana [rango intercuartílico (IQR)], según correspondía, mientras que las variables categóricas se expresaron como recuentos y porcentajes. Las diferencias entre grupos de pacientes se evaluaron utilizando la prueba t de Student, la prueba de Mann–Whitney–Wilcoxon o la prueba de Kruskal–Wallis para variables continuas y la prueba de Pearson χ^2 para variables categóricas. Las correlaciones se analizaron utilizando el coeficiente de correlación de rango de Spearman.

Se realizó un análisis univariable para evaluar el sexo del paciente, la posición del dispositivo apical, el tiempo de permanencia y el índice de masa corporal como variables clínicamente relevantes. Dado el bajo número de eventos de resultado, se calcularon análisis predictivos

adicionales utilizando regresión logística reducida por sesgo de Firth, un método de verosimilitud penalizada que reduce el sesgo en muestras pequeñas y proporciona estimaciones estables de parámetros cuando la regresión logística convencional puede ser poco fiable debido a datos escasos o separación. Las variables candidatas se seleccionaron *a priori* en función de su relevancia clínica.

Todas las pruebas de hipótesis fueron bidireccionales, y se consideró estadísticamente significativo un *valor P* <0,05. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando software estadístico R (R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria).

Técnica procedimental para la retirada y reimplantación de marcapasos sin cables

La extracción del dispositivo se realizó mediante un *enfoque venoso femoral*. En todos los casos se utilizó una vaina grande perforada (vaina introductora 27Fr Micra™ o, en el caso de que se usara el catéter de Abbott^{AVEIR}™, la vaina introductora Abbott AVEIR™ 27Fr). La extracción se realizó utilizando el catéter de administración Micra™ (cuando se planificaba la reimplantación del marcapasos durante el mismo procedimiento), una vaina orientable (por ejemplo, Agilis™ NxT, Abbott, Sylmar, CA, EE. UU.) en combinación con una caja de una o triple bucle (20–25 mm), o el catéter dedicado de extracción AVEIR™, según la preferencia del operador. Cuando se planificaba la reimplantación del dispositivo, el nuevo dispositivo generalmente se implantaba durante el mismo procedimiento.

Resultados

Datos demográficos de los pacientes

Las características del paciente, dispositivo y procedimiento se resumen en la *Tabla 1*. Un total de 85 pacientes se sometieron a la extracción de una LPM basada en NE tras un tiempo mediano de

permanencia del dispositivo de 96 días (IQR 29–320 días); En total, el 25,4% de los dispositivos se habían implantado durante >1 año y el 4% durante >5 años antes de la retirada. Los datos sobre el número total de pacientes evaluados para la revisión del LPM pero que finalmente no fueron retirados no estaban disponibles de forma consistente en los centros participantes.

Tabla 1

Datos demográficos y de implantación de pacientes

Edad del paciente en el momento de la retirada de la LPM [años, mediana (IQR)]	73 (64–82)
Indicación para la implantación de LPM [<i>n</i> (%)]	
Bloque AV permanente completo	52 (61.2)
Bloque AV intermitente	11 (12.9)
Fibrilación auricular de conducción lenta	10 (11.8)
Síndrome del seno enfermo	5 (5.9)
Síndrome de taquicardia	3 (3.5)
Otras indicaciones	4 (4.7)
Posición del dispositivo [<i>n</i> (%)]	
Apical	17 (20.0)
inferoseptal	11 (12.9)
media-septal	46 (54.1)
alto septo	11 (12.9)
RVOT	0 (0)
Tiempo de permanencia [días, mediana, (IQR)]	96 (29–320)

<1 año [<i>n</i> (%)]	65 (76.4)
1–2 años [<i>n</i> (%)]	8 (9.4)
2–3 años [<i>n</i> (%)]	2 (2.4)
3–4 años [<i>n</i> (%)]	5 (5.9)
4–5 años [<i>n</i> (%)]	2 (2.4)
> 5 años [<i>n</i> (%)]	3 (3.5)
Motivo de la explantación [<i>n</i> (%)]	
Implantación temporal ('puente a decisión')	20 (23.5)
Actualizar a un dispositivo biventricular transvenoso	19 (22.4)
Elevación en el umbral de ritmo	18 (21.2)
Actualizar a un dispositivo transvenoso de doble cámara	8 (9.4)
Agotamiento de baterías	7 (8.2)
Posible infección	5 (5.9)
Otros	8 (9.4)
Catéter de extracción [<i>n</i> (%)]	
Funda direccional	73 (85.9)
Catéter ^{introduccion} Micra™	7 (8.2)
Catéter de extracción AVEIR™	5 (5.9)
Tipo de caja [<i>n</i> (%)]	
TM de Cuello de Ganso	40 (47.1)
EN Snare®	29 (34.1)
ONE Snare®	6 (7.1)

Otros	10 (11.8)
Tasa de éxito [<i>n</i> (%)]	
Eliminación exitosa	82 (96.5)
Eliminación no exitosa	3 (3.5)

La edad mediana del paciente en el momento de la extirpación era de 73 años (IQR 64–82 años). La enfermedad arterial coronaria estaba presente en el 38% de los pacientes, mientras que el 18% padecía miocardiopatía dilatada. Las principales indicaciones para la implantación de LPM fueron bloqueo permanente completo auriculoventricular (AV) (61,2%, *n* = 52), bloqueo AV completo intermitente (12,9%, *n*=11), fibrilación auricular de conducción lenta (11,8%, *n*=10), síndrome del seno enfermo (5,9%, *n*=5) y síndrome de taquicardia-bradicardia (3,5%, *n*=3). La localización del dispositivo fue el ápex ventricular derecho (VD) en 17 pacientes (20,0%), la región inferoseptal en 11 (12,9%), el tabique medio en 46 (54,1%) y el tabique alto en 11 (12,9%).

Motivo de la retirada del LPM

Los escenarios clínicos que motivaron la extracción de MT Micra se clasificaron como relacionados con la infección, la mejora u otras indicaciones. La principal justificación para la retirada del dispositivo fue minimizar la carga a largo plazo de material extraño intracardíaco dentro de la VRA. Los escenarios relacionados con la infección incluyeron implantación temporal de marcapasos sin cables tras la extracción de un CIED transvenoso infectado ('puente a decisión') en 20 pacientes (23,5%). En 27 pacientes (31,8%) se observó una necesidad clínica de actualización del dispositivo, mientras que la sospecha de infección por dispositivo sin plomo fue la indicación para la extracción en cinco pacientes (5,9%). Otras indicaciones incluyeron umbrales elevados de estimulación (21,2%) y agotamiento de la batería (8,2%), con la extracción realizada para evitar la retención de material extraño intracardíaco innecesario.

Éxito procedimental y complicaciones

La tasa global de éxito del procedimiento fue del 96,5% (82/85 pacientes; *Tabla 1*). Se utilizó anestesia general en 23 pacientes (27,1%), mientras que el resto de procedimientos se realizaron bajo sedación guiada por el operador. La extracción del dispositivo se realizó utilizando una vaina orientable en 73 casos (85,9%), el catéter MicraTM en siete (8,2%) y el catéter de extracción AVEIRTM en cinco (5,9%). Los sistemas de caja incluyeron una caja de un solo lazo Goose^{Neck} TM en 40 procedimientos (47,1%), una caja® EN de triple bucle en 29 (34,1%) y una UNA caja® en seis (7,1%). La reimplantación inmediata del dispositivo se realizó en 79 pacientes (92,9%), de los cuales el 34,2% recibió una nueva LPM. *La duración media del procedimiento fue de 125 ± 66 minutos*, incluyendo los procedimientos en los que se realizó la reimplantación del dispositivo.

La retirada del dispositivo no tuvo éxito en tres pacientes (3,5%). En dos casos, la característica de extracción proximal no pudo activarse a pesar de los repetidos intentos de usar una vaina direccional con trampas de 20 mm y 25 mm. Estos dispositivos tuvieron tiempos de permanencia relativamente cortos (50 y 44 días), y se consideró que el fallo de la extracción probablemente se debiera a una orientación desfavorable y/o atrapamiento en las trabeculaciones del ventrículo derecho, lo que impidió el acoplamiento seguro de la trampa. En el tercer caso, el dispositivo había sido implantado durante 3140 días. Aunque la característica de recuperación proximal fue capturada con éxito, una extensa encapsulación fibrótica impidió la extracción a pesar de múltiples intentos de extracción (*Tabla 2*). En los tres casos, los procedimientos se interrumpieron y los dispositivos se dejaron in situ.

Tabla 2

Complicaciones procedimentales a nivel de paciente durante la extracción de marcapasos sin mina (DI #1–5) y extirpaciones fallidas (DI #6–8)

ID	Edad [años]	Tiempo de permanencia [días]	Posición del dispositivo	Tipo de complicación/Motivo de la retirada del dispositivo	Gestión	
#1	74	127	Apical	Derrame pericárdico	Drenaje pericárdico	F
#2	80	1477	Septal alto	Derrame pericárdico	Conservadoramente (sin intervención)	F
#3	90	1449	Apical	Embolización del dispositivo al seno coronario	Extracción quirúrgica	F
#4	87	1	Infero-septal	Embolización del dispositivo a la circulación pulmonar	Atrapada desde la arteria pulmonar mediante vaina introductora preexistente	F
#5	77	42	Apical	Embolización del dispositivo a la circulación pulmonar	Atrapada desde la arteria pulmonar mediante un segundo acceso desde la vena femoral izquierda	F
#6	85	3140	Tabique medio	Extensas adherencias fibróticas, probablemente los dientes subperforados en el espacio pericárdico	Dejado in situ	M é
#7	85	44	Apical	No se pudo activar la característica de recuperación proximal	Dejado in situ	M é
#8	67	50	Apical	La característica proximal de recuperación parecía	Dejado in situ	M é

ID	Edad [años]	Tiempo de permanencia [días]	Posición del dispositivo	Tipo de complicación/Motivo de la retirada del dispositivo	Gestión
				enterrada en las trabeculas	

La tasa general de complicaciones fue baja, con dos derrames pericárdicos, uno de los cuales requirió drenaje pericárdico (*Tabla 2*). La embolización del dispositivo ocurrió en tres procedimientos debido a la pérdida de control del dispositivo durante la extracción. En dos casos, el dispositivo fue capturado inmediatamente por percutáneo sin secuelas clínicas. En el caso restante, el dispositivo se embolizó en el seno coronario y requirió extirpación quirúrgica.

En el análisis univariable, solo el tiempo de permanencia del dispositivo se asoció significativamente con el fallo de la eliminación (véase [Material suplementario en línea, Tablas S1 y S2](#)). El método estadístico adicional realizado por Firth con sesgo y reducción logística, un método estadístico que mitiga sesgos basados en tamaños de muestra pequeños, evaluando el valor predictivo del IMC, sexo del paciente, tiempo de permanencia y posición del dispositivo (apical vs. no apical) demostró que la posición del dispositivo apical [odds ratio (OR) 61,8; intervalo de confianza (IC) del 95%) 2,5–788716,3, $P=0,008$; *Tabla 3*] y un tiempo de permanencia más largo del dispositivo (OR 1,4 por cada 180 días de aumento; IC 95% 1,1–2,4, $P=0,008$) se asociaron de forma independiente con el fallo de la retirada. Para ambos análisis hay que mencionar que el bajo número de eliminaciones fallidas limita los análisis estadísticos, y estos resultados deben interpretarse con precaución.

Tabla 3

[Abrir en una pestaña nueva](#)

Regresión logística de Firth evaluando el valor predictivo para la eliminación infructuosa de LPM

Variable	O (IC 95%)	Valor P
(Intercepción)	0 (0, 0.2)	0.020
Sexo masculino	1.6 (0.1, 25.2)	0.71
Tiempo de permanencia	1.4 (1.1, 2.4)	0.008
Posición del dispositivo apical	61.8 (2.5, 788716.3)	0.008
IMC	1.2 (0.9, 1.6)	0.28

Discusión

Hasta donde sabemos, este es el mayor estudio multicéntrico hasta la fecha que evalúa la eliminación de LPMs basados en tinas en centros de Europa y Estados Unidos. Nuestros hallazgos aportan información importante sobre la seguridad, viabilidad y aspectos técnicos de la eliminación de LPM en la práctica clínica contemporánea.

Los principales hallazgos de este estudio son los siguientes:

1. La retirada de la LPM se asoció con una alta tasa de éxito procedimental del 96,5% tras un tiempo de permanencia mediano del dispositivo de 93 días;
2. Un tiempo de permanencia más largo del dispositivo y un sitio de implantación apical se asociaron de forma independiente con el fallo de la extirpación; y
3. las indicaciones más frecuentes para la extracción de LPM fueron la actualización del dispositivo y la retirada de dispositivos implantados temporalmente como estrategia puente tras la extracción de CIED transvenosos infectados.

Indicaciones clínicas para la eliminación de la LPM y factores que influyen en la viabilidad del procedimiento

La tecnología LPM ha ampliado sustancialmente las opciones de tratamiento para pacientes con bradiarritmias,²³⁻²⁶ y las tasas de implantación continúan aumentando.²⁷ A pesar del perfil favorable de seguridad y rendimiento de los dispositivos de la generación actual, la gestión óptima de las LPM al final del servicio (EOS) sigue siendo incierta.²⁸ Aunque actualmente se recomienda generalmente el abandono del dispositivo, la retirada puede considerarse en escenarios clínicos seleccionados, incluyendo infecciones del dispositivo, complicaciones relacionadas con el dispositivo o en pacientes jóvenes en los que la carga acumulada del hardware intracardíaco es de particular preocupación.^{1,29,30} En consonancia con este concepto, datos recientes del registro demostraron que aproximadamente el 1,1% de los pacientes se sometieron a revisión del dispositivo tras la implantación de la MT Micra, siendo necesario retirar el dispositivo en un subconjunto de estos casos.¹⁰ Las indicaciones reportadas para la extracción de LPM incluyen luxación o embolización del dispositivo,³¹ sospecha de infección del [dispositivo](#),¹⁸ complicaciones relacionadas con dispositivos potencialmente mortales (por ejemplo, arritmias [ventriculares](#) ^{32,33} o insuficiencia cardíaca del lado derecho secundaria a obstrucción del tracto de salida del [VD](#) ¹³), y situaciones clínicas en las que es deseable minimizar el hardware intracardíaco, especialmente en pacientes jóvenes. ³⁴ Una indicación emergente para la implantación de LPM es el estimulación permanente o temporal tras la extracción de sistemas CIED transvenosos infectados. En la cohorte actual, la implantación temporal de LPM como estrategia puente tras la extracción transvenosa de CIED representó una de las indicaciones más comunes para la posterior retirada del dispositivo. Estudios recientes han demostrado la viabilidad y seguridad de la implantación concomitante de marcapasos sin plomo durante la extracción de CIED transvenosos infectados (estrategia 'dos en uno'), especialmente en pacientes dependientes de marcapasos.^{35,36} Otra indicación frecuente para la retirada de LPM fue la actualización del dispositivo a un sistema de estimulación biventricular o transvenoso de doble cámara. La extracción en este entorno se realizó principalmente para evitar dejar un dispositivo inactivo y sin plomo dentro del VR tras la implantación de un sistema

transvenoso. Esta estrategia es coherente con la reciente declaración de consenso de la EHRA, que enfatiza la importancia del seguimiento longitudinal tras la implantación de la LPM para identificar a los pacientes que pueden necesitar actualización del dispositivo debido a la progresión de la enfermedad o a los requisitos cambiantes de marcapacidad.[37](#)

Factores que influyen en la retirada del marcapasos sin plomo

La viabilidad de la eliminación de la LPM está determinada en gran medida por el grado de encapsulación fibrótica y la resistencia del anclaje en los sitios de fijación de la diestra. Los estudios de series de casos y post-mortem confirman una respuesta fibrótica a la superficie del [dispositivo,14,28,38–43](#) que va desde una adhesión tisular mínima hasta la encapsulación completa.[28](#) Mientras que algunos dispositivos se encapsulan extensamente durante el primer año tras la implantación, otros permanecen solo mínimamente adherentes a pesar de tiempos de permanencia considerablemente más largos. El grado de encapsulación probablemente esté influenciado por factores relacionados con la implantación, el dispositivo y el paciente.

Factores relacionados con la implantación

El sitio anatómico de implantación puede influir sustancialmente en la extracción del dispositivo. El ápice del VD se caracteriza por una trabeculación densa, mientras que el tabique interventricular proporciona una superficie endocárdica comparativamente más lisa.[44](#) En consecuencia, los dispositivos implantados apicalmente pueden incrustarse más profundamente en el miocardio trabecular, resultando en un mayor contacto entre el dispositivo y el endotelio (*Figura 2*). El movimiento cardíaco continuo genera un estrés mecánico crónico en la interfaz dispositivo-tejido, provocando lesiones endoteliales, inflamación, formación de trombos y posterior encapsulación fibrótica.[28,45–47](#) *Este mecanismo puede ser más pronunciado en dispositivos implantados*

*apicamente que en dispositivos implantados septalmente, donde una mayor proporción del cuerpo del dispositivo permanece relativamente 'flotante'. Además, el ápice del VD se caracteriza por una pared miocárdica más delgada, lo que puede aumentar el riesgo de perforación miocárdica y tamponamiento cardíaco durante la implantación.*⁴⁴ La penetración parcial de la línea más allá del miocardio puede permanecer clínicamente silenciosa en ausencia de anomalías eléctricas y derrame pericárdico significativo (Figura [2](#)). Aunque se desconoce la incidencia de estas microperforaciones, probablemente estén poco reconocidas. Estas lesiones pueden desencadenar una respuesta inflamatoria localizada, incluyendo el síndrome de lesión postcardíaca,⁴⁹ que resulta en fibrosis y anclaje firme del tejido que puede dificultar la retirada posterior del dispositivo, incluso en ausencia de una encapsulación extensa del cuerpo del dispositivo. Cabe destacar que la implantación septal, especialmente en regiones más basales, también puede presentar desafíos para la extirpación. En un estudio previo que evaluó un sistema de estimulación sin plomo basado en hélice, los dispositivos implantados apicamente demostraron mayor movilidad fluoroscópica ('swinging'), lo que sugiere menor adherencia tisular que los implantes del tabique medio.¹⁹ Esta observación parece contrastar con los mecanismos propuestos para dispositivos basados en tinas y puede reflejar diferencias en el mecanismo de fijación y el diseño del dispositivo. Alternativamente, los dispositivos basales del tabique pueden adherirse o quedar atrapados dentro del aparato subvalvular de la válvula tricúspide, limitando así la movilidad del dispositivo y complicando su extracción. Sin embargo, las comparaciones directas entre sistemas de fijación siguen siendo limitadas, y la influencia del sitio de implantación en la removibilidad a largo plazo requiere una investigación adicional.

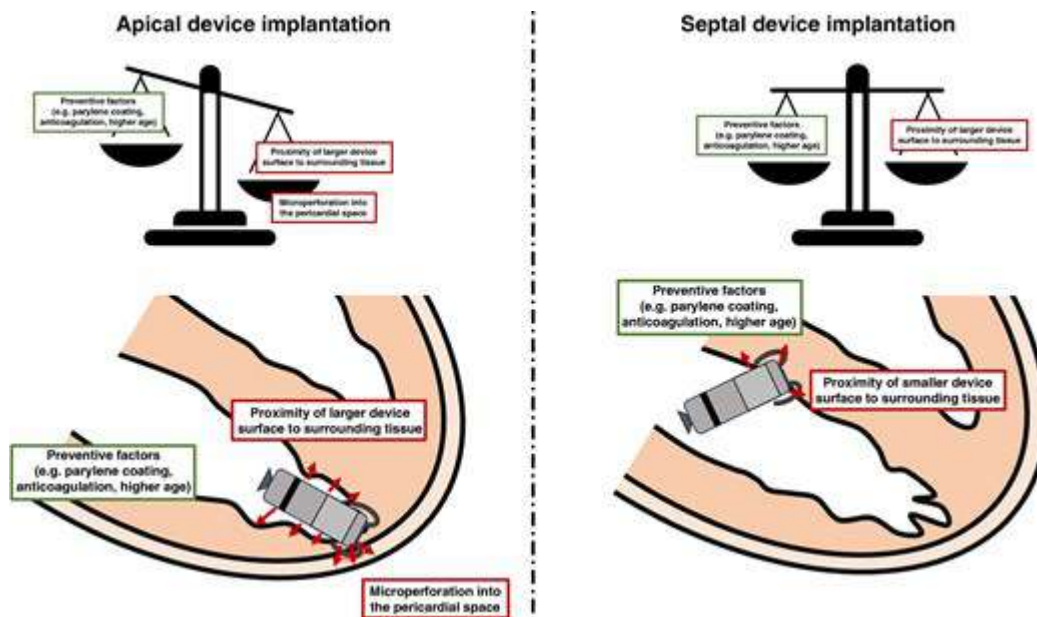


Figura 2

Factores que influyen en la formación del tejido adhesivo de superficie del dispositivo: sitio de implantación, factores relacionados con el dispositivo y factores relacionados con el paciente.

[Abrir en una nueva pestaña](#)[Descargar diapositiva](#)

Factores relacionados con el dispositivo

El material del dispositivo y las características superficiales pueden influir en el grado de encapsulación fibrótica. El dispositivo Micra™ está recubierto con parileno C, un polímero biocompatible que puede atenuar la respuesta inflamatoria local y, por tanto, reducir la formación de tejido fibrótico.[46,47](#) Además de su favorable biocompatibilidad, se ha demostrado que el parileno reduce la adhesión bacteriana a dispositivos médicos implantados, lo que puede mejorar aún más la compatibilidad a largo plazo de los tejidos.[50](#) La evidencia de la extracción transvenosa de plomo también respalda la importancia de las características superficiales del dispositivo. Por ejemplo, los electrodos implantables de cardioversor y desfibrilador que incorporan recubrimiento expandido de politetrafluoroetileno (ePTFE) muestran una reducción de la unión fibrótica, facilitando la extracción de plomo en comparación con las bobinas metálicas convencionales.[51](#) Estas observaciones sugieren que minimizar el contacto directo entre los componentes metálicos del

dispositivo y el tejido circundante puede reducir el encapsulamiento fibrótico y mejorar la retirabilidad a largo plazo.

Factores relacionados con el paciente

La predisposición individual a la formación de cicatrices probablemente influya en la encapsulación del dispositivo. Como este proceso está impulsado por la inflamación, una respuesta inflamatoria más pronunciada puede resultar en un aumento de la formación de tejido fibrótico. Esto está bien documentado en la extracción de plomo transvenoso pediátrico, donde se observan adhesiones fibróticas más extensas,⁵²⁻⁵⁷ y puede afectar de forma similar a pacientes más jóvenes con marcapasos sin plomo. La formación local de trombos tras un trauma mecánico representa otro factor importante para la encapsulación.⁴⁷ Por el contrario, la anticoagulación oral crónica se ha asociado con una reducción de la encapsulación fibrótica y un menor estrechamiento venoso en pacientes que se someten a extracción transvenosa de plomo, lo que sugiere que también puede influir en la encapsulación de marcapasos sin plomo.⁵⁸

Aspectos procedimentales de la eliminación de los LPM

Se utilizaron diversas técnicas de extracción en esta cohorte, con la elección del enfoque dependiendo de la disponibilidad del dispositivo y de si se planeaba la reimplantación. Cuando se pretende la reimplantación,^{el} catéter de administración Micra™ se utiliza frecuentemente para la extracción del dispositivo.^{17,59,60} En este enfoque, el nuevo dispositivo se implanta primero.⁶¹ Tras el despliegue, se avanza una pequeña caja de bucle simple o triple (7 mm) a través del catéter de administración para activar la función de extracción del dispositivo existente, mientras que la copa proporciona contratracción y encierra el dispositivo durante la retirada, reduciendo potencialmente la interacción con el aparato de válvula

tricúspide ([Figuras 3 y 4](#)). Sin embargo, este enfoque está limitado por la limitada dirección y rigidez relativa del sistema de administración.

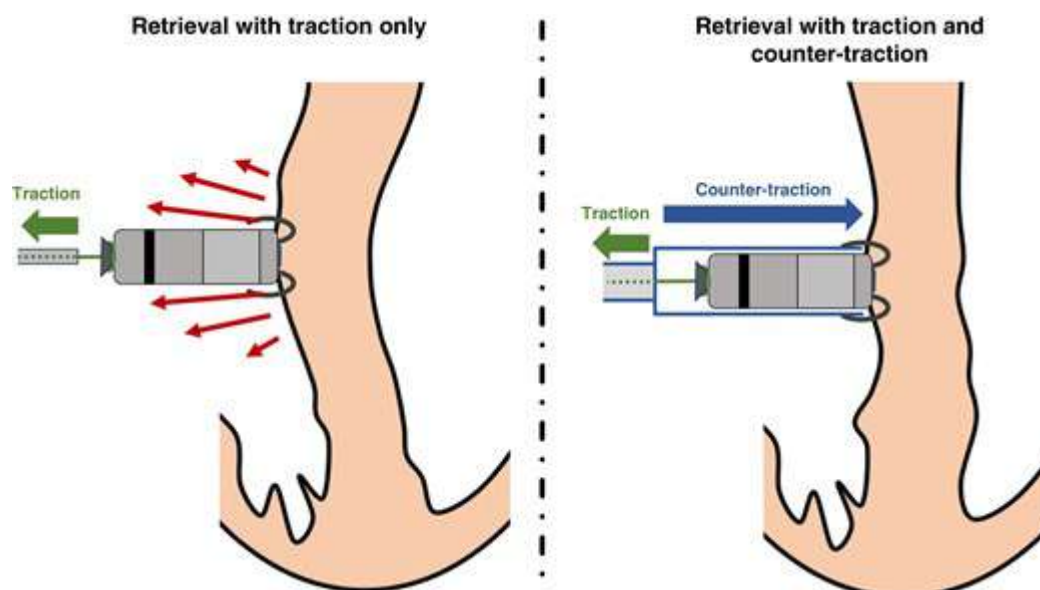


Figura 3

Resumen esquemático de la extracción del dispositivo utilizando una vaina direccionable (izquierda) o el catéter de administración Micra TM (derecho).

[Abrir en una nueva pestaña](#)[Descargar diapositiva](#)

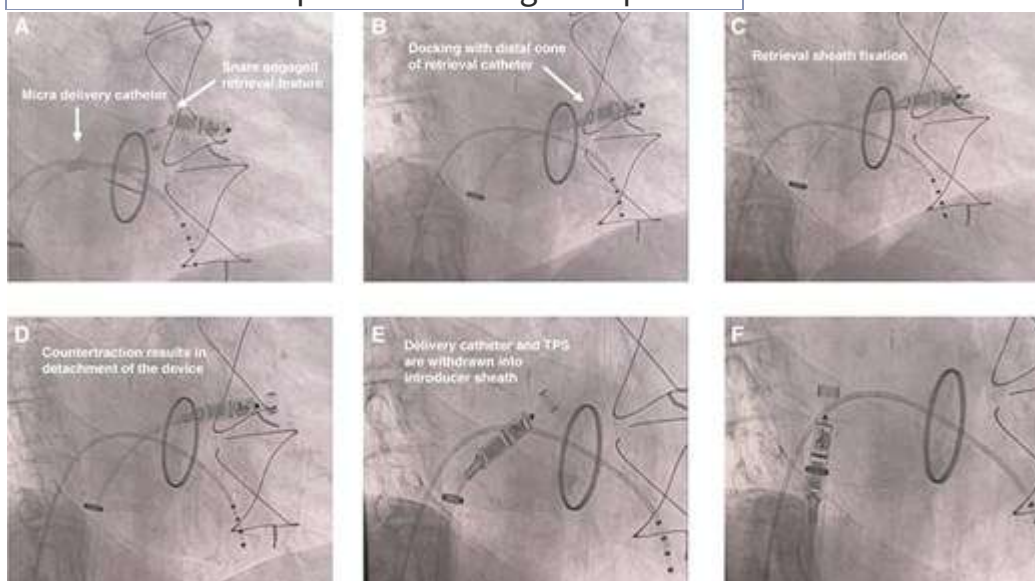


Figura 4

Extracción del dispositivo utilizando el catéter de administración Micra TM en un paciente con reemplazo previo de la válvula mitral mecánica.

[Abrir en una nueva pestaña](#)[Descargar diapositiva](#)

Cuando no se planificaba la implantación de un nuevo Micra™, la extracción se realizaba típicamente utilizando una vaina orientable (por ejemplo,

Agilis™ NxT, Abbott) en combinación con una caja de lazo simple [o triple 14, 59, 60](#) (Figuras 3 y 5). ⁶² Este enfoque proporciona mayor maniobrabilidad y permite el uso de cajas de mayor tamaño, pero no proporciona contracción y deja los dientes de fijación expuestos durante la retirada, aumentando potencialmente la interacción con el aparato de la válvula tricúspide (Figuras 3 y 5). ⁶³ Esto puede ser clínicamente relevante, ya que la experiencia de la extracción transvenosa de plomo ha demostrado que la interacción mecánica con la válvula tricúspide puede provocar una regurgitación tricúspide nueva o un empeoramiento. [64,65](#)

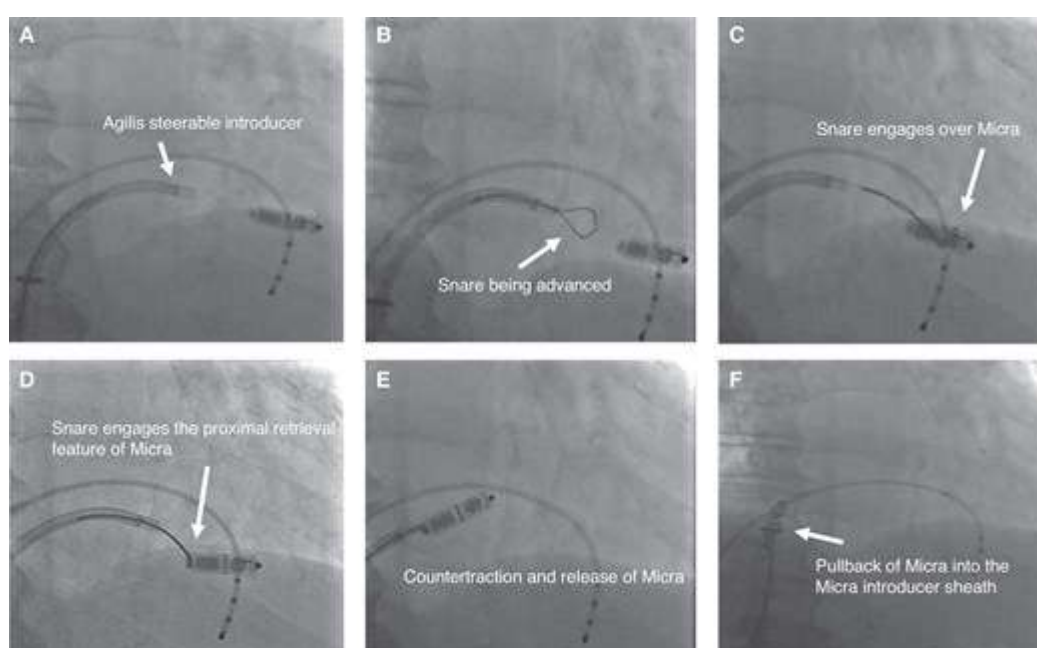


Figura 5

Retirada del dispositivo usando una funda orientable y una caja ^{GooseNeck™}.
[Abrir en una nueva pestaña](#)[Descargar diapositiva](#)

Un tercer enfoque implica el catéter dedicado de extracción desarrollado para el sistema AVEIR™ basado en hélices [11,66,67](#). Tras la captura exitosa del dispositivo, el catéter avanza una vaina protectora sobre el dispositivo, proporcionando así cierto grado de contracción mientras encierra el mecanismo de fijación durante la retirada.

La contracción es un principio fundamental de la extracción de plomo [transvenoso 68](#) y puede mejorar de forma similar el éxito y la seguridad del procedimiento durante la retirada del marcapasos sin

plomo, especialmente en dispositivos con tiempos de permanencia más largos. Aunque faltan datos comparativos prospectivos, los sistemas dedicados de recuperación pueden ofrecer ventajas en algunos escenarios clínicos.

Seguridad y eficacia de la eliminación de la LPM

Este análisis demuestra que la eliminación a corto y medio plazo de marcapasos sin plomo basados en tina es generalmente factible y segura, con una tasa de éxito procedimental global del 96,5% tras un tiempo medio de permanencia del dispositivo de 93 días. Estos hallazgos son coherentes con estudios previos que informaron de altas tasas de éxito en la eliminación tanto de sistemas de estimulación sin plomo basados en hélices como en tina. [11,21,13](#)–^{16,69,70} En nuestra cohorte, el tiempo de permanencia más largo del dispositivo y la implantación apical se asociaron con el fracaso de la retirada, probablemente reflejando un encapsulamiento fibrótico más avanzado y un anclaje más fuerte del dispositivo. [19](#) Dado que los tiempos de permanencia más largos coincidían frecuentemente con la implantación apical, la contribución individual de cada factor sigue siendo difícil de distinguir. En general, la extracción del marcapasos sin plomo parece ser un procedimiento seguro dentro del rango de duraciones de implantación evaluadas en este estudio, con bajas tasas de complicaciones consistentes con informes previos. [11,13–16,19,21,69,70](#) Es importante destacar que la tasa de éxito reportada refleja el éxito técnico en pacientes en los que se intentó la extracción y no debe interpretarse como la tasa global de éxito de las estrategias de revisión del marcapasos sin plomo.

Los eventos adversos relacionados con procedimientos fueron poco frecuentes pero clínicamente relevantes, ocurriendo en el 5,9% de los pacientes. Las complicaciones incluyeron dos derrames pericárdicos, uno de los cuales requirió drenaje percutáneo, así como embolizaciones de tres dispositivos, incluyendo un caso que requirió extracción quirúrgica. Estos hallazgos enfatizan que, a pesar de la alta tasa de éxito del procedimiento,

la retirada del marcapasos sin plomo debe realizarse en centros experimentados con acceso inmediato a opciones avanzadas de tratamiento percutáneo y respaldo quirúrgico cardíaco.

Limitaciones

Deben reconocerse varias limitaciones. En primer lugar, se trató de un análisis retrospectivo basado en datos recogidos durante la práctica clínica rutinaria, y algunos registros de pacientes estaban incompletos. Segundo, dado que los tiempos de permanencia del dispositivo en este estudio fueron relativamente cortos, la generalización de nuestros hallazgos a dispositivos con tiempos de permanencia sustancialmente más largos es limitada. En tercer lugar, el número muy bajo de fallos en la extracción limitó sustancialmente los análisis estadísticos y limitó la solidez de las inferencias sobre los predictores de fallo de retirada. Lo más importante es que este estudio se centró en la viabilidad técnica y seguridad de la recuperación de marcapasos sin plomo basados en tinas. No fue diseñado para informar estrategias de manejo al final del servicio, ya que solo se incluyeron a los pacientes que finalmente intentaron retirarse, mientras que no se capturaron los posibles candidatos que no procedieron a la retirada.

Conclusión

Hasta donde sabemos, este estudio representa el mayor análisis multicéntrico de extracción de LPM basado en tinas hasta la fecha. La eliminación de LPM basada en tinas tras una implantación a corto y medio plazo es un procedimiento seguro, factible y eficaz, con alto éxito procedimental y bajas tasas de complicaciones.