

MARCAPASOS

Indicación, seguimiento e implante

Autora

Dra. Annerys Méndez Rosabal

Participan

Cardiología, Unidad de Cuidados Coronarios,
Cirugía Cardiovascular

INTRODUCCIÓN

La estimulación cardíaca permanente, con cable-electrodo, generador y fuente de energía implantable, fue iniciada el 8 de octubre de 1958 en Estocolmo, Suecia, utilizando un diseño provisto de una batería de níquel-cadmio recargable por inducción. Los dos electrodos, solidarios con el generador, fueron suturados al epicardio, a través de una toracotomía, al paciente Arne Larsson, superviviente en la actualidad después de veintiséis reemplazos.

La estimulación endocárdica temporal fue utilizada por primera vez por medio de un generador externo en noviembre de 1958, pero su uso con fines de estimulación permanente fue realizado en 1962. En el año 1963, Castellanos y Berkovitz presentan el primer marcapasos a demanda y se inicia la estimulación secuencial, en modo VAT, por Natham. Más tarde, Berkovitz comunica el modo de estimulación bicameral DVI, y Funke la estimulación universal o DDD.

OBJETIVOS

- Optimizar la realización del implante de marcapasos permanentes, mediante el uso adecuado de los recursos disponibles
- Adecuar las indicaciones y contraindicaciones del implante de marcapasos uni y bicamerales a nuestras condiciones de trabajo
- Detectar sus complicaciones y aplicar el manejo fármaco terapéutico e invasivo correspondiente en caso de ser necesario.
- Favorecer el intercambio con otros centros asistenciales del país.

DESARROLLO

Universo

- Todos los pacientes con indicación de marcapaso permanente a los cuales previamente se le han realizado estudios no invasivos (masaje del seno carotídeo, electrocardiograma basal, prueba ergométrica, Holter (monitoreo electrocardiográfico de 24 h) llegando a la estimulación eléctrica programada del corazón en los casos donde los exámenes anteriores no confirmen la indicación del implante.

- La procedencia será de:
 - ⊕ Salas de Cardiología y Cirugía Cardiovascular
 - ⊕ Unidad de Cuidados Coronarios Intensivo
 - ⊕ Unidad de Cuidados Intensivos Polivalente
 - ⊕ Otros centros asistenciales de la capital y provincias aledañas
 - ⊕ Consulta externa de Cardiología

Modos de estimulación

Código de cinco letras

En 1974, el Grupo de Marcapasos de la Inter Society Commission for Heart Diseases Resources propuso el código ICHD para definir, con tres letras, la cámara estimulada y detectada y el modo de funcionamiento. La incorporación de funciones más complejas motivó la adición de dos posiciones, siete años más tarde. Se utiliza el código elaborado por el comité conjunto de la North American Society of Pacing and Electrophysiology y el British Pacing and Electrophysiology Group:

Posición 1: Estimulación 0 Ninguna

- A** Aurícula
- V** Ventrículo
- D** Doble
- S** Single (denominación de fábrica)

Posición 2: Detección 0 Ninguna

- A** Aurícula
- V** Ventrículo
- D** Doble
- S** Single (denominación de fábrica)

Posición 3: Respuesta 0 Ninguna

- T** Disparado
- I** Inhibido
- D** Disparado + inhibido

Posición 4: Programabilidad 0 Ninguna

- C** Comunicación, telemetría
- P** Mono o biprogramable **M** Multiprogramable
- R** Frecuencia variable

Posición 5: Antitaquicardia 0 Ninguna

P Estimulación

S Choque

D Estimulación + choque

Técnicas de implantación

- Como contraposición a la colocación de un marcapasos temporal, la implantación de un marcapasos definitivo debe ser conceptuada como intervención programada, antes que una técnica urgente.
- Se realizará por vía *endocavitaria*, reservándose la técnica epicárdica para aquellos casos en que la primera de ellas no es posible por problemas de acceso al territorio venoso, o cuando el paciente precisa simultáneamente una intervención de cirugía cardíaca.
- En caso de estimulación *epicárdica*, la de elección es la vía subxifoidea según técnica de Carpentier o la subcostal, ambas extrapleurales. En los casos de estimulación bicameral se utilizará una toracotomía mínima anterior derecha.
- Según el grado de desarrollo corporal del paciente puede implantarse el generador en localización *abdominal*.
- En la implantación se elegirá el lado opuesto a la mano dominante del paciente para disminuir la posibilidad de aparición de interferencia por miopotenciales y para evitar la activación incorrecta de biosensores sensibles a la actividad física; deben considerarse los casos particulares como, por ejemplo, la aplicación a violinistas o cazadores.
- Tras situar el o los cables se procederá a determinar
 - ⊕ Los *umbrales*:
 - Voltaje
 - Miliamperaje y resistencias
 - Amplitud de la onda P o R detectada en milivoltios
 - Registro del potencial endocavitario con medida del slew-rate).
 - ⊕ También debe comprobarse la presencia de *conducción retrógrada* (ventriculoatrial) por medio de estimulación ventricular a diferentes frecuencias y voltajes.
- Los umbrales deben ser medidos con un analizador de similares características que el generador a implantar, considerándose como umbrales agudos aceptables, para una duración de impulso de 0,50 ms los valores siguientes:
 - ⊕ *Captura*

- Ventrículo: 1 voltio (máximo)
- Aurícula: 2 voltios (máximo)

⊕ **Detección**

- Ventrículo: 2,5 milivoltios (mínimo)
- Aurícula: 1 milivoltio (mínimo)

Es frecuente que los electrodos de fijación activa auricular o ventricular presenten umbrales elevados durante la intervención y el postoperatorio inmediato.

- La resistencia determinada para un estímulo de 5 voltios de amplitud oscilará entre 300 y 800 ohmios con electrodos convencionales. Un adecuado slew-rate de la despolarización para las señales auricular y ventricular será de 1,5 y 2,5 mV/ms, respectivamente, como valor aceptable, aunque en general los marcapasos precisan señales como mínimo de 0,5 mV/ms.
- Es aconsejable estimular con amplitudes superiores a 10 voltios, para comprobar si se produce estimulación diafragmática a través del electrodo ventricular o del nervio frénico a través del electrodo auricular, especialmente si está situado en zona lateral o si se ha elegido la fijación activa en la aurícula.
- Se recomienda que, en los casos de estimulación de doble cámara, se coloquen los electrodos siempre en el mismo orden (el auricular más interno), lo que permitirá su identificación posterior. En el caso de **cizallamiento** (que suele afectar al cable situado más medialmente), aunque se pierda el modo (DDD) no se comprometerá la captura ventricular.
- También se utilizan, modelos con sistemas de fijación activa (screw-in). Están aconsejados si se ha llevado a cabo cirugía cardíaca previa que modifique la anatomía de la aurícula derecha, con la amputación o ligadura de la orejuela, y en pacientes postrasplante cardíaco en los que las biopsias puedan desplazar los electrodos.
- Uno de los riesgos a evitar es la infección, cuya aparición se ve incrementada por la permanencia de un cuerpo extraño y favorecido por la eventual aparición de hematoma postoperatorio. Sólo en caso de enfermos de alto riesgo (portadores de prótesis valvulares metálicas, inmunodeprimidos, programas de diálisis renal crónica, diabéticos, procedimientos de larga duración con sospecha de pérdida de la asepsia) es obligatoria la profilaxis antibiótica (1 g de cefazolina, por vía EV, una hora antes de la implantación y 1 g, vía IM, 6 horas después). *En el resto de los pacientes, la diversidad de criterios hace opcional esta decisión.*

- En el caso de pacientes anticoagulados con dicumarínicos, se procederá a su sustitución por heparina sódica, que será suspendida al menos 4 h antes del procedimiento, en el que se realizará una cuidadosa hemostasia. Se mantendrá posteriormente vendaje compresivo y se reiniciará la heparina transcurridas 12 o 24 h, según la enfermedad del paciente. En los casos de terapéutica antiagregante plaquetaria debe tenerse en cuenta la persistencia del efecto farmacológico durante varios días después de haber sido suspendido.

Especial problema plantean los portadores de prótesis valvulares mecánicas, en los que el nivel de anticoagulación es crítico. Si, a pesar de una técnica quirúrgica cuidadosa, se observa durante el procedimiento o se sospecha que en el período postoperatorio puede haber hemorragia, con el consiguiente hematoma, puede colocarse un drenaje de *redón* con aspiración durante 48 h, después de valorar el sobreañadido riesgo de infección.

Requisitos para configurar una unidad de marcapasos

Calificación profesional

- La estimulación cardiaca permanente es una técnica que precisa, además de la formación básica en cardiología, el conocimiento específico de una serie de aspectos electrofisiológicos y de técnicas de cateterización aplicadas a la estimulación cardiaca, tecnología de los marcapasos, etc. Un detallado programa de entrenamiento teórico-práctico ha sido publicado por el Comité Educativo de la NASPE.
- El entrenamiento básico, siempre bajo supervisión, debe incluir al menos 50 procedimientos entre implantaciones y recambios, en un período continuado de tiempo que dependerá del volumen de actividad del centro de que se trate, por lo que se aconseja que dicha formación se efectúe en unidades con un alto número de implantaciones (Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, ICCCV)

Recursos humanos

- Es preciso que este personal esté entrenado previamente en la realización de este proceder.
- El número aconsejable será de dos médicos, asumiendo uno de ellos las funciones de coordinación o de jefe de la unidad y dos enfermeras.
- Durante la implantación, los requerimientos mínimos en cuanto a personal son un facultativo especialista y una enfermera con entrenamiento específico, que compartirá las actividades de asistencia y ayuda durante el proceder en el salón. El personal de enfermería será responsable de los signos clínicos y del monitoreo del ECG, así como de la preparación meticulosa del paciente con la colocación de los electrodos, la limpieza de la

zona del implante, la recogida de los datos para la planilla de ...y la propiedad del equipo

- Los médicos se encargarán en consulta externa del posterior control y desarrollo de protocolos de seguimiento específicos para cada modo de estimulación, que deberán estar previamente establecidos.

Recursos materiales

- **Implantación**

Idealmente debe ser llevada a cabo en un quirófano. En su defecto, puede realizarse en una sala de hemodinamia o de radiología, con especiales medidas de mantenimiento de la asepsia.

Los requerimientos básicos para este lugar serían:

- ⊕ **Área:** amplitud suficiente para permitir el acceso sin dificultad a cualquier zona del paciente, que permita poder llevar a cabo maniobras de intubación, resucitación cardiopulmonar, pericardiocentesis o colocación de drenaje torácico. Se debe disponer de un espacio anexo para almacenamiento de material estéril y de todo lo necesario para efectuar la implantación y llevar a cabo el tratamiento de las posibles complicaciones.
- ⊕ **Instalaciones:** oxígeno, vacío, aspiración, gases anestésicos, aislamiento eléctrico, aislamiento radiológico y luz cenital quirúrgica. Dosímetros radiológicos para el personal y locales.
- ⊕ **Ubicación:** en zona de hospitalización, con proximidad física y funcional para el acceso a la zona de cuidados intensivos y al bloque quirúrgico.
- ⊕ **Medios materiales:** sistema de fluoroscopia con intensificador de imagen y tubo rotatorio que proporcione un campo visual de un diámetro mínimo de 18 cm, con su correspondiente mesa radiotransparente y la opción de impresión de imágenes y grabación de vídeo. Además de la visión anteroposterior debe realizarse la lateral u oblicuas (sistema tipo arco). Esto resulta especialmente importante para la colocación de sondas auriculares o en seno coronario. Idealmente debería de disponerse de sistemas digitales con opción de imagen pulsada para disminuir la dosis de radiación emitida. La utilización de estos equipos lleva implícita la disponibilidad de sistemas de protección pasiva para todas las personas presentes en el procedimiento, así como el control periódico de exposición y dosis acumulada recibida.
- ⊕ **Material quirúrgico** adecuado, y duplicado en cada procedimiento, para poder atender a su sustitución completa en caso de contaminaciones. Material para acceso y mantenimiento de vías intravenosas.

- ⊕ **Monitorización** continua electrocardiográfica, con posibilidad de selección de diversas derivaciones, incluyendo electrodos precordiales (V1 o V2).
- ⊕ Sistema para medida de umbrales y análisis de señales eléctricas endocárdicas. En caso de no hacerse con registro directo, la señal endocárdica puede valorarse con un analizador que permita obtener un registro impreso.
- ⊕ **Polígrafo de electrocardiografía** con capacidad de registro de señales intracavitarias.
- ⊕ **Programador del marcapasos** que se implante. (St. Jude, Sorin, Médico y Biotronik)
- ⊕ **Desfibrilador-cardioverso**.
- ⊕ **Marcapasos externo transcutáneo**.
- ⊕ Material de emergencia que debe incluir todo lo necesario para una resucitación cardiopulmonar avanzada (fármacos, material de intubación endotraqueal y ventilación manual), para la realización de una pericardiocentesis o para la implantación de un drenaje torácico.
- ⊕ **Oxímetro** (para monitorizar a pacientes con insuficiencia respiratoria, inestabilidad hemodinámica o en los que se realicen técnicas de tracción para extracción de cables retenidos).
- ⊕ Almacén de diferentes tipos de generadores y cables.
- ⊕ Material para reparación de sondas y adaptadores para modificación de conectores.
- **Hospitalización**
 - ⊕ El proceder se hará de forma ambulatoria.
 - ⊕ Sólo requerirán de ingreso los pacientes que necesiten cambio de sistema por sepsis o traumatismos a nivel del bolsillo, lo que expone el generador al exterior
 - ⊕ Se deberá de disponer de monitorización ECG continua vigilada en la sala de ingreso, que puede ser telemétrica y del personal de enfermería correspondiente, para casos en que se requiera, ante situaciones de riesgo.
 - ⊕ Los casos serán previamente valorados en consulta por los médicos entrenados en esta subespecialidad, con la posterior programación para el salón y la elección del marcapasos específico según la enfermedad.

Medios materiales

- **Electrocardiógrafo** con capacidad de registro simultáneo de al menos tres canales.

- **Sistema de medida de anchura de impulso.** Idealmente debe disponerse de un sistema de análisis morfológico de la espícula del generador, especialmente en las unidades de nivel terciario.
- **Material necesario para tratar arritmias graves.** Esto incluye material para acceso y mantenimiento de vías venosas, fármacos y material de resucitación, incluyendo la fácil disponibilidad de cardioversor-desfibrilador.
- Dado el volumen de datos a manejar y la necesidad de disponer de un archivo de los datos completos de la historia de cada paciente, así como de las características de los diferentes marcapasos y electrodos implantados o en el mercado, se debe procurar la gestión informatizada de dichos datos.
- Debe contarse con el apoyo de otros medios diagnósticos, como son el Holter y la ecocardiografía bidimensional-Doppler, en muchos casos precisos para una adecuada y mejor valoración del paciente portador de marcapasos.

Selección del tipo de marcapaso permanente a implantar

Tabla 1. Normas para la selección del tipo de marcapasos

	Disfunción sinusal	Bloqueo AV	Síncope neuro mediado o SSC
MP Unicameral auricular	<ul style="list-style-type: none"> • Conducción AV normal y no se espera anomalía futura. • Mantenimiento conducción AV 1:1 durante estimulación auricular. • DMF si se requiere. 	<ul style="list-style-type: none"> • No apropiado 	<ul style="list-style-type: none"> • No apropiado (si se excluye el bloqueo AV de forma sistemática)
MP uni-cameral ventri-cular	<ul style="list-style-type: none"> • No es necesario mantener sincronía AV • DMF si se requiere 	<ul style="list-style-type: none"> • AC x FA crónica • Otra TAur crónica • No mantener la sincronía AV • DMF si se requiere 	<ul style="list-style-type: none"> • AC x FA crónica • Otra TAur crónica • DMF si se requiere
MP bicameral AV	<ul style="list-style-type: none"> • Se desea mantener la sincronía AV • Sospecha alteración de la conducción AV o con riesgo aparición futura • DMF si se requiere 	<ul style="list-style-type: none"> • Se desea mantener sincronía AV • Se desea estimular la aurícula • DMF si se requiere 	<ul style="list-style-type: none"> • Función inusual presente • DMF si se requiere
MP VDD	<ul style="list-style-type: none"> • No apropiado 	<ul style="list-style-type: none"> • Función sinusal normal • No se precisa estimular la aurícula • Se desea limitar el número cables-electrodo 	<ul style="list-style-type: none"> • No apropiado

AC x FA: arritmia completa por fibrilación auricular. TAur: taquicardia auricular
DMF: disponibilidad de modulación de frecuencia

Indicaciones de estimulación cardiaca permanente

El Colegio Americano de Cardiólogos (ACC) y la Asociación Americana del Corazón (AHA) están implicados en la producción de normas de actuación y en sus recomendaciones nos basamos para establecer las presentes indicaciones, con pequeñas modificaciones para adaptarlas a la práctica habitual en nuestro medio, en especial en lo que hace referencia a algunas correspondientes a los grupos IIa o IIb.

Las indicaciones se clasifican en tres grupos, de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- **Grupo I:** situaciones en las que existe evidencia y/o un acuerdo general en que un procedimiento o tratamiento es beneficioso, útil y eficaz.
- **Grupo II:** situaciones en las que la evidencia es controvertida y/o existen divergencias de opinión sobre la utilidad y eficacia de un procedimiento o tratamiento.
 - ⊕ **Clase II-a:** la evidencia y/o la opinión es mayoritaria o se inclina a favor de la utilidad y eficacia.
 - ⊕ **Clase II-b:** la utilidad y eficacia se basan en un menor grado de evidencia o la opinión mayoritaria es menos favorable.
- **Grupo III:** situaciones en las que la evidencia y/o el acuerdo general apoya la ineficacia del procedimiento o tratamiento, que incluso en algunos casos pudiera ser perjudicial.

El nivel de evidencia que apoya las recomendaciones se clasificó como:

- **Nivel A,** si los datos analizados correspondían a numerosos trabajos aleatorizados, incluyendo un gran número de casos.
- **Nivel B,** cuando los datos analizados correspondían a un número limitado de ensayos clínicos, englobando series limitadas de pacientes, en estudios bien diseñados pero no aleatorizados o en datos de registros.
- **Nivel C** cuando la primera fuente de recomendación se basó en la opinión consensuada de los expertos.

Indicaciones de estimulación cardiaca permanente en diferentes situaciones

Estimulación cardiaca permanente en el bloqueo AV adquirido del adulto

Grupo I

- **Bloqueo AV de tercer grado,** independientemente de su localización anatómica, asociado a uno o más de los siguientes signos o síntomas:
 - ✧ Bradicardia sintomática (nivel de evidencia C)

- ✧ Arritmias y otras condiciones médicas que requieran tratamiento farmacológico que ocasionen una bradicardia sintomática (nivel de evidencia C)
- ✧ Períodos de asistolia de 3,0 s o ritmos de escape < 40 lat/min en pacientes en vigilia y asintomáticos (nivel de evidencia B, C)
- ✧ Después de ablación transcatéter de la unión AV, con inducción de bloqueo AV de tercer grado (nivel de evidencia B, C)
- ✧ Bloqueo AV postoperatorio que no se resuelve espontáneamente (nivel de evidencia C)
- ✧ Enfermedades neuromusculares con bloqueo AV, como la distrofia muscular miotónica, síndrome de Kearns-Sayre, distrofia de Erb y atrofia muscular peronea (nivel de evidencia B)
- **Bloqueo AV de segundo grado**, independientemente de su localización anatómica, asociado a bradicardia sintomática (nivel de evidencia B)

Grupo II

- Bloqueo AV de tercer grado sintomático, independientemente de su localización anatómica, con frecuencias de escape iguales o superiores a 40 lat/min en vigilia (nivel de evidencia B, C)
- Bloqueo AV de segundo grado tipo II asintomático (nivel de evidencia B)
- Bloqueo AV de segundo grado tipo I sintomático, de localización intra o infrahisiano como hallazgo durante un EEEF (nivel de evidencia B)

Grupo III

- Bloqueo AV de primer grado asintomático (nivel de evidencia B)
- Bloqueo AV de segundo grado tipo I a nivel suprahisiano asintomático (nivel de evidencia B, C)
- Bloqueo AV secundario a una condición que se considera transitoria y de improbable recurrencia (p. Ej., toxicidad por fármacos) (nivel de evidencia B)

Estimulación cardíaca permanente en el bloqueo bifascicular y trifascicular (bloqueo de rama asociado a hemibloqueo y prolongación del intervalo PR) crónicos

Grupo I

- Bloqueo AV de tercer grado intermitente (nivel de evidencia B)
- Bloqueo AV de segundo grado tipo II (nivel de evidencia B)

Grupo II

- Síncope no documentado como debido a bloqueo AV, cuando se han excluido otras causas, especialmente si se registra un intervalo HV muy prolongado durante un EEF (100 m) (nivel de evidencia B)

Grupo III

- Bloqueo bi y trifascicular (bloqueo de rama asociado a hemibloqueo y prolongación del intervalo PR) asintomático que nunca ha inducido bloqueo AV (nivel de evidencia B)

Estimulación cardiaca permanente después del infarto agudo de miocardio

Grupo I

- Bloqueo AV de segundo grado tipo II, persistente, o tercer grado intra o infrahisiano, independientemente de la localización del infarto (nivel de evidencia B)
- Bloqueo AV de segundo grado tipo II transitorio, asociado a bloqueo de rama, en presencia de IM agudo anterior (nivel de evidencia B)

Grupo II-b

- Bloqueo AV avanzado persistente (más de 3 semanas) de localización en el nodo AV (nivel de evidencia B)

Grupo III

- Bloqueo AV transitorio en ausencia de trastornos de la conducción intraventricular (nivel de evidencia B)
- Bloqueo AV transitorio en presencia de hemibloqueo anterosuperior izquierdo aislado (nivel de evidencia B)
- Hemibloqueo anterosuperior izquierdo adquirido en ausencia de bloqueo AV (nivel de evidencia B)
- Bloqueo AV de primer grado persistente en presencia de bloqueo de rama de antigüedad indeterminada (nivel de evidencia B).

Estimulación cardiaca en la enfermedad del nodo sinusal

Grupo I

- Disfunción sinusal con bradicardia sinusal documentada, incluyendo pausas sinusales frecuentes que inducen síntomas. En algunos pacientes, la bradicardia es iatrogénica y suele ocurrir como consecuencia de un tratamiento farmacológico necesario a largo plazo, para el que no existen alternativas (nivel de evidencia C)
- Incompetencia cronotrópica sinusal sintomática (nivel de evidencia C)

Grupo II

- Disfunción sinusal de aparición espontánea o secundaria a fármacos, con frecuencias cardíacas < 40 lat/min, aun cuando no se haya podido establecer una relación clara entre los síntomas y la bradicardia (nivel de evidencia C)
- Prevención de la FA recurrente, bradicardia dependiente (nivel de evidencia C)

Grupo III

- Disfunción sinusal en pacientes asintomáticos, incluyendo aquellos con bradicardia sinusal manifiesta (< 40 lat/min) secundaria a fármacos
- Disfunción sinusal en pacientes con síntomas sugestivos de bradicardia, en los que se ha demostrado que no corresponden a la disminución de la frecuencia cardíaca
- Disfunción sinusal con bradicardia sintomática debida a tratamiento farmacológico prescindible; que persistían sintomáticos posterior a la cirugía cardíaca (generalmente miotomía-miectomía).

Estimulación cardíaca en la hipersensibilidad del seno carotídeo y en los síndromes neuromediados

Grupo I

- Síncope recurrente ocasionado por estimulación del seno carotídeo, con pausas > 3 segundos, en ausencia de cualquier medicación que deprima el nodo sinusal o la conducción AV (nivel de evidencia C)

Grupo II-a

- Síncope recurrente sin causa desencadenante evidente y con respuesta inhibitoria al MSC (nivel de evidencia C)

Grupo II-b

- Paciente con síncope de repetición en el que el test de basculación reproduce bradicardia significativa (nivel de evidencia B)

Grupo III

- Respuesta cardioinhibitoria a la estimulación del seno carotídeo en ausencia de síntomas
- Síncope recurrente, mareo o inestabilidad en ausencia de respuesta cardioinhibitoria
- Síncope vasovagal en el que resultan eficaces las medidas encaminadas a modificar la respuesta anómala

Estimulación cardíaca permanente en los niños y adolescentes

Grupo I

- Bloqueo AV avanzado de segundo o tercer grado acompañado de bradicardia sintomática, IC congestiva o bajo gasto cardíaco (nivel de evidencia C)
- Disfunción del nodo sinusal sintomática (nivel de evidencia B), bloqueo AV postoperatorio avanzado de segundo o tercer grado, que no se prevé que se resuelva o que persiste más de 7 días (nivel de evidencia B, C)
- Bloqueo AV congénito de tercer grado con ritmo de escape con QRS ancho o asociado a disfunción ventricular (nivel de evidencia B)
- Bloqueo AV congénito de tercer grado en el lactante con ritmo ventricular < 50-55 lat/min o asociado a cardiopatía congénita con ritmo ventricular < 70 lat/min (nivel de evidencia B, C)
- TV sostenida, secundaria a pausas, con o sin síndrome de QT prolongado, en el que se ha documentado de forma fehaciente la eficacia de la estimulación cardíaca (nivel de evidencia B)

Grupo II-a

- Síndrome bradicardia-taquicardia que precisa tratamiento con FAA a largo plazo, a excepción de la digital (nivel de evidencia C)
- Bloqueo AV congénito de tercer grado, en un niño de más de 1 año de edad, con ritmo de escape < 50 lat/min o con pausas inesperadas en el ritmo ventricular, superiores al doble o triple del ciclo cardíaco de base (nivel de evidencia B)
- Síndrome de QT prolongado con bloqueo AV de segundo grado 2:1 o de tercer grado (nivel de evidencia B)
- Bradicardia sinusal asintomática en un niño con cardiopatía congénita compleja con FC en reposo < 35 lat/min o con pausas > 3 s en el ritmo ventricular (nivel de evidencia C)

Grupo II-b

- Bloqueo AV postoperatorio de tercer grado, transitorio, que revierte a ritmo sinusal con bloqueo bifascicular residual (nivel de evidencia C)
- AV congénito de tercer grado en el neonato, en la infancia o adolescencia en ausencia de síntomas, con ritmo de escape aceptable, complejo QRS estrecho y función del VI normal (nivel de evidencia B)
- Bradicardia sinusal asintomática en el adolescente con cardiopatía congénita y FC en reposo < 35 lat/min o con pausas > 3 s (nivel de evidencia C)

Grupo III

- Bloqueo AV transitorio en el postoperatorio con recuperación de la conducción normal antes de 7 días (nivel de evidencia B)

- Bloqueo bifascicular postoperatorio asintomático, con o sin bloqueo AV de primer grado (nivel de evidencia C)
- Bloqueo AV de segundo grado tipo I asintomático (nivel de evidencia C)
- Bradicardia sinusal asintomática en el adolescente, con intervalo RR máximo < 3 s y FC mínima > 40 lat/min (nivel de evidencia C)

Indicaciones de marcapasos en la miocardiopatía hipertrófica

Grupo I

- Las indicadas en la clase I para enfermedad del nodo sinusal o bloqueo AV asociado a miocardiopatía hipertrófica

Grupo II-a

- Pacientes con miocardiopatía hipertrófica refractarios al tratamiento médico que tienen un gradiente significativo al tracto de salida del VI en reposo o provocado (nivel de evidencia B, C)

Grupo III

- Pacientes asintomáticos o bien controlados con tratamiento médico
- Pacientes sintomáticos pero sin gradiente al tracto de salida del VI

Indicaciones de marcapasos en miocardiopatía dilatada

Clase I

- Indicaciones de clase I para enfermedad del nodo sinusal o bloqueo AV asociado a miocardiopatía dilatada

Clase II-b

- Pacientes con miocardiopatía dilatada sintomáticos, refractarios al tratamiento médico e intervalo AV prolongado, cuando un estudio agudo hemodinámico haya demostrado un beneficio con la estimulación con marcapasos (nivel de evidencia B, C)

Clase III

- Pacientes asintomáticos con miocardiopatía dilatada
- Pacientes con miocardiopatía dilatada controlados médicamente
- Pacientes sintomáticos con miocardiopatía isquémica, sin otra indicación de estimulación de las ya mencionadas

Indicaciones de estimulación cardíaca tras el trasplante cardíaco

Grupo I

- Bradiarritmias sintomáticas o incompetencia cronotrópica que no es de esperar que se resuelva y las restantes indicaciones de estimulación cardíaca de grupo I (nivel de evidencia C)

Grupo II-a

- Ninguna

Grupo II-b

- Bradiarritmias sintomáticas o incompetencia cronotrópica que, aunque transitorias, pueden persistir meses o el paciente requiere una intervención quirúrgica (nivel de evidencia C)

Grupo III

- Bradiarritmias asintomáticas en el paciente trasplantado.

Bloqueo auriculoventricular adquirido del adulto

Debe basarse en la presencia o no de síntomas o signos importantes relacionados con la bradicardia. La supervivencia mejora con la estimulación cardíaca, en los pacientes con:

- ***Bloqueo AV de tercer grado***, especialmente con historia de síncope.
- ***Bloqueo AV de segundo grado, tipo II***, de localización intra o infrahisiano, (ya que experimentan síntomas con frecuencia y comprometen su pronóstico y evolucionan a tercer grado con frecuencia).

Bloqueos bifascicular y trifascicular crónicos (bloqueo de rama asociado a hemibloqueo y prolongación del intervalo PR)

- Bajo estas denominaciones se engloban las lesiones de los fascículos de conducción, al menos dobles, por debajo del nodo AV. Estos pacientes, cuando experimentan síntomas, tienen un riesgo elevado de bloqueo AV avanzado, que se asocia a una mortalidad alta, en especial de muerte súbita.
- Es recomendable intentar demostrar la relación de los síntomas con la bradicardia o asistolia, descartando, cuando así se sospeche, la posible interacción de una taquiarritmia ventricular grave y actuar en consecuencia.
- Se aconseja que en los pacientes con bloqueo bifascicular, sintomáticos, pero en los que no se ha podido documentar el bloqueo AV avanzado, y cuando se constata en un estudio electrofisiológico un intervalo HV muy prolongado (100 ms), se implante un marcapasos, en especial si se han descartado otras causas de los síntomas. Las indicaciones se resumen en las indicaciones No. 2.

Posinfarto agudo de miocardio

- La necesidad de estimulación cardiaca permanente después de un infarto agudo de miocardio es escasa y está íntimamente relacionada con la aparición de bloqueos de rama agudos y no depende tanto de la aparición de síntomas, como en las indicaciones clásicas.
- La necesidad de haber tenido que recurrir a estimulación temporal no constituye en sí misma indicación de estimulación permanente.
- La mayoría de los trastornos de conducción AV ligados al infarto inferior suelen resolverse de forma espontánea y no requieren estimulación permanente.

Enfermedad del nodo sinusal

- Este síndrome engloba diversas arritmias:
 - ⊕ Bradiarritmias en forma de bradicardia sinusal, paros o pausas sinusales
 - ⊕ Bloqueo sinoauricular
 - ⊕ Incluso taquiarritmias auriculares paroxísticas que influyen negativamente sobre la bradicardia, induciendo pausas prolongadas en el momento de su reversión espontánea o provocada.
- Estos pacientes pueden estar sintomáticos por la bradicardia, por las taquiarritmias o por ambas.
- Deben indicarse registros electrocardiográficos, Holter, monitorización prolongada, registro de eventos o ergometría para la documentación de la arritmia; como último recurso de dispondrá de un estudio electrofisiológico, para evaluar el estado de la conducción AV y como ayuda a la selección del modo de estimulación más adecuado (AAI/R frente a DDD/R). La naturaleza intermitente de estos episodios dificulta aún más el diagnóstico.
- Si se presenta en forma de incompetencia cronotrópica al esfuerzo, los marcapasos que incorporan biodetector con modulación de las frecuencias de estimulación pueden resultar útiles.

Hipersensibilidad del seno carotídeo y síndromes neuromediados

- Se define como el síncope o presíncope que resulta de la inducción de una respuesta refleja alterada o extrema a la estimulación carotídea.
- Sólo estará indicada la estimulación permanente en los casos demostrados de alteraciones crono o dromotrópicas severas, con poco componente vaso depresor y siempre con estimulación fisiológica.
- Ciertos marcapasos actuales incorporan algoritmos o biodetectores especiales que pueden ayudar a mejorar la respuesta alterada.

Indicaciones de marcapasos en condiciones especiales

- ***Miocardiopatía hipertrófica***

- ⊕ La implantación de *marcapasos doble cámara* con intervalo AV corto es capaz de reducir la magnitud del gradiente obstructivo de estos pacientes y mejorar sus síntomas. Para conseguir el mejor resultado hemodinámico es muy importante la selección del intervalo AV óptimo, que suele ser el intervalo más largo que consigue una morfología del QRS activado por completo eléctricamente.
- ⊕ Sin embargo, la disminución del gradiente al tracto de salida del ventrículo izquierdo conseguido con un *marcapasos doble cámara* puede tener efectos adversos sobre el llenado ventricular izquierdo y el gasto cardíaco, aunque en general se constata una disminución del gradiente y una mejora en el grado de capacidad funcional de insuficiencia cardíaca.
- ⊕ La indicación de marcapasos en la miocardiopatía hipertrófica sigue estando discutida. Además, no hay datos que indiquen que la estimulación DDD altere el curso de la enfermedad o mejore el pronóstico.

- ***Miocardiopatía dilatada***

Algunos pacientes con insuficiencia cardíaca refractaria al tratamiento médico parecen beneficiarse de la estimulación eléctrica cardíaca con un sistema *doble cámara* con intervalo AV corto, pero la nueva introducción de estimulación multisitio ha sustituido la elección anterior, al demostrar mejoría de la clase funcional y función cardíaca. (indicaciones No. 8).

- ***Trasplante cardíaco***

La incidencia de bradiarritmias tras el trasplante cardíaco suelen ser pasajeras y revertir a largo plazo (menos de 1 año). Si el paciente muestra una evolución favorable, no se precisa la estimulación cardíaca permanente. Por consiguiente, es recomendable no precipitar la implantación y esperar un tiempo prudencial; se ha sugerido la administración de teofilina para mejorar la disfunción sinusal y sólo en los casos con disfunciones sinusales severas y prolongadas o bloqueo AV persistente se debe recurrir a la estimulación permanente, que debería ser fisiológica. (indicaciones No. 9).

Marcapasos con frecuencia autorregulable

- Algunos marcapasos se pueden programar para que incrementen su frecuencia de estimulación en función de algún parámetro biológico que se modifique en paralelo a las necesidades de un mayor gasto cardíaco. Este sistema, que es capaz de modular su frecuencia de estimulación, se designa con la letra R en la cuarta posición del código de marcapasos (p. ej., VVIR, AAIR, DDDR).
- Entre los biodetectores más utilizados en la práctica clínica, están los que responden a la actividad y los que responden en función de la frecuencia respiratoria. Es un sistema simple, fiable, estable, fácil de programar, usa

un electrodo estándar y tiene una respuesta rápida a períodos breves de ejercicio.

- El gran problema no resuelto de los marcapasos de frecuencia adaptable es cómo programar sus parámetros ante un paciente determinado. La programación adecuada debería ser la que incrementase la frecuencia cardiaca de 10 a 25 lat/min (hasta 90 por min), ante un paseo casual de 2 o 3 min, o que en un paseo rápido o subir escaleras aumentase la frecuencia de 20 a 45 lat/min (hasta 100 a 120 por min).

Marcapasos VDD con electrodo único

- En los pacientes con bloqueo AV de segundo o tercer grado que tienen preservada la función sinusal no es necesaria la estimulación auricular, y la estimulación ventricular atriosincrónica es la ideal.
- Se aconseja que la detección auricular durante el implante sea de 2 mV de media. A los 2 años de seguimiento, 95 % de los pacientes siguen en programación VDD, con una sincronía auriculoventricular superior a 90 % en los pacientes que persisten en ritmo sinusal normal, siempre que se evalúe en el seguimiento la amplitud de las ondas P y se programe la sensibilidad auricular con un margen doble de seguridad, como mínimo.
- La estimulación VDD con electrodo único está **contraindicada** en:
 - ⊕ Enfermedad del nódulo sinusal
 - ⊕ Fibrilación o flúter auricular crónico
 - ⊕ Cardiomegalia significativa (dilatación de aurícula derecha)
 - ⊕ Imposibilidad de detectar potenciales endocavitarios auriculares adecuados durante la implantación

Automatismos en marcapasos

Entre los automatismos existentes podemos destacar los siguientes:

- **Autocaptura**
 - ⊕ Este algoritmo permite medir periódicamente el umbral de estimulación y ajustar la energía de salida del generador a un valor siempre superior al obtenido. Independientemente del *autoumbral* obtenido, en caso de producirse un fallo de captura se origina una salida de alto voltaje que elimina la asistolia.
 - ⊕ El objetivo del dispositivo es asegurar siempre la captura del miocardio por el estímulo y, por otra parte, obtener un menor gasto energético, dando lugar a una mayor longevidad de la batería. Los sistemas de análisis del autoumbral de estimulación, pueden ser latido a latido, de una forma periódica programable, fundamentalmente en la cámara ventricular, con electrodos de baja polarización o con electrodos

convencionales de alta impedancia o clásicos. El sistema se basa en la detección de potenciales evocados tras la despolarización miocárdica.

- **Autodetección**

El objetivo de este algoritmo es ajustar la sensibilidad de la frecuencia programada en cada cámara para evitar problemas tanto de hiper como de infradetección.

- **Cambio de polaridad del electrodo**

Analiza el funcionamiento de un cable bipolar y cambiar su polaridad, en estimulación, a monopolar en caso de detectar deterioro del electrodo externo. Los generadores analizan periódicamente la impedancia del cable en bipolar; cuando detectan modificación significativa de la impedancia (excesiva o reducida), interpretan deterioro del cable y modifican la polaridad a monopolar. Este sistema permite garantizar la estimulación en caso de fallo de la estimulación del filamento externo.

- **Cambio de modo ante arritmias** (automatic mode switch [AMS])

- ⊕ El objetivo del AMS es evitar que el paciente portador de un marcapasos AV secuencial y con taquiarritmias supraventriculares ocasionales, experimente una estimulación rápida a una frecuencia máxima de sincronía AV (*tracking*) durante el tiempo que dure la taquiarritmia auricular y que, por consiguiente los síntomas se atenúen.

- ⊕ En caso de detectar taquiarritmias auriculares: al detectar el ritmo auricular rápido (por encima de una frecuencia seleccionada y programada) los marcapasos modifican su comportamiento, de forma transitoria, a modos de estimulación VDI(R) o DDI(R), con retorno automático a modo VDD(R) o DDD(R) una vez finalizada la taquiarritmia. Es decir, suspenden la sincronía AV durante la taquiarritmia auricular y la recuperan al finalizar ésta.

- **Búsqueda del intervalo AV**

En los marcapasos AV secuenciales este algoritmo mide continuamente el intervalo auriculoventricular y lo capta de forma automática (según la onda **P** sea detectada o estimulada) para mantener la conducción intrínseca. Esto permite evitar la estimulación ventricular innecesaria en pacientes con conducción intrínseca normal, prolonga la vida de la batería del marcapasos y evita cambios hemodinámicos relacionados con la alteración de la secuencia de activación ventricular.

Selección del modo de estimulación

- La estimulación cardiaca puede ser unicameral (en aurícula o ventrículo) o bicameral.

- La **estimulación auricular** obtiene el mejor resultado hemodinámico, ya que permite la conservación del sincronismo AV, pero si existe alteración de la función sinusal con imposibilidad de taquicardia al esfuerzo; su resultado, desde el punto de vista de aumento del gasto cardíaco es muy limitado. La incorporación de un biodetector con posibilidad de modular las frecuencias de estimulación puede ser de ayuda en estos casos.
- En los pacientes con bloqueo AV y función sinusal normal, la estimulación secuencial es el modo que consigue el mayor beneficio hemodinámico.
- Se debe valorar previamente:
 - ⊕ Estado de la función sinusal
 - ⊕ Cronotropismo
 - ⊕ Conducción auriculoventricular
- Se deben tener en cuenta una serie de factores como son:
 - ⊕ Edad
 - ⊕ Estado general
 - ⊕ Existencia de enfermedad asociada (cardíaca o no)
 - ⊕ Tipo trastorno del sistema excitoconducción que condiciona la implantación
 - ⊕ Género de vida del paciente y su capacidad funcional.

Seguimiento del paciente portador de marcapasos

Unidad de marcapasos

La consulta externa deberá de estar dotada de los medios personales y materiales precisos que se han detallado previamente para desarrollar todos los aspectos de la estimulación cardíaca permanente, como son la evaluación diagnóstica del paciente, la indicación y el modo de estimulación, la implantación del marcapasos y el seguimiento de dichos pacientes, tanto a corto (cuidados postimplantación y tratamiento de las complicaciones) como a largo plazo (comprobación del funcionamiento, programación, valoración del tiempo de reemplazo, etc.).

Protocolo de seguimiento

- El seguimiento después del implante se hará a los 3 meses en casos de MP unicamerales y de estimulación ventricular.
- Los bicamerales y los auriculares se harán al mes, siendo después el seguimiento una vez al año.
- Los MP donde se les active la autocaptura se chequearán cada 6 meses por la posibilidad de aumento de umbral.

Al aproximarse la fecha de agotamiento del generador se citarán a los pacientes cada 3 meses.

En cada consulta deben llevarse a cabo los siguientes pasos

- Valoración de la sintomatología del paciente.
- Exploración de la zona de implantación del generador.
- Visualización del ritmo cardíaco en el ECG basal.
- Frecuencia magnética, y valoración del autoumbrales si lo realiza el modelo del marcapasos.
- Inhibición del generador para conocer la frecuencia intrínseca cardíaca (fundamentalmente en fechas próximas al agotamiento).
- Determinación del umbral de estimulación en cada una de las cámaras.
- Determinación del umbral de detección en cada una de las cámaras.
- Investigación de miopotenciales con electrodos monopolares, o en bipolares programados en detección monopolar.
- Investigación de conducción retrógrada (fundamentalmente en la enfermedad del seno).
- Análisis de datos de telemetría (batería, electrodo, histogramas, contadores de eventos, episodios de cambio de modo, histogramas de arritmias acontecidas y de los ECG almacenados, gráficos de umbral de auto-captura o de autodetección, gráficos de medición de onda endocavitaria, etc.).
- Ajuste de salida y de detección de polaridad, intervalos AV, períodos refractarios tras realizar los análisis anteriormente descritos.

Criterios para el recambio del generador

Existen tres procedimientos para conocer los signos de agotamiento de la batería de un generador de impulsos:

- ***Frecuencia espontánea.*** en general los marcapasos disminuyen su frecuencia de estimulación alrededor de 10 % de la frecuencia nominal al inicio del agotamiento (tiempo electivo de recambio [ERI]). No es norma mantenida por todos los fabricantes.

Posteriormente su frecuencia decae más severamente e incluso se asocian defectos en la estimulación y en la detección (agotamiento del generador o fin de vida [EOL]). El inicio de agotamiento (ERI) precede en un mínimo de 3 meses, variable según modelos, al agotamiento (EOL).

- ***Frecuencia magnética.*** al aplicar un imán sobre el generador su frecuencia de estimulación varía entre 80 y 100 lat/min, según el fabricante, durante un mínimo que varía entre 3 y más impulsos o de forma continua. Todos los marcapasos, pierden la función de detección y estimulan de forma asincrónica.

- **Telemetría.** la telemetría bidireccional permite conocer dos parámetros fundamentales en el estado de la batería: el voltaje y la impedancia de la pila. El voltaje de la pila decae progresivamente desde su puesta en funcionamiento (alrededor de 2,7 voltios) hasta su agotamiento (< 2,5 voltios). La impedancia de la batería asciende progresivamente desde su inicio (0,1 quiloohmios) hasta el agotamiento (> 4 quiloohmios). El agotamiento de la batería también aporta otros datos adicionales como son la pérdida de la función del biodesfibrilador (cuando se posee) y la pérdida de la función bicameral (cuando se posee)

Fuentes de interferencias

- Se definen las interferencias electromagnéticas (IEM) como las señales eléctricas de origen no fisiológico que afectan, o pueden afectar, a la función normal de un marcapasos. Las IEM son exógenas al cuerpo humano.
- Se clasifican en tres tipos fundamentales: galvánicas, magnéticas y electromagnéticas.
- Los sistemas de detección unipolar son más susceptibles de interferencias que los bipolares. Los marcapasos bicamerales son más susceptibles de IEM que los monocamerales debido a que poseen electrodos.
- Existen varios tipos de respuesta ante las IEM:
 - ⊕ Inhibición o disparo temporal
 - ⊕ Asincronía temporal (frecuencia fija)
 - ⊕ Fallo permanente en su función
 - ⊕ Reprogramación inapropiada (modos *reset* o vuelta a parámetros nominales u otros)
 - ⊕ Daño miocárdico en la interfase electrodo-endocardio

Normas a seguir ante las IEM diagnósticas o terapéuticas más utilizadas

- **Electrocauterio-bisturí eléctrico**
 - ⊕ **Posibles efectos**
 - Inhibición de uno o varios latidos (es lo más común)
 - Inhibición total
 - Fallo permanente en la función del marcapasos
 - Reprogramación a parámetros de respuesta ante «ruido»
 - Anulación de función en algunos casos con signos de depleción de batería
 - ⊕ **Normas**

- En preoperato determinar si el paciente depende del marcapasos o no
- Si se utiliza un cauterio monopolar se debe ubicar el electrodo de «masa» con suficiente pasta conductora en la extremidad inferior o lo más alejado posible del marcapasos
- Procurar no usar el electrobisturí a una distancia menor de 15 cm de la zona del marcapasos o punta de electrodo, y nunca entre ambos, así como en pacientes sujetos a reemplazo del generador y con signos evidentes de depleción de la batería.
- Utilizar el electrobisturí de forma intermitente y al más bajo nivel de energía.
- Puede programarse el marcapasos en modo VOO.
- **Cardioversión eléctrica (C) y desfibrilación (D)**
 - ⊕ **Posibles efectos**
 - Reprogramación a parámetros nominales
 - Aumento de los umbrales de estimulación
 - Fallo permanente en la función del marcapasos
 - Infradetección temporal
 - ⊕ **Normas**
 - Usar palas en posición antero-posterior y de tipo precordiales con posición perpendicular a la línea entre marcapasos y punta del electrodo ventricular, a una distancia mínima de 10 cm respecto al generador.
 - Nunca aplicar las palas sobre el marcapasos.
 - Usar la energía de C/D más baja posible.
 - Tener disponible el programador adecuado del marcapasos para interrogación posterior (estado de batería, umbrales).
- **Ablación eléctrica**
 - ⊕ **Posibles efectos**
 - Aumento transitorio de los umbrales de estimulación y de sensibilidad.
 - Inhibición o infradetección
 - Ciclos irregulares
 - ⊕ **Normas**

- Análisis del generador antes y después de la ablación (tener disponible el programador específico y/o un imán).
- Durante la emisión de corriente de radiofrecuencia, en ocasiones es preciso colocar el imán sobre el generador, para obtener un modo asíncrono fijo.
- Reprogramación de las funciones alteradas.
- **Radiación terapéutica**
 - ⊕ **Posibles efectos**
 - Desprogramación
 - Anomalías en la detección y en la estimulación
 - Fallo de salida
 - ⊕ **Normas**
 - Evitar la irradiación terapéutica sobre el generador (si no es posible se ubicará el marcapasos en el otro hemitórax).
 - Proteger el generador durante las sesiones de radioterapia. Análisis del generador tras cada una de las sesiones.
- **Resonancia magnética por imagen (RMI)**
 - ⊕ **Posibles efectos**

La RMI, con sus campos magnéticos y de radiofrecuencia, puede afectar el funcionamiento normal de los marcapasos:

 - Como consecuencia del campo magnético se puede producir estimulación asíncrona, ningún efecto, inhibición transitoria del interruptor de láminas.
 - Como consecuencia del campo de radiofrecuencia puede tener lugar estimulación rápida (pudiendo superarse la frecuencia de «desbocamiento»), modo asíncrono, inhibición total, disfunción transitoria del interruptor de láminas, reprogramación a parámetros de «ruido».
 - ⊕ **Normas**
 - La RMI con campos magnéticos potentes debe ser evitada en todos los pacientes con marcapasos.
 - Los médicos/enfermeras/técnicos, portadores de marcapasos, que trabajen en el hospital no deben acercarse a menos de 9 m de la RMI.
- **Litotricia**
 - ⊕ **Posibles efectos**

- El procedimiento genera fuerzas eléctricas y mecánicas
- Los marcapasos unicamerales pueden ser inhibidos temporalmente
- Los marcapasos bicamerales pueden inhibirse, producir disparos por el canal ventricular o inducción de taquiarritmias auriculares
- Los biodetectores de cristal piezoeléctrico pueden dar lugar a estimulación a frecuencia máxima.

⊕ **Normas**

- Programar el marcapasos en modo VVI o VOO
- Colocar el punto focal del litotriptor como mínimo a 15 cm del marcapasos.

• **Diatermia**

⊕ **Posibles efectos**

- Puede afectar al marcapasos y al sitio del implante
- Debido al calor que origina, si se aplica junto al marcapasos puede dañar al circuito de forma permanente (también por la alta frecuencia) y a la carcasa, produciendo quemaduras en la piel adyacente.

⊕ **Normas**

- La onda corta o diatermia está absolutamente contraindicada.

• **Estimulación eléctrica externa transcutánea (TENS)**

⊕ **Posibles efectos**

- No daña al marcapasos
- Puede inhibirse el marcapasos cuando los electrodos del TENS se colocan paralelos al electrodo ventricular del marcapasos.

⊕ **Normas**

- Es una técnica segura siempre que se coloquen los electrodos de forma no paralela al electrodo ventricular del marcapasos. No usar en caso de detección monopolar.

• **Electroshock**

⊕ **Posibles efectos**

- Durante esta técnica sólo una pequeña cantidad de electricidad alcanza al corazón debido a la alta resistencia de los tejidos corporales.
- No se daña el marcapasos

- Se crean miopotenciales capaces de inhibir el marcapasos con detección monopolar.
- ⊕ **Normas**
 - Monitorización del ECG durante la técnica y posteriormente análisis del generador.
- **Tratamiento dental**
 - ⊕ **Posibles efectos**
 - Las técnicas de odontología que pueden interferir con los marcapasos son el fresado y los ultrasonidos. Ninguna de ellas daña al marcapasos.
 - Puede producirse inhibición transitoria (proximidad del instrumento al generador) y aumento de la frecuencia de estimulación en el caso de marcapasos con modulación de frecuencias con biodetector de actividad del tipo de «micrófono de cuarzo piezoeléctrico» (vibraciones del fresado).
 - ⊕ **Normas**
 - Utilización intermitente del procedimiento de fresado o de ultrasonidos.
 - No apoyar los instrumentos sobre el generador
 - Desprogramar la modulación de frecuencias durante las sesiones.
- **Imán sobre marcapasos**
 - ⊕ **Posibles efectos**
 - Inhibición (vaivén)
 - Estimulación
 - Interferencia
 - Modificación de la frecuencia y modificación del voltaje
 - La aplicación o retirada de un imán sobre un marcapasos causa un cambio brusco en el voltaje, pudiendo producir:
 - ✧ Pausas largas sin estímulos
 - ✧ Inhibición mantenida (imán movido en vaivén de un lado a otro del marcapasos)
 - ✧ Inhibición temporal
 - ⊕ **Normas**
 - Excepto por motivos médicos y con personal entrenado, no debe aplicarse un imán sobre un marcapasos.

Normas ante interferencias ambientales, domésticas e industriales

- **Electrodomésticos**

- ⊕ **Posibles efectos**

- Pueden producir interferencia, inhibición o disparo de estímulo si se colocan directamente sobre el marcapasos o haciendo vaivén.
 - Los microondas actuales no interfieren el funcionamiento del marcapasos.

- ⊕ **Normas**

- Todos los electrodomésticos deben hallarse en perfectas condiciones de funcionamiento, libres de cortocircuitos y con conexión a tierra.
 - No colocar los electrodomésticos en «*marcha*» sobre la zona del marcapasos.

- **Dispositivos de control remoto**

Mandos de apertura de puertas de garajes, mandos a distancia de TV y vídeos, controladores a distancia de juguetes: son seguros e inocuos.

- **Motores de combustión**

Son seguros cuando se usan de manera habitual. Es seguro viajar y conducir en un automóvil.

- **Cortacésped y taladradoras**

Las vibraciones pueden activar algunos biodetectores y originar miopotenciales en detección monopolar.

- **Interruptores activados por contacto digital** (televisores, ascensores)

Pueden inhibir el marcapasos de forma transitoria durante el contacto digital, pero sin repercusión clínica.

- **Detectores de metales y armas** (aeropuertos y grandes almacenes)

Pueden originar inhibición transitoria en marcapasos bicamerales de sistema monopolar.

- **Radar**

El radar utilizado por los agentes de Seguridad del Estado no produce IEM.

- **Teléfonos**

- ⊕ **Posibles efectos**

- Los teléfonos conectados a la red (e inalámbricos) no producen IEM.
 - Los teléfonos «*móviles*» pueden producir IEM (excepto en alguna marca comercial) y depende de:

- ✧ Proximidad a la emisora o a la antena repetidora
- ✧ Proximidad del teléfono móvil y su antena al generador de impulsos.

⊕ **Normas**

- Es excepcional la detección de IEM si se toman las siguientes precauciones:
 - Llevar el teléfono en el lado opuesto a la zona del marcapasos
 - No poner el teléfono y mantenerlo a una distancia mínima de 30 cm.
- **Campos magnéticos** (industriales, hornos de inducción, soldadores de arco y resistencia, plantas generadoras de energía eléctrica y subestaciones de centrales eléctricas)

⊕ **Posibles efectos**

Todos ellos tienen el potencial de causar IEM. Se desconoce la distancia mínima a partir de la cual no se detectan IEM.

⊕ **Normas**

Los empleados en estas industrias deben llevar sistemas bipolares de detección y monitorizarse durante el primer día de trabajo tras el implante.

Supervivencia en pacientes portadores de marcapasos

Los diversos modos de estimulación actuales han permitido incrementar la supervivencia, sobre todo en los pacientes con insuficiencia cardiaca asociada a cuadros sincopales. Así, la estimulación VVI ha permitido obtener cifras de supervivencia del 93 % al primer año y de 66 % al quinto año.

Tras el primer año, la supervivencia de personas con marcapasos se acerca a la de la población general.

Los pacientes portadores de IC con implante de marcapasos AAI, precisaron menores dosis de diuréticos, con menor incremento de la dilatación auricular izquierda, en relación con los pacientes estimulados en modo VVI, así como menor tasa de fenómenos tromboembólicos y episodios de fibrilación auricular.

En los pacientes con severo deterioro de la función ventricular y bloqueo AV acompañado de un trastorno avanzado de la conducción intraventricular, se debe indicar la estimulación bicameral (DDD) ya que mejora de manera significativa el rendimiento cardíaco comparado con la unicameral, auricular o ventricular aisladas.

Seguimiento

Dadas las características de la consulta de seguimiento de marcapasos, y del volumen del material necesario, se recomienda destinar un área individualizada, que dispondrá de aislamiento eléctrico.

EVALUACIÓN Y CONTROL

<i>Indicadores de estructura</i>		<i>Plan %</i>	<i>Bueno</i>	<i>Regular</i>	<i>Malo</i>
Recursos humanos	Personal que compone el grupo de trabajo asistencial.	95	95	--	< 80
Recursos materiales	Aseguramiento instrumental y equipos médicos según PA.	95	95	--	< 80
	Disponer de los medicamentos expuestos en el PA.	95	95	--	< 80
	Disponer de los recursos para la aplicación de investigaciones	95	95	--	< 80
Organiza- tivos	Planilla recogida datos del PA	100	100	-	<100
	Base de datos electrónica	100	100	-	<100
<i>Indicadores de procesos</i>		<i>Plan %</i>	<i>Bueno</i>	<i>Regular</i>	<i>Malo</i>
% pacientes remitidos para valorar implante de marcapaso/pacientes con marcapaso		95-100	95-100	90/95	< 90
% pacientes con marcapaso implantado y seguimiento consulta especializada según PA		90-100	90-100	80-90	< 80
<i>Indicadores de resultados</i>		<i>Plan %</i>	<i>Bueno</i>	<i>Regular</i>	<i>Malo</i>
% pacientes con control de su arritmia luego de tratamiento según PA		90-100	90-100	70-90	< 70
% pacientes con nueva colocación del marcapaso atribuible a fallas técnicas o del equipo		< 5	< 5	5-9	>10
% pacientes con complicaciones derivadas del Implante del marcapaso		< 5	< 5	5-10	>10
% pacientes fallecidos debido directamente a Al implante del marcapasos		< 1	< 1	1-2	>3

Información a pacientes y familiares

- Se le brindará por parte del médico una panorámica general del proceder a que se deberá someter, los riesgos del mismo así como el beneficio para el tratamiento de su trastorno del ritmo.
- Se llenará un documento denominado **consentimiento informado** (ver Anexo 5) donde se exponen las características y riesgos del proceder. El paciente o familiar cercano deberá firmar este documento si está de acuerdo con lo expuesto en el mismo.
- Se mantendrá un seguimiento de los casos en consulta externa especializada.

Bibliografía

1. Hayes DL, Naccarelli GV, Furman S Parsonnet V. Report of the NASPE policy conference on training requirements for permanent pacemaker selection,

- implantation and follow-up North American Society of Pacing and Electrophysiology. *PACE* 1994; 176: 6-12.
2. Gregoratus G, Cheitlin MD, Conill A, Epstein AE, Fellows C, Ferguson TB Jr et al. ACC/AHA guidelines for implantation of cardiac pacemakers and antiarrhythmia devices: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines (Committee on Pacemaker Implantation). *J Am Coll Cardiol* 1998; 31: 1175-1209.
 3. Donmoyer TL, DeSanctis RW, Austen WG. Experience with implantable pacemakers using myocardial electrodes in the management of heart block. *Ann Thorac Surg* 1967; 3: 218-227.
 4. Connolly SJ, Kerr C, Gent M, Yusuf S. Dual-chamber versus ventricular pacing: critical appraisal of current data. *Circulation* 1996; 94: 578-583.
 5. De Juan J, Cay E, Madrid A, San Pedro A, Gomollón JP, Lapuente P et al. Las interferencias electromagnéticas en los pacientes portadores de marcapasos. *Revista Aragonesa de Cardiología* 1995; 1: 17-23.
 6. Rosenqvist M, Brant J, Schuller H. Long-term pacing in sinus node disease: effects of stimulation mode on cardiovascular morbidity and mortality. *Am Heart J* 1988; 116: 16-22.
 7. Lau CP, Leung SK, Lee IS. Comparative evaluation of acute and longterm clinical performance of two single lead atrial synchronous ventricular (VDD) pacemakers: diagonally arranged bipolar versus closely spaced bipolar ring electrodes. *PACE* 1996; 19: 1574-1581.
 8. Connolly SJ, Sheldon RS, Gent M, Roberts RS, VPS Investigators. A randomized trial of cardiac pacing for recurrent fainting: the Vasovagal Pacemaker Study(VPS). Presented at the North American Society of Pacing and Electrophysiology 18th Annual Scientific Session; en Nueva Orleans, mayo de 1997.
 9. Santini M, Alexidou G, Ansalone G, Cacciatore G, Cini R, Turitto G, Relation of prognosis in sick sinus syndrome to age, conduction defects and modes of permanent cardiac pacing. *Am J Cardiol* 1990; 65: 729-735.
 10. Rosenqvist M, Brandt J, Schuller H. Long-term pacing in sinus node disease: effects of stimulation mode on cardiovascular morbidity and mortality. *Am Heart J* 1988; 116: 16-22.