

Expone de manera sencilla, lo que es un marcapasos. Le permite al médico general y al estudiante de pregrado conocer de una forma rápida, sus funciones y todas aquellas patologías que lo requieran. Se trata básicamente de una orientación ya que en la actualidad los marcapasos y los desfibriladores implantables son frecuentes en la práctica médica y el primer médico consultado por lo general no es el Cardiólogo, sino el médico general. Guía al lector para que conozca de una forma sencilla los objetivos de estos aparatos. Se hizo una recopilación de información y una descripción de los datos relevantes del marcapasos.



Jorge Reynolds • Rodolfo Vega Ll.

MARCAPASOS CARDIACO

Jorge Reynolds • Rodolfo Vega Ll.

# MARCAPASOS *Cardiaco*

El **Dr. Jorge Reynolds Pombo** realizó sus estudios en Bogotá. Se graduó de ingeniero electrónico en Trinity College, Cambridge, Inglaterra.

Ha publicado 248 artículos en libros, revistas científicas nacionales e internacionales. Doctorados Honoris Causa en Ciencias de la Salud de la Fundación Universitaria San Martín, Universidad Simón Bolívar, Barranquilla; en la Fundación Universitaria del Área Andina, y en Bioingeniería de la Universidad Manuela Beltrán.

Numerosas investigaciones están relacionadas con electrofisiología cardíaca en el hombre y comparativa con los animales.

El **Dr. Rodolfo Vega Llamas**, realizó sus estudios de Medicina General en la Universidad Javeriana, postgrado en Medicina Interna y Cardiología en la Universidad del Rosario. Hizo estudios no invasivos en el Monte Sinaí de Miami, Estados Unidos. Ha publicado siete libros de Medicina y artículos en revistas de Medicina. Actualmente es investigador de la Universidad Simón Bolívar y Director Científico de Telemedicina de Colombia.

# MARCAPASOS *Cardiaco*

*Jorge Reynolds • Rodolfo Vega Ll.*

EDICIONES  
UNIVERSIDAD  
SIMÓN BOLÍVAR



RECONOCIDO POR  
COLCIENCIAS  
2014 - 2017



# MARCAPASOS *Cardiaco*

*Jorge Reynolds • Rodolfo Vega Ll.*

EDICIONES  
UNIVERSIDAD  
SIMÓN BOLÍVAR



RECONOCIDO POR  
COLCIENCIAS  
2014 - 2017



PRESIDENTA SALA GENERAL  
ANA BOLÍVAR DE CONSUEGRA

RECTOR FUNDADOR  
JOSÉ CONSUEGRA HIGGINS (q.e.p.d.)

RECTOR EJECUTIVO  
JOSÉ CONSUEGRA BOLÍVAR

DIRECTORA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
MARÍA DE LOS ÁNGELES PÉREZ HERNÁNDEZ

DEPARTAMENTO DE PUBLICACIONES  
WILMAR FERNANDO PINEDA ALHUCEMA  
CARLOS MIRANDA MEDINA

## MARCAPASOS CARDIACO

*MD Jorge Reynolds*©

*MD Rodolfo Vega*©

ISBN: 978-958-8715-86-5

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en sistema recuperable o transmitida en ninguna forma por medios electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros, sin la previa autorización por escrito de Ediciones Universidad Simón Bolívar y de los autores. Los conceptos expresados de este documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente corresponden con los de la Universidad Simón Bolívar y da cumplimiento al Depósito Legal según lo establecido en la Ley 44 de 1993, los Decretos 460 del 16 de marzo de 1995, el 2150 de 1995, el 358 de 2000 y la Ley 1379 de 2010.

**Ediciones**  
**Universidad Simón Bolívar**©  
Carrera 54 No. 59-102  
<http://publicaciones.unisimonbolivar.edu.co/edicionesUSB/>  
[dptopublicaciones@unisimonbolivar.edu.co](mailto:dptopublicaciones@unisimonbolivar.edu.co)  
Barranquilla - Cúcuta

**Impresión:**  
Editorial Mejoras  
Calle 58 No. 70-30  
[info@editorialmejoras.co](mailto:info@editorialmejoras.co)  
[editorial\\_mejoras@yahoo.com](mailto:editorial_mejoras@yahoo.com)  
[www.editorialmejoras.co](http://www.editorialmejoras.co)

**A este libro se le aplicó**  
**Patente de Invención No. 29069**

Abril 2015  
Barranquilla

*Printed and made in Colombia*

Reynolds, Jorge.

Marcapasos cardiaco/Jorge Reynolds, Rodolfo Vega Llamas. -- Barranquilla: Universidad Simón Bolívar, 2015.

101 p.; 17 x 24 cm.  
ISBN: 978-958-8715-86-5

1. Marcapasos artificial 2. Electrocardiografía 3. Corazón -- Enfermedades -- Diagnóstico 4. Insuficiencia cardiaca 5. Enfermedades cardiacas -- Diagnóstico 6. Electrodiagnóstico I. Vega Llamas, Rodolfo. II. Tit.

616.1207547 R462 2015 cd 21 ed.

Universidad Simón Bolívar-Sistema de Bibliotecas

## Tabla de Contenido

<b>RESUMEN</b> .....	13
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	19
<b>CAPÍTULO 1. GENERALIDADES</b> .....	21
1.1. DEFINICIÓN.....	23
1.2. HISTORIA.....	23
1.3. GENERALIDADES FUNCIONALES .....	26
<b>CAPÍTULO 2. TIPOS DE MARCAPASOS</b> .....	29
2.1. ESTIMULACIÓN TRANSITORIA .....	31
2.1.1. TRANSCUTÁNEA.....	31
2.1.2. TRANSESOFÁGICA.....	32
2.2. ESTIMULACIÓN EPICÁRDICA TRANSITORIA .....	33
2.3. ESTIMULACIÓN DEFINITIVA EPICÁRDICA O ENDOCAVITARIA...	34
<b>CAPÍTULO 3. MODO DE ESTIMULACIÓN CARDIACA</b> .....	37
3.1. ELECTRODOS UNIPOLARES, BIPOLARES Y ADHESIVOS TRANSCUTÁNEOS .....	39
3.2. MODOS DE ESTIMULACIÓN.....	42
3.2.1. SINCRÓNICO.....	44
3.2.1.1. ESTIMULACIÓN MONOCAMERAL.....	44
3.2.1.1.1. AAI .....	44
3.2.1.1.2. VVI.....	44
3.2.1.2. ESTIMULACIÓN BICAMERAL.....	45

## MARCAPASOS CARDIACO

3.2.1.2.1. VDD.....	45
3.2.1.2.2. DDD.....	45
3.2.2. ASINCRÓNICO.....	46
3.2.2.1. V00.....	46
3.2.2.2. A00.....	47
<b>CAPÍTULO 4. INDICACIONES PARA USO DE MARCAPASOS.....</b>	<b>49</b>
4.1. MARCAPASOS EN ARRITMIAS.....	52
4.1.1. ENFERMEDAD DEL NODO SINUSAL.....	52
4.1.2. ALTERACIÓN DE CONDUCCIÓN AURICULOVENTRICULAR E INTRAVENTRICULAR.....	55
4.1.2.1. EL BLOQUEO AURICULOVENTRICULAR.....	55
4.1.2.2. BLOQUEO BIFASCICULAR O TRIFASCICULAR CRÓNICO.....	58
4.2. MARCAPASOS EN INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO.....	60
4.3. MARCAPASOS EN EL SÍNCOPE REFLEJO.....	61
4.3.1. SÍNDROME DEL SENO CAROTÍDEO.....	61
4.3.2. SÍNCOPE VASOVAGAL.....	62
4.4. MARCAPASOS EN CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS.....	63
4.4.1. DISFUNCIÓN DEL NODO SINUSAL.....	63
4.4.2. SÍNDROME BRADICARDIA/TAQUICARDIA.....	63
4.4.3. BLOQUEO AV CONGÉNITO.....	64
4.4.4. SÍNDROME DEL QT LARGO.....	64
4.5. MARCAPASOS EN TRASPLANTE CARDIACO.....	65
4.6. MARCAPASOS EN PATOLOGÍAS ESPECÍFICAS.....	66
4.6.1. MIOCARDIOPATÍA HIPERTRÓFICA.....	66
4.6.2. APNEA DEL SUEÑO.....	67
<b>CAPÍTULO 5. COMPLICACIONES SECUNDARIAS AL MARCAPASOS.....</b>	<b>69</b>
<b>CAPÍTULO 6. EVALUACIÓN DEL MARCAPASOS.....</b>	<b>73</b>
6.1. MARCAPASOS EN MAL FUNCIONAMIENTO.....	75

6.1.1. DESPLAZAMIENTO O RUPTURA DE LOS ELECTRODOS DEBIDO A TRAUMA .....	75
6.1.2. AFECTADOS POR CAMPOS MAGNÉTICOS .....	76
6.1.3. DEFECTOS EN EL MARCAPASOS .....	76
6.1.4. CARDIOVERSIÓN ELÉCTRICA Y DESFIBRILACIÓN .....	78
6.1.5. ABLACIÓN ELÉCTRICA.....	78
6.1.6. TRATAMIENTOS DENTALES .....	78
6.1.7. TELÉFONOS .....	79
6.1.8. LITOTRICIA.....	79
6.2. PRESENTACIÓN CLÍNICA.....	79
6.2.1. DIAGNÓSTICO.....	79
6.2.2. TRATAMIENTO .....	80
6.3. SÍNDROME DEL MARCAPASOS .....	81
6.3.1. PRESENTACIÓN CLÍNICA .....	81
6.3.2. DIAGNÓSTICO.....	82
6.3.3. TRATAMIENTO .....	82
6.4. MARCAPASOS AURICULAR ERRANTE .....	83
6.4.1. PRESENTACIÓN CLÍNICA .....	84
6.4.2. DIAGNÓSTICO.....	85
6.4.3. TRATAMIENTO .....	86
<b>CAPÍTULO 7. TRATAMIENTO DE RESINCRONIZACIÓN .....</b>	<b>87</b>
<b>CAPÍTULO 8. OTROS CONCEPTOS.....</b>	<b>91</b>
8.1. ESTIMULACIÓN CON FRECUENCIA FIJA .....	93
8.2. SOBREDETECCIÓN .....	93
8.3. GENERADOR DEL IMPULSO.....	94
8.4. DESFIBRILADOR IMPLANTABLE DEL MARCAPASOS.....	95
8.5. UMBRAL DE ESTIMULACIÓN .....	95
8.6. UMBRAL DE DETECCIÓN: SENSADO.....	95
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>97</b>



## **Dedicatoria**

Al profesor y amigo Jorge Reynolds Pombo, incansable investigador quien supo combinar de una manera casi perfecta la ingeniería y la medicina, con una visión optimista y positiva de la vida y me anima para intentar ser una persona mejor, y a encontrarle el sentido más importante a la investigación.



## **Agradecimientos**

Al doctor José Consuegra Bolívar, rector de la Universidad Simón Bolívar, y demás funcionarios quienes siempre nos han apoyado en nuestras investigaciones y la publicación de libros, como este, destinados a ofrecer a los interesados una fuente de consulta.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional, gracias.

Los autores



## **Resumen**

### **MARCAPASOS, FUNDACIÓN SHAI0**

En 1958, a su regreso de los Estados Unidos, luego de ver los experimentos y equipos con los que se investigaba la estimulación cardiaca, desde el punto de vista de electrodos y marcapasos externos, y observar varios ensayos en perros, se vinculó a la Fundación Shaio de Bogotá, con la idea de comenzar a trabajar en estimulación cardiaca artificial.

En ese tiempo la Fundación Shaio iniciaba experimentalmente la cirugía de corazón abierto en perros. Al finalizar estas cirugías, el Dr. Reynolds con el Dr. José Antonio Rubio intentaban diferentes tipos de estimulación con circuitos eléctricos improvisados hasta lograr sistemas considerados como estables, con resultados discretamente satisfactorios.

Fue así como empezó en forma rudimentaria y con técnicas poco depuradas a realizar cirugías en perros, convirtiéndose en “ingeniero-cirujano” con práctica pero sin ninguna disciplina, colocando electrodos para estimular eléctricamente el corazón. Siguió experimentando, consiguiendo finalmente relevos en ampollas de vidrio al vacío y un temporizador con el que se podría obtener pulsaciones que oscilaban entre 55 y 80 c.p.m. (contracciones por minuto), que daban buenos resultados. Con un multivibrador, un transformador para aumentar el voltaje y pudiendo alimentar las válvulas y el sistema de temporización con una batería de 12 voltios que duraba 24 horas, quedó conformado el primer marcapasos artificial. En efecto, luego de probarlo en varios perros, se pudo observar una estimulación cardiaca eficaz con un marcapasos que pesaba más de 45 kilogramos.

## MARCAPASOS CARDIACO

En diciembre de 1958, llegó a la Fundación Shaio un sacerdote ecuatoriano con el diagnóstico de bloqueo AV completo y crisis de frecuentes episodios de Stokes Adams de los que se reponía con masaje cardiaco externo. El doctor Reynolds no estaba de acuerdo en implantar este marcapasos, ya que había experimentado en perros pero no en humanos, pero debido a la gravedad y siendo este el único sistema que permitía salvar la vida del enfermo, se acordó la implantación del primer marcapasos cardiaco externo con electrodos epicárdicos. La esterilización de los electrodos se efectuó con rayos Gamma, gracias a la colaboración del Instituto Nacional de Cancerología, que era la única entidad que contaba con este método de esterilización.

Se llevó a cabo la cirugía con éxito. Del marcapasos salía un cable de 5 metros de largo, el cual iba conectado a los electrodos que salían del tórax del paciente. Efectivamente, había una respuesta adecuada a la frecuencia del marcapasos; después de algunas horas el paciente conservaba la frecuencia cardiaca correcta, pero se producían de 70 a 80 contracciones diafragmáticas. Hubo necesidad de reintervirlo y se encontró que el electrodo tenía un defecto en el recubrimiento aislante de su parte superior; una vez corregida la falla, el marcapasos siguió funcionando eficazmente.

Con la llegada de los transistores y los elementos que mejoraron considerablemente la elaboración de los electrodos y con la comercialización de las baterías de 9 voltios, que salían al mercado con una duración de aproximadamente 15 días, pudo construir marcapasos del tamaño de una cajetilla de cigarrillos, reduciendo enormemente el peso.

## **MARCAPASOS ICPE**

### **Instituto Colombiano de Productos Electrofisiológicos**

Como la Fundación Shaio no era una entidad comercial, se resolvió acabar la producción de marcapasos. Por esta razón se fundó la Industria Colombiana de Productos Electrofisiológicos, ICPE, cuyo propósito básico era seguir la producción de marcapasos, electrodos y accesorios.

Básicamente se comenzó con los mismos circuitos que se habían desarrollado en el Departamento de Ingeniería Electrónica de la Fundación Shaio. Rápidamente se rediseñó el circuito electrónico para miniaturizar su tamaño, aunque siempre se siguieron utilizando componentes electrónicos discretos. Con esta innovación la reducción del marcapasos fue de un 50 %; existía sin embargo, la limitante de la batería de 9 voltios.

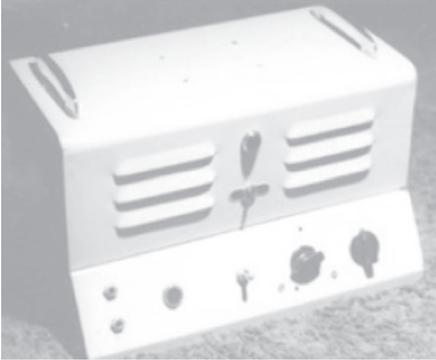
Se comenzó con la construcción de un marcapasos totalmente implantable con baterías de mercurio, circuito de componentes discretos, recubrimiento con resina atóxica y finalmente con una capa de caucho siliconizado. De estos estimuladores se fabricaron 16 unidades, las que fueron implantadas en su totalidad. Estos marcapasos tuvieron una duración de 20 a 26 meses.

Se siguió investigando y construyendo otros tipos de marcapasos, como los de demanda, de los que se fabricaron tres unidades. Estas investigaciones demostraron la necesidad de trabajar con circuitos difíciles de ensamblar por la gran inversión económica que representaba en elementos de laboratorio y la larga experimentación en animales que era imposible realizar. La tecnología extranjera avanzaba a pasos acelerados, con cambios rápidos en la estructura, reducción del tamaño y confiabilidad en los nuevos y complejos circuitos electrónicos, innovación de materiales de recubrimiento y desarrollo de la ingeniería de electrodos, razón por la cual se terminó la manufacturación de marcapasos en nuestro medio.



*Primer MP y colección JRP*

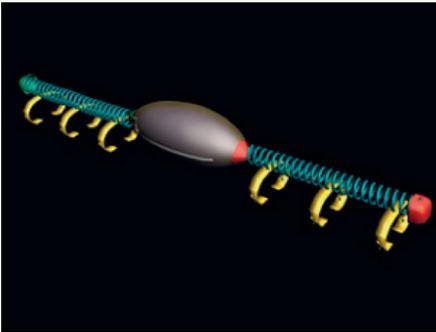
MARCAPASOS CARDIACO



*Segundo MP*



*MP Externo*



*Nano MP*



*Jorge Reynolds, con un Nano MP*



*Jorge Reynolds en el Laboratorio Shaio*

## **NANOPUENTE AV**

**Julio 11 de 2012**

Después de 50 años de estar activamente en el medio de la cardiología en desarrollo de herramientas y equipos médicos y con la reciente incorporación de la Nanotecnología, surge la idea de la creación de un sistema de mayor confiabilidad, rendimiento y miniaturización física, el cual corresponde a lo que hemos denominado un “puente aurículoventricular” artificial cardiaco.

En el año 2000, con ideas del Dr. Jorge León Galindo, cardiólogo colombiano, se llegó a la conclusión de que estas posibilidades darían el diseño y construcción de un nuevo sistema de tratamiento de los bloqueos AV completos.

De esta forma, Jorge Reynolds comenzó a desarrollar la posibilidad de constituir un grupo de trabajo interdisciplinario y crear la idea y la filosofía de este nuevo sistema del cual también se desprende una serie de nuevos desarrollos tecnológicos dentro de la cardiología humana como:

- a) Nuevas fuentes de poder: sustituyendo las tradicionales baterías.
- b) La creación de circuitos electrónicos con la nueva Nanotecnología y la Nanolitografía.
- c) Incorporación de sistemas de comunicación pasiva para la visualización electrocardiográfica del funcionamiento eléctrico de la aurícula, el ventrículo y parámetros como el ancho de pulso, voltaje, corriente, frecuencia cardiaca, sensibilidad del electrodo auricular, y funcionamiento de la fuente de poder, creándose también, un enlace por medio de Internet y el sistema de transmisión RF pasiva, y con el uso de la telefonía móvil existente, dando la posibilidad que en cualquier sitio del mundo, el médico pueda obtener visualmente los parámetros de funcionamiento, y en un sistema de doble vía, poder interactuar con el teclado numérico, los cambios de parámetros necesarios del puente AV.

Es importante anotar que los desarrollos tecnológicos con la incorporación

## MARCAPASOS CARDIACO

de la nanotecnología a nivel de corazón, hasta la fecha, en el mundo no existe ninguna propuesta para su uso como proyecto en evolución. Existen ideas, pero nada concreto. Este es el primer proyecto en el que efectivamente ya se está avanzando.

## **Introducción**

El marcapasos es actualmente la prótesis más utilizada en el mundo, por lo cual es importante que la comunidad médica conozca sus características y diferentes usos en este momento; además ha sido uno de los dispositivos más accesibles a la comunidad mejorando la calidad de vida de los pacientes.

En 1932 el médico Albert Hyman describió un aparato que generaba impulsos eléctricos al músculo miocárdico, considerándose así el padre del marcapasos, y a través del tiempo ha sido modificado y mejorado por múltiples médicos y electrofisiólogos. Está compuesto de una batería, un generador de impulsos y electrodos conductores que están ubicados en las cámaras o en la cámara del corazón que sea necesario, siendo estos los encargados de generar el impulso y así mantener un ritmo estable.

La primera patología en que se implantó un marcapasos fue el bloqueo aurículo-ventricular y actualmente es el motivo por el que más se usa, aunque también se ha utilizado en múltiples patologías como arritmias, bloqueos causados por infarto agudo de miocardio, entre otras.

Los pacientes que tienen marcapasos necesitan una serie de recomendaciones que deben ser dadas por el médico, por lo cual es importante conocer por parte de la comunidad médica qué puede interferir con su adecuado funcionamiento: la resonancia magnética, los teléfonos, los procesos dentales, los defectos del marcapasos y los traumas y ocasionar daño de alguna de sus partes.



# **Capítulo 1**

## **Generalidades**

1.1. DEFINICIÓN

1.2. HISTORIA

1.3. GENERALIDADES FUNCIONALES



## 1.1. DEFINICIÓN

El Diccionario de la Real Academia dice que viene de la palabra inglesa *pace-maker*, y define el marcapasos o marcapasos como un pequeño aparato electrónico que excita rítmicamente al corazón incapaz de contraerse por sí mismo (ver Figura 1).

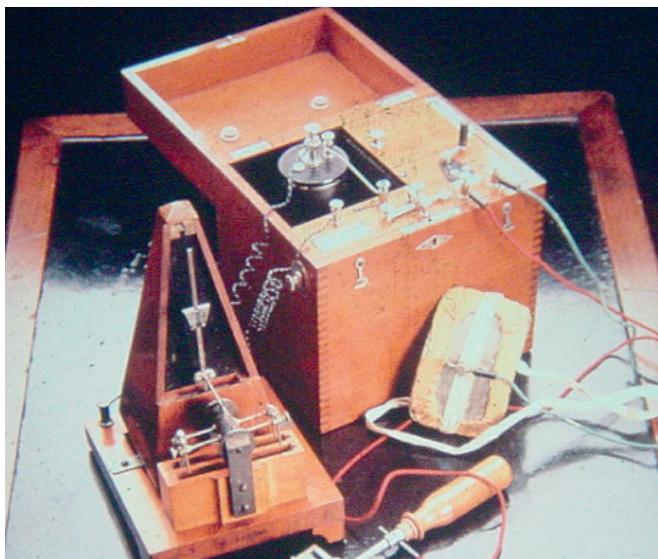


*Figura 1. Modelo de marcapasos*  
Implantes físicos pueden ser hackeados. Günther Ketterer

## 1.2. HISTORIA

El marcapasos tiene una larga historia. La evolución que se ha producido desde la estimulación eléctrica exterior del corazón hasta el tratamiento con

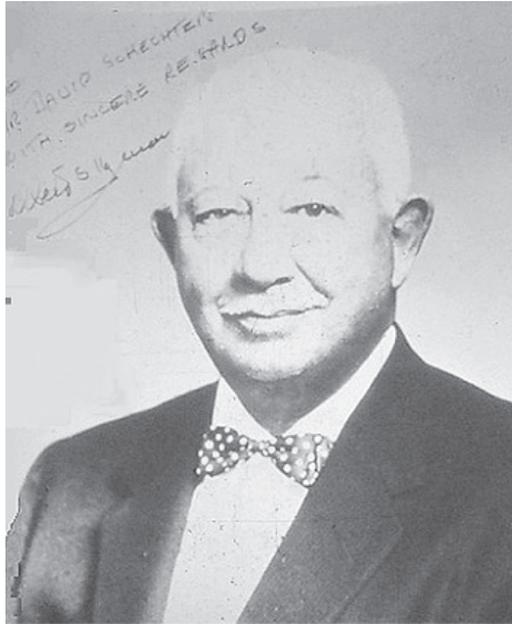
marcapasos, pasando por el desfibrilador, se remonta al siglo XVIII. Entre los escritos de la Royal Human Society del año de su fundación, 1774, se encuentran informes sobre la reanimación de un niño de tres años mediante la administración de impulsos eléctricos en el tórax (ver Figura 2).



*Figura 2. Generador de pulsos.*

Estimulación cardíaca: unos pasos en la historia. Dr. Abraham Galicia Reyes

En 1932, el médico neoyorquino Hyman (ver Figura 3), describió un aparato que provocaba la estimulación eléctrica del corazón mediante impulsos eléctricos periódicos. Este dispositivo consistía en un generador de corriente continua conectado a un interruptor. Gracias a la introducción de un electrodo de aguja, el aparato estimulaba el latido del corazón a través del tórax. El marcapasos pesaba 7,2 kg y había que cargarlo cada seis minutos. En 1958 los médicos Elmquist y Senning implantaron por primera vez un sistema de marcapasos íntegramente en el cuerpo de un paciente. Para ello, abrieron el tórax y cosieron los electrodos al músculo cardíaco. La vida práctica del aparato después de la operación fue de tan solo 24 horas. No obstante, el paciente falleció en enero de 2002 a la edad de 86 años. Hasta su muerte le implantaron un total de 22 marcapasos distintos.



*Figura 3. Dr. Albert Hyman (1932)*

Estimulación cardíaca: unos pasos en la historia. Dr. Abraham Galicia Reyes



*Figura 4. De izquierda a derecha Ake Senning, Rune Elmquist y Ame Lanson. Presente y futuro de los marcapasos tricamerales. Actuación de enfermería. Raquel Marín Pérez*

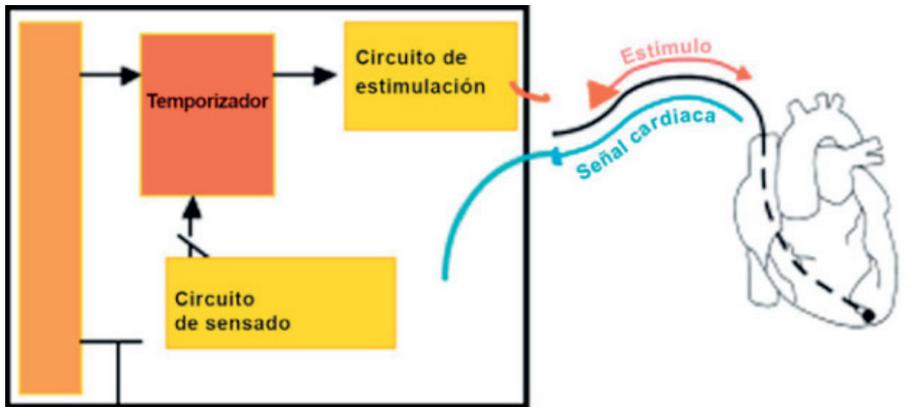
Desde entonces se han dado pasos importantes en la tecnología de los marcapasos que se hacen patentes, sobre todo, en la electrónica, la duración, los tipos de batería, los electrodos de estimulación y la posibilidad de ser programados. De esta manera, se intentó ante todo integrar el aparato en las funciones cardiovasculares naturales. Ya en 1965 se desarrollaron marcapasos que solo estimulaban el músculo cardiaco cuando era necesario. Tras la implantación adicional de sensores de movimiento y temperatura a finales de los años 80, en 1992 apareció por fin el primer marcapasos para la circulación cardiaca, integrado completamente en la regulación natural del sistema cardiovascular gracias al *Closed Loop Stimulation*. En 1995 se produjo un nuevo avance al utilizarse la estimulación de dos cámaras mediante un electrodo y finalmente, en 1999, se usa por primera vez la estimulación de tres cámaras. Actualmente se han realizado otros avances en las pruebas clínicas y la asistencia posterior se simplificará a largo plazo; además, las funciones del marcapasos seguirán mejorándose.

### **1.3. GENERALIDADES FUNCIONALES**

Un marcapasos es un dispositivo compuesto por un generador, capaz de producir estímulos, y unos electrodos conductores, que transmiten estos estímulos al corazón. Además, determinados marcapasos tienen la posibilidad de detectar y analizar la actividad eléctrica propia del corazón y de actuar en función de esa detección (ver Figura 5).

Generalmente, los marcapasos se implantan bajo el músculo pectoral en una intervención que dura aproximadamente unos 20 minutos en la que se utiliza anestesia local.

Cuando el corazón late, el músculo cardiaco genera una contracción. Normalmente, este mecanismo es causado por la estimulación eléctrica repetitiva, regular e individual de las células musculares. El responsable de esto es el sistema de conducción del corazón que desencadena el impulso eléctrico. Cuando este sistema está intacto, el impulso eléctrico llega a las células musculares cardiacas de los ventrículos.



*Figura 5. Mecanismo de funcionamiento de un marcapasos.*  
Nociones básicas sobre marcapasos y desfibriladores automáticos implantables.  
Inmaculada Sánchez Pérez, Antonio Hernández Madrid

Las anomalías de la propagación del estímulo se subdividen en los trastornos de la formación del estímulo y la capacidad de conducción. Cuando se produce un conjunto de trastornos de la formación del estímulo o la capacidad de conducción, es necesario el tratamiento con un marcapasos temporal o permanente. La implantación de un marcapasos es hoy en día una intervención rutinaria y numerosas personas, sobre todo, personas mayores, viven gracias a este aparato. La batería del marcapasos dura de 6 a 14 años, transcurrido ese periodo hay que cambiarla.

El marcapasos se utiliza para garantizar un latido normal y regular y elevar la calidad de vida.

Algunas personas necesitan un marcapasos de forma permanente, en otros casos, solo durante un determinado periodo de tiempo. Entonces, su uso se convierte en algo pasajero. Normalmente, el tratamiento con marcapasos se debe llevar a cabo tan pronto como sea necesario y durante el menor tiempo posible.



## **Capítulo 2**

### **Tipos de Marcapasos**

2.1. ESTIMULACIÓN TRANSITORIA

2.1.1. TRANSCUTÁNEA

2.1.2. TRANSESOFÁGICA

2.2. ESTIMULACIÓN EPICÁRDICA TRANSITORIA

2.3. ESTIMULACIÓN DEFINITIVA EPICÁRDICA O ENDOCAVITARIA

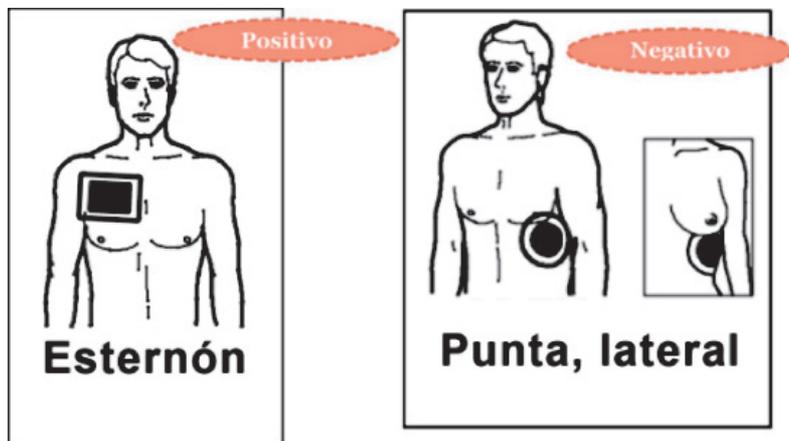


Existen diferentes características por las cuales se clasifican los marcapasos:

## 2.1. ESTIMULACIÓN TRANSITORIA

### 2.1.1. TRANSCUTÁNEA

Corresponde a una modalidad transitoria de estimulación eléctrica cardíaca no invasiva, donde los electrodos son adhesivos y tienen la posibilidad de servir para estimular o desfibrilar en caso de ser necesario. Consta de dos parches: uno positivo, que se debe ubicar en la región subclavicular derecha o en la espalda (en niños más pequeños), y otro negativo, que se debe poner en la región del ápex cardíaco (Ver Figura 6). Estimula casi siempre el ventrículo derecho (VD).



*Figura 6. Estimulación transcutánea*

Nociones básicas sobre marcapasos y desfibriladores automáticos implantables.  
Inmaculada Sánchez Pérez, Antonio Hernández Madrid

Su gran ventaja es la rapidez y facilidad de colocación, por lo que es recomendable en situaciones de emergencia si no se dispone de adiestramiento en la canalización de las vías, y su inconveniente es que necesita salidas de hasta 40-80 mV. Con frecuencia produce estimulación muscular, es doloroso e incómodo para el paciente, por lo que requiere analgesia y sedación, limitando el tiempo recomendable para este tipo de estimulación.

### 2.1.2. TRANSESOFÁGICA

Consiste en la estimulación cardíaca a través de un electrodo introducido por la boca o la nariz del paciente hasta la región esofágica más próxima a la aurícula derecha; se considera relativamente no invasiva. La estimulación del VD desde la cámara gástrica es mucho más difícil e inconstante. La longitud del electrodo que debe ser introducido se calcula como la talla en cm/5 aproximadamente (ver Figura 7).

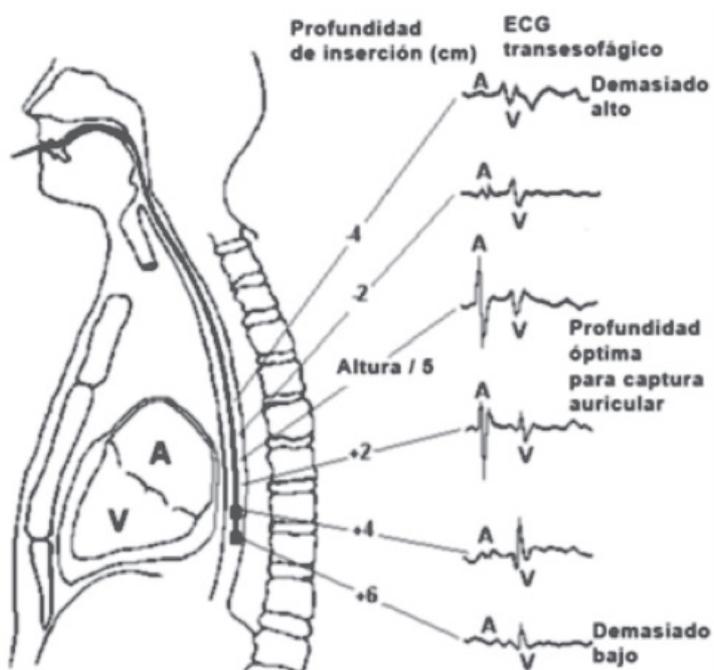


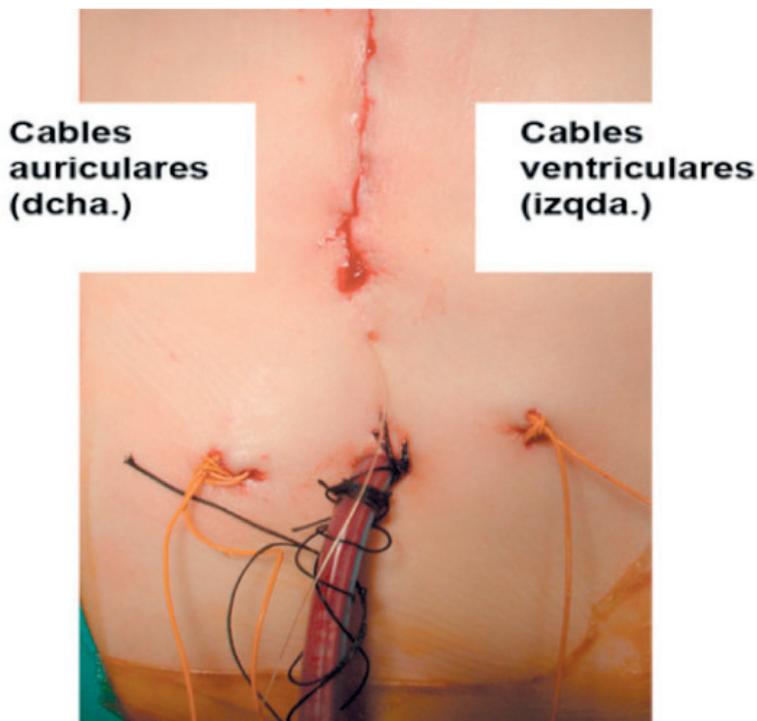
Figura 7. Estimulación transesofágica.

Nociones básicas sobre marcapasos y desfibriladores automáticos implantables.  
 Inmaculada Sánchez Pérez, Antonio Hernández Madrid

Esta técnica es útil en el diagnóstico de arritmias cardiacas no distinguibles adecuadamente por electrocardiograma de superficie y para el tratamiento de bradiarritmias por disfunción sinusal y taquiarritmias mediante sobreestimulación, lo que la hace útil en el tratamiento de arritmias postoperatorias. Su inconveniente es que necesita salidas de estimulación altas ( $> 20$  mV) y es, al igual que la anterior, una técnica transitoria.

## 2.2. ESTIMULACIÓN EPICÁRDICA TRANSITORIA

Puede ser considerado un tipo de marcapaso transitorio no transvenoso; se utiliza generalmente en el postoperatorio de una cirugía cardiaca durante los 7-10 días posteriores. El cirujano implanta dos electrodos, que generalmente, son delgados, del tipo unipolar; se ubican dos epicárdicos auriculares y dos



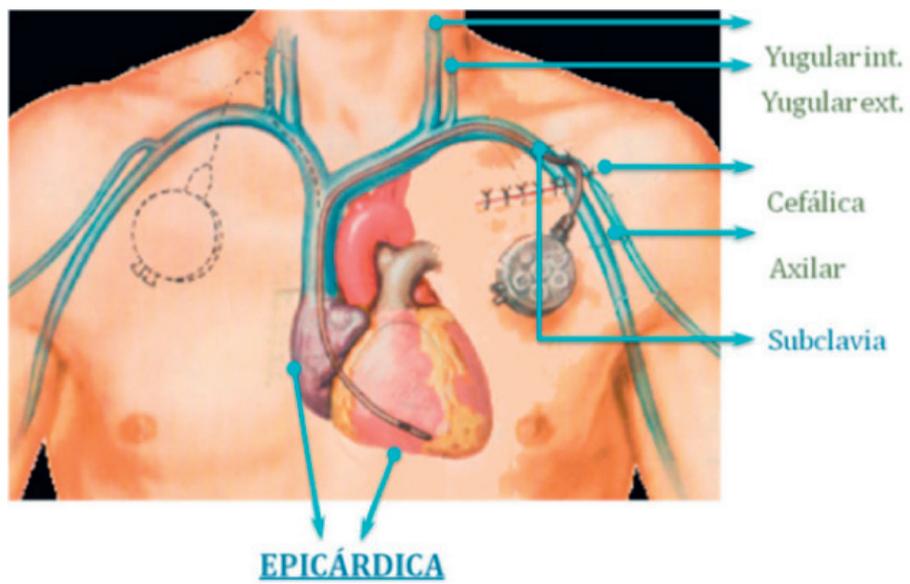
*Figura 8. Marcapasos transitorio*

Nociones básicas sobre marcapasos y desfibriladores automáticos implantables.  
Inmaculada Sánchez Pérez, Antonio Hernández Madrid

ventriculares que tuneliza hasta la superficie cutánea (a la derecha los auriculares y a la izquierda los ventriculares) (ver Figura 8) para el tratamiento y diagnóstico tanto de las taquiarritmias como de las bradiarritmias supra y ventriculares. Cuando llevan varios días implantados, es frecuente que los electrodos den problemas de captura y detección, lo que hace necesario su recambio por unos definitivos, si el paciente lo precisa.

### 2.3. ESTIMULACIÓN DEFINITIVA EPICÁRDICA O ENDOCAVITARIA

Es aquel que tiene como objetivo estar alojado en las cámaras cardiacas cumpliendo su función durante largo tiempo. Este tipo de estimulación se utiliza cuando el niño la necesita de forma permanente. El abordaje epicárdico se aplica cuando el niño es muy pequeño y el abordaje endovascular supondría una obstrucción por cualquiera de sus vías de acceso, y cuando la anatomía de



*Figura 9. Marcapasos definitivo endocavitario*  
Nociones básicas sobre marcapasos y desfibriladores automáticos implantables.  
Inmaculada Sánchez Pérez, Antonio Hernández Madrid

la lesión o corrección cardiaca impide la entrada por vía venosa a la aurícula derecha y/o a los ventrículos.

El acceso endovascular venoso suele ser de elección por cualquiera de sus vías, más frecuentemente el subclavio, pero también el yugular, el cefálico o el axilar (Ver Figura 9).



## **Capítulo 3**

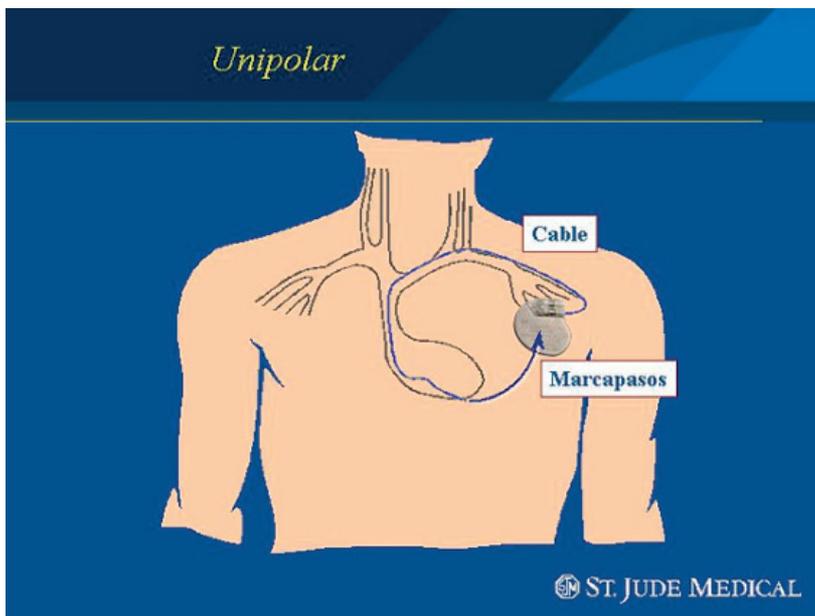
# **Modos de Estimulación Cardíaca**

- 3.1. ELECTRODOS UNIPOLARES, BIPOLARES Y ADHESIVOS TRANSCUTÁNEOS
- 3.2. MODOS DE ESTIMULACIÓN
  - 3.2.1. SINCRÓNICO
    - 3.2.1.1. ESTIMULACIÓN MONOCAMERAL
      - 3.2.1.1.1. AAI
      - 3.2.1.1.2. VVI
    - 3.2.1.2. ESTIMULACIÓN BICAMERAL
      - 3.2.1.2.1. VDD
      - 3.2.1.2.2. DDD
  - 3.2.2. ASINCRÓNICO
    - 3.2.2.1. V00
    - 3.2.2.2. A00



### 3.1. ELECTRODOS UNIPOLARES, BIPOLARES Y ADHESIVOS TRANSCUTÁNEOS

Esta denominación hace referencia a la manera como se diseñan los electrodos de estimulación. Los electrodos unipolares tienen el polo negativo (cátodo) en contacto con el tejido miocárdico y el polo positivo (ánodo) lejos del corazón, en el tejido celular subcutáneo o en la piel (ver Figura 10). La disposición de los polos en el marcapasos epicárdico corriente es: el extremo distal anclado en el corazón se conectará al polo negativo de la fuente, mientras que el polo positivo queda en la piel, usualmente conectado con un «caimán».

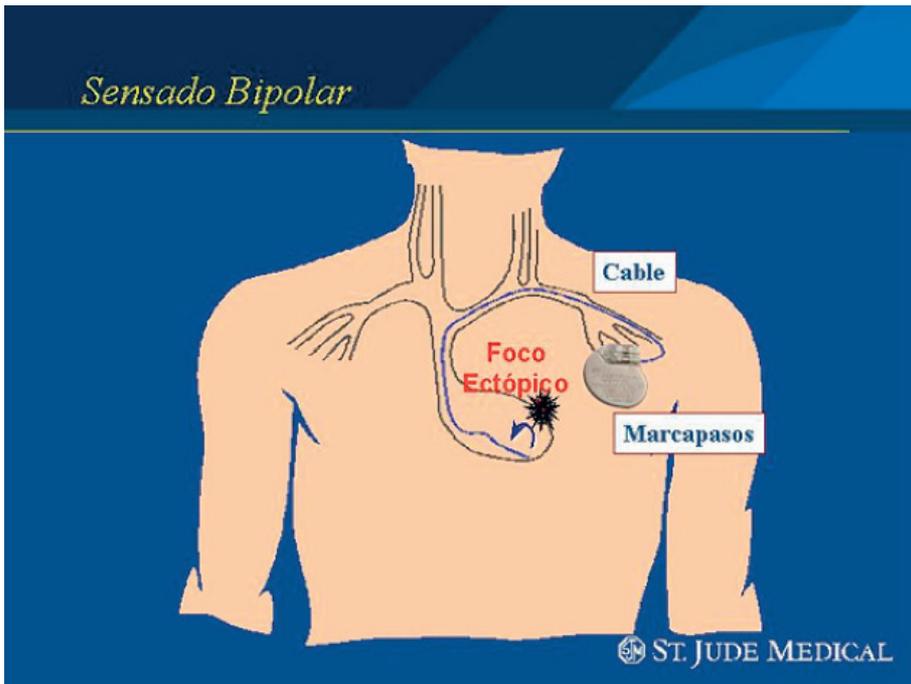


*Figura 10. Electrodo monopolar*

Capítulo 2. Tecnología de los electrodos y su conexión a los marcapasos. Dr. D. Enrique Fernández Burgos

## MARCAPASOS CARDIACO

Los electrodos bipolares (ver Figura 11) mantienen el polo negativo (cátodo), azul o negro, en la punta o zona distal y el polo positivo (ánodo), rojo, en posición proximal, entre dos a cinco centímetros de la punta. Ambos polos quedan intracardiacos en contacto con la zona a ser estimulada. Los marcapasos transvenosos son casi todos bipolares. Los epicárdicos pueden ser bipolares aunque la mayoría de los utilizados son unipolares.



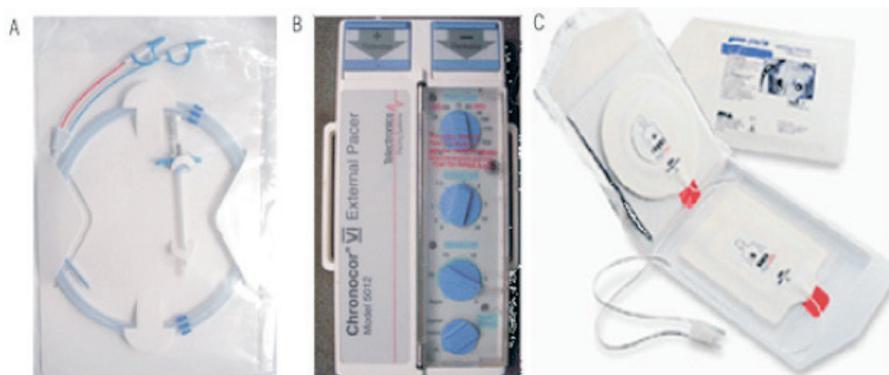
*Figura 11. Electrodo bipolares*

Capítulo 2. Tecnología de los electrodos y su conexión a los marcapasos

Dr. D. Enrique Fernández Burgos

Finalmente, por los mismos alambres conductores que conforman el electrodo unipolar o bipolar se sensa la actividad electrofisiológica cardiaca, esta será la vía de información para coordinar, sincronizar, o inhibir la descarga de la fuente; también es la base para obtener registros electrocardiográficos intracavitarios que pueden ayudar a hacer diagnósticos, por ejemplo de la actividad del nodo auriculoventricular.

El uso no invasivo de electrodos adhesivos ha facilitado la rápida recuperación del ritmo cardiaco durante una reanimación cardio-pulmonar y también el soporte transitorio en bradiarritmias. Los pacientes bajo la terapia transcutánea pueden referir dolor con la descarga, más por el efecto de la corriente sobre la fuerza de contracción muscular local que por su misma intensidad. El dolor es una función de la cantidad de corriente entregada por unidad de área del electrodo. Se minimiza con unos 5 cm<sup>2</sup> de área y logra una meseta con 10 o más cm<sup>2</sup>, los electrodos de superficie para marcapasos usualmente son de 80-100 cm<sup>2</sup>; así se puede tolerar el hecho de que la corriente necesaria para la estimulación transcutánea supere en 30-100 veces la utilizada por vía transvenosa (ver Figura 12).

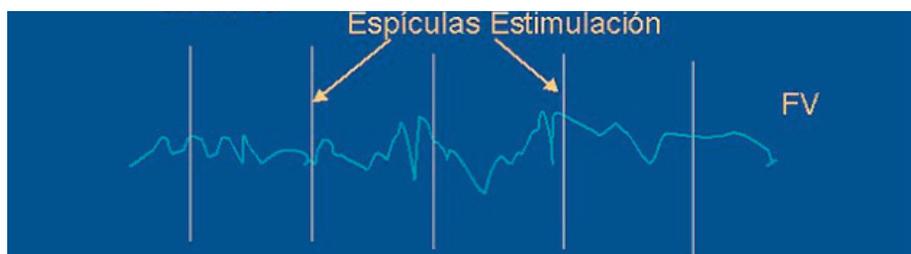


*Figura 12. (A) Electrodo bipolar transvenoso temporal, (B) Fuente externa para marcapaso bipolar unicameral, (C) Electrodos autoadhesivos para marcapaso transcutáneo externo o desfibrilador.*

Marcapasos temporal o transitorio: principios, indicaciones, valoración y manejo.

Luis Eduardo Cruz Martínez, Claudia Patricia Montealegre León

En la estimulación monopolar la espiga en el electrocardiograma de superficie será mayor (ver Figura 13), y en la estimulación bipolar la espiga en el electrocardiograma de superficie será menos visible, pasando en ocasiones desapercibida. Este tipo de procedimiento tiene menos posibilidades de estimulación frénica y muscular.



*Figura 13. Estimulación monopolar*  
 Capítulo 2. Tecnología de los electrodos y su conexión a los marcapasos  
 Dr. D. Enrique Fernández Burgos

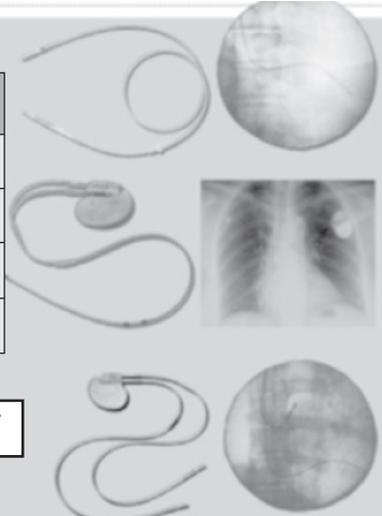
### 3.2. MODOS DE ESTIMULACIÓN

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, la cámara sensada y el modo de inhibición o descarga para su funcionamiento. Siete años más tarde, la incorporación de funciones más complejas motivó la adición de otras dos letras en las posiciones 4ª y 5ª. Actualmente, hay una aceptación global del código elaborado por el comité conjunto de la North American Society of Pacing and Electrophysiology y el British Pacing and Electrophysiology Group (NASPE/BPEG); la última actualización es de 2002.

Siguiendo el código general de la North American Society for Pacing and Electrophysiology (NASPE), se asignan unas iniciales que corresponden a la cámara estimulada (A: aurícula; V: ventrículo; D: ambos), a la cámara detectada (O: ninguna; A: aurícula; V: ventrículo; D: ambos), a la respuesta a esta detección (O: ninguna; I: inhibición; T: disparo; D: ambas) y, por último, al hecho de si existe modulación de frecuencia cardíaca (FC) mediante sensores para detectar el aumento de la actividad metabólica y, con ello, acelerar la FC y compensar la incompetencia cronotópica (O: ninguna; R: existe) (Ver Figuras 14, 15 y 16). Así, dependiendo de cuál sea la patología que motive la indicación de estimulación cardíaca, se precisará uno u otro modo de la misma. Resumiremos a continuación los más frecuentes.

Cámara estimulada	Cámara detectada	Respuesta a detección
0=ninguna	0=ninguna	0=ninguna
A=aurícula	A=aurícula	A=aurícula
V=ventrículo	V=ventrículo	V=ventrículo
D=ambas	D=ambas	D=ambas

Sensado Ar=estimulación Var Sensado Var=inhibición Ar
--



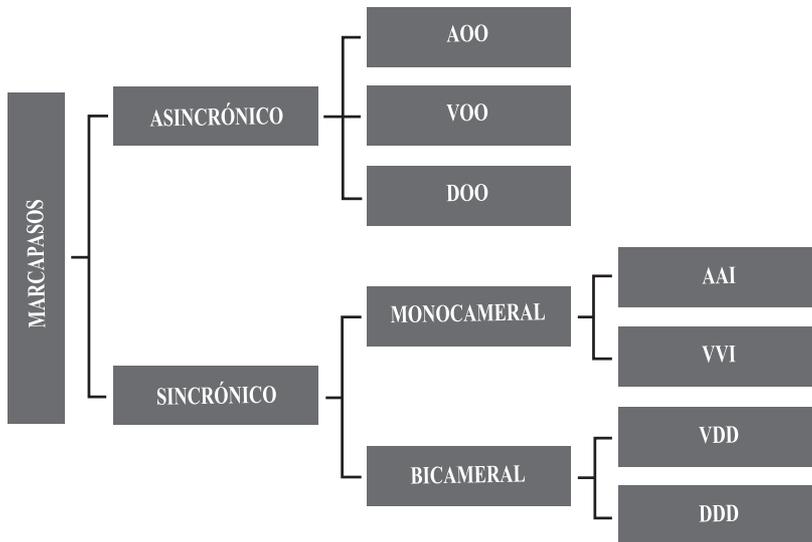
*Figura 14. Código general NASPE*

Nociones básicas sobre marcapasos y desfibriladores automáticos implantables.  
 Inmaculada Sánchez Pérez, Antonio Hernández Madrid

Primera letra (cámara estimulada)	Segunda letra (cámara sensada)	Tercera letra (respuesta al sensado)	Cuarta letra (modulación de frecuencia)	Quinta letra (estímulos multisitio)
0 = ninguna	0 = ninguna	0 = ninguna	0 = ninguna	0 = ninguna
A = aurícula	A = aurícula	T = disparado (triggered)	R = frecuencia (rate) adaptable a demanda	A = aurícula
V = ventrículo	V = ventrículo	I = inhibido		V = ventrículo
D = dual o bicameral (A + V)	D = dual o bicameral (A + V)	D = dual (T + I)		D = dual o bicameral (A + V)

*Figura 15. Aceptación global del código elaborado por el comité conjunto de la North American Society of Pacing and Electrophysiology y el British Pacing and Electrophysiology Group (NASPE/BPEG).*

Marcapasos temporal o transitorio: principios, indicaciones, valoración y manejo.  
 Luis Eduardo Cruz Martínez, Claudia Patricia Montealegre León



*Figura 16. Modos de estimulación*

Nociones básicas sobre marcapasos y desfibriladores automáticos implantables.  
 Inmaculada Sánchez Pérez, Antonio Hernández Madrid

### 3.2.1. SINCRÓNICO

#### 3.2.1.1. Estimulación Monocameral

**3.2.1.1.1. AAI:** Estimula en la aurícula y se inhibe si ve actividad propia. Está indicado en la bradicardia sinusal, el paro sinusal y las arritmias auriculares. No se debe indicar en el BAV. En el electrocardiograma de superficie se observa una P diferente a la sinusal posterior a una espícula (ver Figura 17).

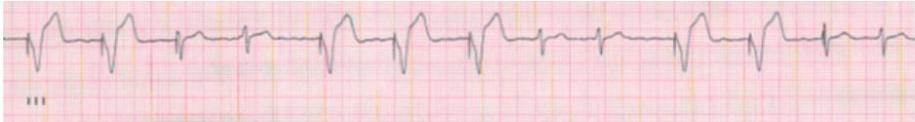


*Figura 17. AAI*

Nociones básicas sobre marcapasos y desfibriladores automáticos implantables.  
 Inmaculada Sánchez Pérez, Antonio Hernández Madrid

**3.2.1.1.2. VVI:** Marcapasos ventricular a demanda. Estimula en el ventrículo y se inhibe si ve actividad propia. Se utiliza en BAV en niños muy pequeños

en los que no se pueden introducir dos electrocáteteres o no se consigue un adecuado lugar de captura auricular. En el electrocardiograma de superficie se observa un QRS ancho con morfología de bloqueo de rama izquierda (BRI) precedido de una espícula (ver Figura 18).



*Figura 18. VVI*

Nociones básicas sobre marcapasos y desfibriladores automáticos implantables.  
Inmaculada Sánchez Pérez, Antonio Hernández Madrid

### **3.2.1.2. Estimulación Bicameral**

**3.2.1.2.1. VDD:** No es capaz de estimular la aurícula, pero sí detecta la actividad auricular y estimula el ventrículo sincrónicamente con esta. Es el modo de estimulación de elección cuando no existe patología sinusal en BAV, fundamentalmente en niños en los que no se pueden introducir dos electrocáteteres. En el electro de superficie se observa una P sinusal seguida de un QRS ancho con morfología de BRI precedido de una espícula (ver Figura 19).



*Figura 19. VDD*

Nociones básicas sobre marcapasos y desfibriladores automáticos implantables.  
Inmaculada Sánchez Pérez, Antonio Hernández Madrid

**3.2.1.2.2. DDD:** Sensa y estimula sincrónicamente ambas cámaras. Es el modo de estimulación de elección para las disfunciones sinusales asociadas a trastorno de la conducción AV. Generalmente se implanta en niños más mayores (ver Figura 20).



Figura 20. DDD

Nociones básicas sobre marcapasos y desfibriladores automáticos implantables.  
Inmaculada Sánchez Pérez, Antonio Hernández Madrid

### 3.2.2. ASINCRÓNICO

**3.2.2.1. V00:** Marcapasos ventricular asincrónico. Sin capacidad de sensado ni de sincronización ya que no reconoce la actividad electrofisiológica cardíaca. Las espigas de estimulación son entregadas al ventrículo, independientemente de la actividad nativa o endógena que pueda aparecer. Tiene el riesgo de que la espiga caiga sobre la rama descendente de una onda T ventricular nativa al momento de ocurrir el «periodo supernormal» de la repolarización y se induzca una fibrilación ventricular; es el denominado «fenómeno de R en T» (ver Figura 21).

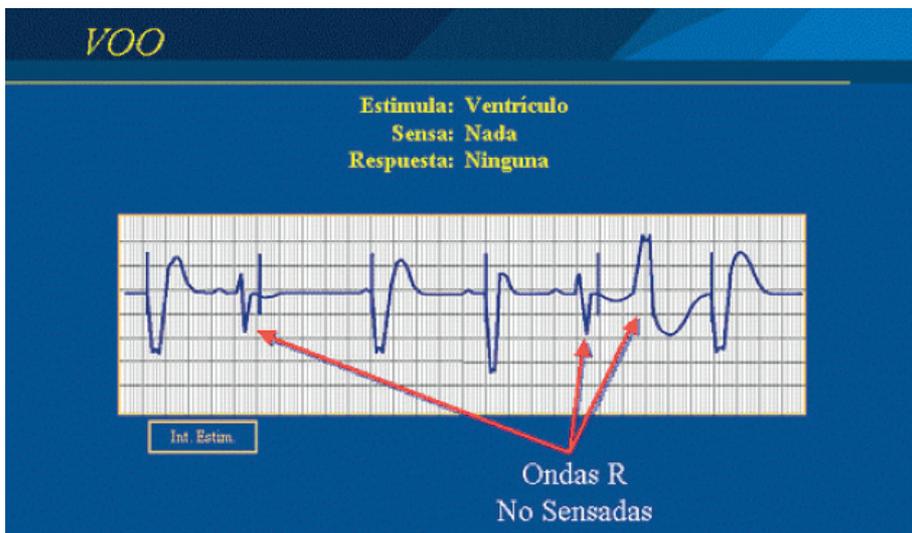
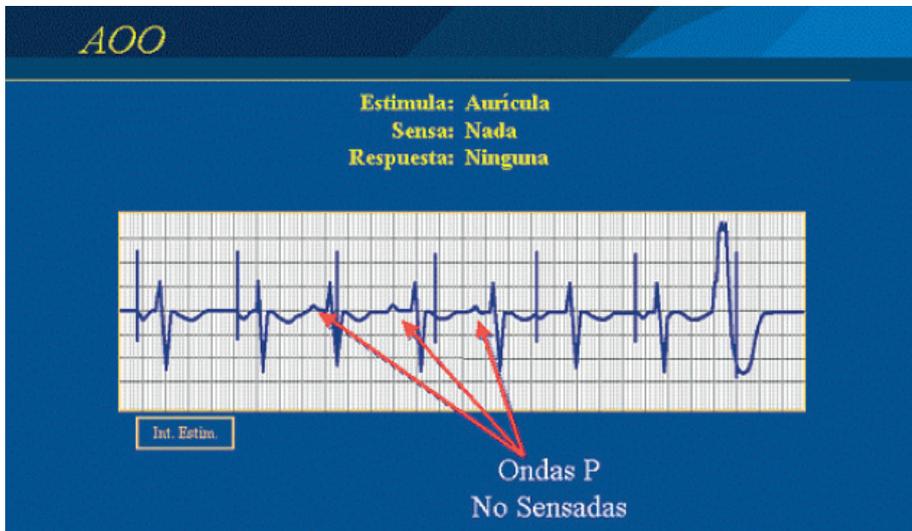


Figura 21. VOO

Capítulo 7. Estimulación monocameral. Dr. Enrique Fernández Burgos

**3.2.2.2. A00:** Marcapasos auricular asincrónico. Como el anterior pero con el electrodo ubicado en la aurícula, puede desencadenar una fibrilación auricular (ver Figura 22).



*Figura 22. A00*

Capítulo 7. Estimulación monocameral. Dr. Enrique Fernández Burgos



## **Capítulo 4**

# **Indicaciones para Uso de Marcapasos**

- 4.1. MARCAPASOS EN ARRITMIAS
  - 4.1.1. ENFERMEDAD DEL NODO SINUSAL
  - 4.1.2. ALTERACIÓN DE CONDUCCIÓN AURICULOVENTRICULAR E INTRAVENTRICULAR
    - 4.1.2.1. EL BLOQUEO AURICULOVENTRICULAR
    - 4.1.2.2. BLOQUEO BIFASCICULAR O TRIFASCICULAR CRÓNICO
- 4.2. MARCAPASOS EN INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO
- 4.3. MARCAPASOS EN EL SÍNCOPE REFLEJO
  - 4.3.1. SÍNDROME DEL SENO CAROTÍDEO
  - 4.3.2. SÍNCOPE VASOVAGAL
- 4.4. MARCAPASOS EN CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS
  - 4.4.1. DISFUNCIÓN DEL NODO SINUSAL
  - 4.4.2. SÍNDROME BRADICARDIA/TAQUICARDIA
  - 4.4.3. BLOQUEO AV CONGÉNITO
  - 4.4.4. SÍNDROME DEL QT LARGO
- 4.5. MARCAPASOS EN TRASPLANTE CARDIACO
- 4.6. MARCAPASOS EN PATOLOGÍAS ESPECÍFICAS
  - 4.6.1. MIOCARDIOPATÍA HIPERTRÓFICA
  - 4.6.2. APNEA DEL SUEÑO



A pesar de que el uso de marcapasos cardiaco siempre se ha dejado a criterio del médico, se debe tener muy en cuenta si se trata de una alteración reversible o no, ya que aunque en los casos de las patologías reversibles sería de gran ayuda, pero existen otras opciones farmacológicas menos invasivas; sin embargo en muchas patologías no hay opciones alternativas de tratamiento. Es por esto que es muy importante que el médico conozca las indicaciones para el uso de este aparato generador de impulsos y el modo de estimulación que se debe emplear.

Teniendo en cuenta que las indicaciones para marcapasos cardiacos cada vez son más y requieren un mayor estudio, se han realizado ciertas clasificaciones para medir la evidencia de la información que se tiene en ciertas patologías tratadas con marcapasos. Estas tablas han sido elaboradas basadas en estudios clínicos antiguos y actuales, para tener más claras las decisiones a la hora de elegir el uso y el tipo de marcapasos cardiacos; en estas se encuentran clases de recomendaciones (ver Figura 23) y grados de evidencia (ver Figura 24).

Clase I	Evidencia y/o acuerdo general de que un determinado procedimiento diagnóstico/tratamiento es beneficioso, útil y efectivo.
Clase II	Evidencia conflictiva y/o divergencia de opinión acerca de la utilidad/eficacia del procedimiento diagnóstico/tratamiento
Clase IIa	El peso de la evidencia/opinión está a favor de la utilidad/eficacia
Clase IIb	La utilidad/eficacia está menos establecida por la evidencia/opinión
Clase III	Evidencia o acuerdo general de que el tratamiento no es útil/efectivo y en algunos casos puede ser perjudicial

*Figura 23. Clases de recomendaciones*

Guías europeas de práctica clínica sobre marcapasos y terapia de resincronización cardiaca.  
Rev Esp Cardiol. 2007; 60(12):1272.e1-e51

Grado de evidencia A	Datos procedentes de múltiples ensayos clínicos aleatorizados o metaanálisis
Grado de evidencia B	Datos procedentes de un único ensayo clínico aleatorizado o de grandes estudios no aleatorizados
Grado de evidencia C	Consenso de opinión de expertos y/o pequeños estudios, estudios retrospectivos y registros

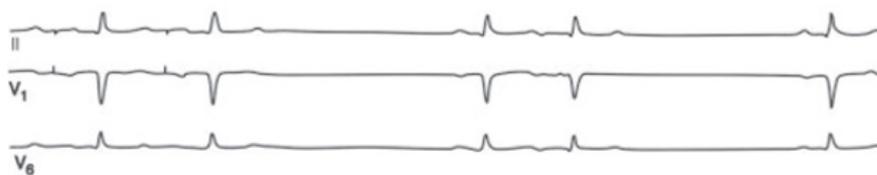
*Figura 24. Grados de evidencia*

Guías europeas de práctica clínica sobre marcapasos y terapia de resincronización cardiaca.  
Rev Esp Cardiol. 2007; 60(12):1272.e1-e51

## 4.1. MARCAPASOS EN ARRITMIAS

### 4.1.1. ENFERMEDAD DEL NODO SINUSAL

Es también conocida como Síndrome del Seno Enfermo, en donde se presentan bradicardia sinusal y síndrome de bradicardia/taquicardia, en el cual se manifiestan episodios de taquicardias supraventriculares paroxísticas en pacientes que usualmente refieren bradicardia sinusal; además de esto pueden presentar episodios de fibrilación auricular, bloqueos sinoauriculares o bloqueos AV en algunos casos. El síntoma más importante en esta patología es el síncope, también puede observarse hipotensión y como consecuencia mareos, aunque en los casos en los que se produce síndrome taquicardia/bradicardia pueden generarse embolias. Su diagnóstico se realiza por medio de cambios electrocardiográficos (ver Figura 25), observados un estudio Holter.



*Figura 25.*

Primer curso de arritmias. División Cardiología. Hospital General de Agudos.  
Dr. Cosme Argerich Buenos Aires-Argentina

El objetivo del uso de un marcapasos en esta enfermedad es aliviar la sintomatología del paciente, al igual que la disminución de los episodios de fibrilación

auricular. Se presentan diferentes criterios para su utilización, con diferentes grados de evidencia (ver Figura 26).

Indicación clínica	Clase	Grado de evidencia
1. Enfermedad del nodo sinusal que se manifiesta como bradicardia sintomática asociada o no a taquicardia bradicardia-dependiente La correlación entre los síntomas y la bradicardia debe haber sido: Espontánea Inducida por fármacos, cuando se carece de tratamiento farmacológico alternativo	I	C
2. Síncope con enfermedad del nodo sinusal, espontáneo o inducido en un estudio electrofisiológico		
3. Enfermedad del nodo sinusal que se manifiesta como incompetencia cronotrópica sintomática: Espontánea Inducida por fármacos, cuando se carece de tratamiento farmacológico alternativo		
1. Enfermedad del nodo sinusal sintomática, espontánea o inducida por un fármaco cuando no hay tratamiento alternativo, sin correlación documentada entre los síntomas y la bradicardia, habiendo registrado frecuencias cardíacas en reposo <40 lat/min	IIa	C
2. Síncope sin explicación, excepto por hallazgos electrofisiológicos anormales (TRNSc > 800 milisegundos)		
1. Pacientes mínimamente sintomáticos con enfermedad del nodo sinusal, frecuencia cardíaca en reposo < 40 lt/min durante las horas de vigilia, sin evidencia de incompetencia cronotrópica	IIb	C
1. Enfermedad del nodo sinusal sin síntomas, incluyendo la debida al uso de fármacos bradicardizantes	III	C
2. Hallazgos electrocardiográficos de disfunción del nodo sinusal con síntomas no relacionados directa o indirectamente con bradicardia		
3. Disfunción del nodo sinusal sintomática, si los síntomas son claramente atribuibles a medicación prescindible		

TRNSc: tiempo de recuperación del nodo sinusal corregido.

Si se confirma el diagnóstico de enfermedad del nodo sinusal, hay muchas probabilidades de que se desarrollen taquiarritmias auriculares, aunque no se las haya registrado todavía y, por tanto, se considerará seriamente la instauración de tratamiento anticoagulante.

*Figura 26.*

Guías europeas de práctica clínica sobre marcapasos y terapia de resincronización cardíaca.  
 Rev Esp Cardiol. 2007; 60(12):1272.e1-e51

Una vez se ha decidido el uso del marcapasos se debe realizar la elección del modo de estimulación que este generará, que dependerá de los síntomas del paciente y la clase se episodios que presente, para lo cual se sugiere un algoritmo con su clasificación de evidencia respectiva (ver Figura 27).

Debe tenerse en cuenta que en esta patología no está recomendado el uso de marcapasos en modo VVIR y VDDR.

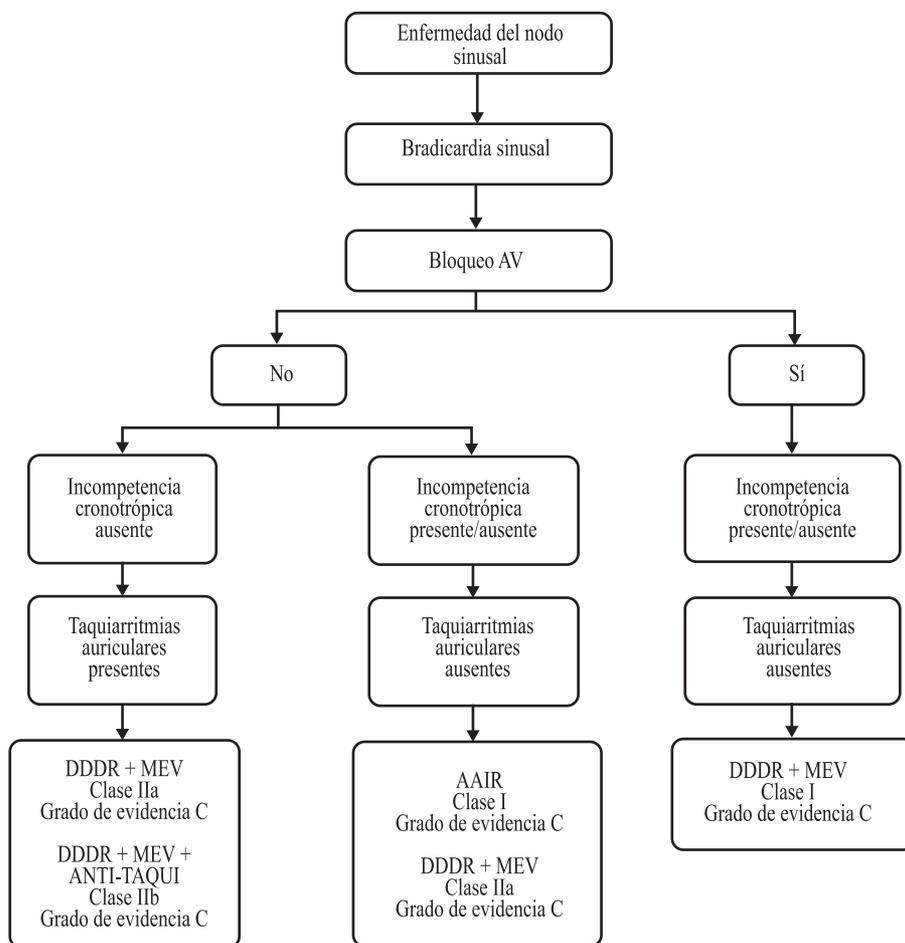


Figura 27.

Guías europeas de práctica clínica sobre marcapasos y terapia de resincronización cardiaca.  
Rev Esp Cardiol. 2007; 60(12):1272.e1-e51

#### 4.1.2. ALTERACIÓN DE CONDUCCIÓN AURICULOVENTRICULAR E INTRAVENTRICULAR

##### 4.1.2.1. Bloqueo auriculoventricular

Es la primera patología en la cual fue usado un marcapasos cardiaco y de las más frecuentes en su uso. En el bloqueo AV se produce un retraso en la conducción desde la aurícula hacia el ventrículo, o en algunos casos no se condu-



*Figura 28. Bloqueo AV de Primer Grado*

Dr. Hernando Matiz Camacho Dr. Oscar Gutiérrez de Piñeres Dr. Mauricio Duque  
Dr. Armando Gómez Ortiz. Arritmias ventriculares. Ascofame



*Figura 29. Bloqueo AV de Segundo Grado Mobitz I*

Dr. Hernando Matiz Camacho Dr. Oscar Gutiérrez de Piñeres Dr. Mauricio Duque  
Dr. Armando Gómez Ortiz. Arritmias ventriculares. Ascofame



*Figura 30. Bloqueo AV de Segundo Grado Mobitz II*

Dr. Hernando Matiz Camacho Dr. Oscar Gutiérrez de Piñeres Dr. Mauricio Duque  
Dr. Armando Gómez Ortiz. Arritmias ventriculares. Ascofame

ce. Existen tres tipos de bloqueos AV: de primer grado en el cual se presenta una prolongación fija del segmento PR, sin otro diagnóstico (ver Figura 28); en el de segundo grado se encuentra el Mobitz I, en donde hay una prolongación progresiva del segmento PR hasta la falta de un complejo QRS (ver Figura 29), el Mobitz II que se evidencia con una onda P que no conduce, por lo cual no hay complejos QRS (ver Figura 30) y el de tercer grado en donde no hay coordinación entre las ondas P y los complejos QRS hasta la asistolia (ver Figura 31).



*Figura 31. Bloqueo AV de Tercer Grado*

Dr. Hernando Matiz Camacho, Dr. Óscar Gutiérrez de Piñeres, Dr. Mauricio Duque,  
Dr. Armando Gómez Ortiz. Arritmias ventriculares. ASCOFAME

La utilización del marcapasos en esta patología se basa en la bradicardia causada por el bloqueo. Cuando el bloqueo AV es completo se ha evidenciado una mejoría en la supervivencia de los pacientes en los cuales se ha implantado un marcapasos permanente, mientras que en pacientes con bloqueo AV de primer grado aún no se ha demostrado que realmente mejore su supervivencia, a menos que el bloqueo esté por debajo del nodo AV, o el paciente manifiesta sintomatología, o el segmento PR no se ajuste al ejercicio. En el bloqueo AV de segundo grado se indicará marcapasos cuando se presente un QRS ancho, sintomatología o riesgo de progresión a bloqueo AV completo.

Sin embargo, antes de realizarse la indicación del marcapasos debe tenerse en cuenta si el bloqueo AV es secundario a alguna otra alteración, como IAM, alteraciones electrolíticas, intoxicación farmacológica, entre otros.

También se presenta un bloqueo auriculoventricular adquirido, el cual es de mal pronóstico: puede estar generado por isquemia o daño en el sistema His-Purkinje, también por amiloidosis o sarcoidosis, para los cuales se recomienda la colocación de un marcapasos (ver Figura 32). Para la elección del modo de estimulación se debe tener en cuenta que la estimulación y sentido ventricular es esencial, de acuerdo a esto se podría usar un marcapasos modo DDD, VVI (ver Figura 33).

Indicación clínica	Clase	Grado de evidencia
1. Bloqueo AV de tercer o segundo grado (clase Mobitz I o II), crónico y sintomático	I	C
2. enfermedades neuromusculares (como la distrofia muscular miotónica, el síndrome de Kearns-Sayre, etc.) con bloqueo AV de tercer o segundo grado	I	B
3. Bloqueo AV de segundo o tercer grado (Mobitz I o II): a) Tras ablación con catéter de la unión AV b) Tras cirugía valvular cuando no se espera que se resuelva el bloqueo	I	C
1. Bloqueo AV de tercer o segundo grado (Mobitz I o II) asintomático	IIa	C
2. Bloqueo AV de primer grado, prolongado y sintomático	IIa	C
1. Enfermedades neuromusculares (como la distrofia muscular miotónica, el síndrome de Kearns-Sayre, etc.) con bloqueo AV de primer grado	IIb	B
1. Bloqueo AV asintomático de primer grado	III	C
2. Bloqueo asintomático de segundo grado (Mobitz I) con bloqueo de conducción suprahisiana		
3. Bloqueo AV de resolución previsible		

AV: auriculoventricular

*Figura 32. Recomendaciones para la estimulación cardiaca en el bloqueo auriculoventricular adquirido*

Guías europeas de práctica clínica sobre marcapasos y terapia de resincronización cardiaca.  
Rev Esp Cardiol. 2007; 60(12):1272.e1-e51



*Figura 34. Bloqueos de ramas hisianas, fasciculares, bifasciculares y trifasciculares en imágenes electrocardiográficas inéditas.*

Dr. Marco J. Albert Cabrera | Publicado: 25/09/2009 | Cardiología, Imágenes de Cardiología

#### **4.1.2.2. Bloqueo bifascicular o trifascicular crónico**

Se refiere a un bloqueo completo de rama derecha más hemibloqueo de rama izquierda anterior o posterior (ver Figura 34) o un bloqueo completo de rama izquierda asilado.

El bloqueo trifascicular se refiere a un trastorno en la conducción de las tres ramas, ya sea simultáneamente o en momentos diferentes (ver Figura 35). Para la elección de la colocación de un marcapasos cardiaco se debe tener en cuenta si el paciente es sintomático o no, ya que en pacientes asintomáticos no se ha demostrado mejoría con el marcapasos, sin embargo se deben considerar diferentes criterios (ver Figura 36).



Figura 35.

<http://www.cardiofamilia.org/ensayos-casos-e-imagenes/imagenes-comentadas/67-imagenes/266-ima-bloqueo-trifascicular.html>

Indicación clínica		
	Clase	Grado de evidencia
1. Bloqueo AV de tercer grado intermitente		
2. Bloqueo AV de segundo grado (Mobitz II)	I	C
3. Bloqueo de rama alternante		
4. Evidencia en ECG de un intervalo HV muy prolongado ( $\geq 100$ milisegundos) o bloqueo infrahisiano inducido por estimulación en pacientes con síntomas		
1. Síncope, cuando no se demuestra su relación con bloqueo AV y se ha excluido otras causas posibles, especialmente la taquicardia ventricular	IIa	B
2. Enfermedades neuromusculares (como la distrofia muscular miotónica, el síndrome de Kearns-Sayre, etc.) con cualquier grado de bloqueo fascicular	IIa	C
3. Hallazgos fortuitos en ECG de un intervalo HV muy prolongado ( $\geq 100$ milisegundos) o bloqueo infrahisiano inducido por estimulación en pacientes sin síntomas	IIa	C
Ninguna		
1. Bloqueo de rama sin bloqueo AV ni síntomas		
2. Bloqueo de rama con bloqueo AV de primer grado sin síntomas	III	B

AV: auriculoventricular; ECG: electrocardiograma

Figura 36. Recomendaciones para la estimulación cardíaca en el bloqueo bifascicular y trifascicular

Guías europeas de práctica clínica sobre marcapasos y terapia de resincronización cardíaca. Rev Esp Cardiol. 2007; 60(12):1272.e1-e51

Para la elección del modo de estimulación en los bloqueos bifascicular, trifascicular y AV adquirido se presenta el siguiente algoritmo (ver Figura 33).

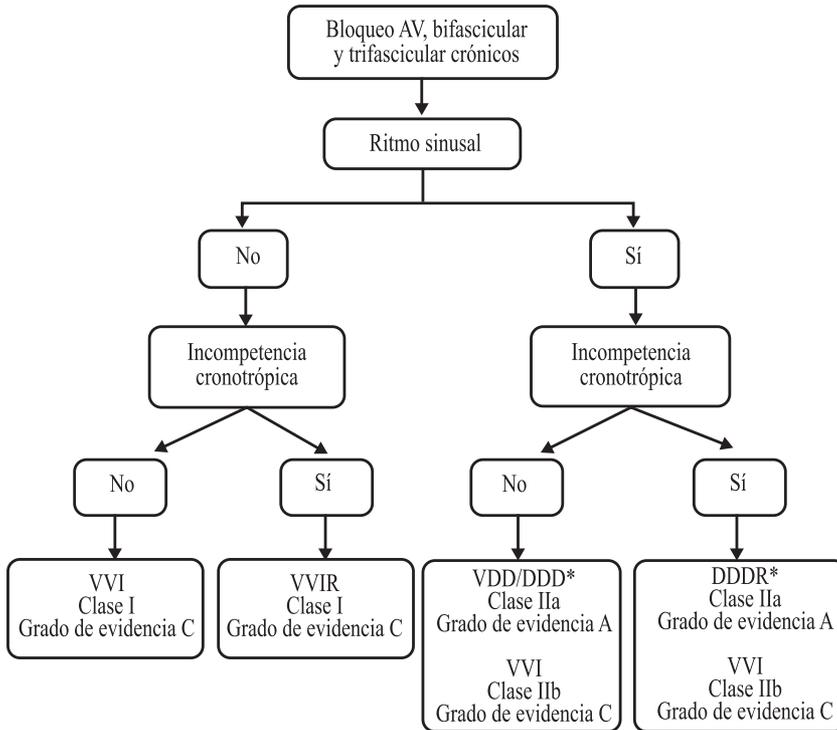


Figura 33.

Guías europeas de práctica clínica sobre marcapasos y terapia de resincronización cardiaca. Rev Esp Cardiol. 2007; 60(12):1272.e1-e51

#### 4.2. MARCAPASOS EN INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO

A pesar de que la atención rápida del IAM ha mejorado a través del tiempo, aún se continúan presentado alteraciones en la conducción por la lesión o necrosis, entre estas se encuentra el bloqueo AV, el cual se observa en un 7 % de los pacientes con IAM, además se aparece bloqueo de rama en el 18,4 % pero persiste en un 5,3 %. La aparición de estas alteraciones dependerá del lugar en donde se presente la isquemia. El pronóstico de un paciente con IAM empeora al manifestarse alguna de estas alteraciones y en muchas ocasiones no son estados transitorios, sino por el contrario permanente, por esto es importante la colocación de un marcapasos (ver Figura 34).

Indicación clínica	Clase	Grado de evidencia
1. Bloqueo de tercer grado persistente, precedido o no por trastornos de la conducción intraventricular	I	B
2. Bloqueo de segundo grado (Mobitz II) persistente asociado a bloqueo de rama, con/sin prolongación PR		
3. Bloqueo de tercer o segundo grado Mobitz II transitorio, asociado con la aparición reciente de un bloqueo de rama		
Ninguna	IIa	
Ninguna	IIb	
1. Bloqueo de segundo o tercer grado transitorio sin bloqueo de rama	III	B
2. Hemibloqueo anterior izquierdo de reciente aparición o presente al ingreso		
3. Bloqueo AV de primer grado persistente		

AV: auriculoventricular

*Figura 34. Recomendaciones para la estimulación cardiaca permanente en los trastornos de la conducción relacionados con el infarto agudo de miocardio*

Guías europeas de práctica clínica sobre marcapasos y terapia de resincronización cardiaca.

Rev Esp Cardiol. 2007; 60(12):1272.e1-e51

### 4.3. MARCAPASOS EN EL SÍNCOPE REFLEJO

El síncope es un síntoma en el que se da una pérdida del conocimiento corta y autolimitada, puede presentarse en diferentes síndromes, como respuesta a una bradicardia y/o vasodilatación por una respuesta autónoma exagerada o inadecuada. Se considera una indicación para la utilización de marcapasos, a excepción de cuando se debe a una respuesta del sistema nervioso autónomo a hipovolemia, hipotensión ortostática, entre otros, por lo cual será indicación en los siguientes casos:

#### 4.3.1. SÍNDROME DEL SENO CAROTÍDEO

Este síndrome se puede presentar como un hipersensibilidad en la zona carotídea, en consecuencia cualquier estimulación desencadenará una pausa ventricular >3 segundos y una disminución de la presión sistólica >50 mmHg, por lo cual se da el síncope. El uso de marcapasos en esta enfermedad está recomendado ya que disminuye satisfactoriamente el número de episodios sincopales (ver Figura 35).

## MARCAPASOS CARDIACO

Indicación clínica	Clase	Grado de evidencia
Síncope recurrente causado por presión inadvertida sobre el seno carotídeo y reproducido por masaje carotídeo, asociado a asistolia ventricular de más de 3 segundos de duración (episodio sincopal o presincopal), en ausencia de medicación depresora de la actividad del nodo sinusal	I	C
Síncope recurrente no identificado, no claramente asociado a presión inadvertida del seno carotídeo, pero reproducible por masaje carotídeo, asociado a asístole ventricular de más de 3 segundos de duración (episodio sincopal o presincopal), en ausencia de medicación depresora de la actividad del nodo sinusal.	IIa	B
Primer síncope, asociado claramente o no a presión inadvertida del seno carotídeo, tras provocar un síncope (o presíncope) con masaje carotídeo, asociado a asístole ventricular de más de 3 segundos de duración, en ausencia de medicación depresora de la actividad del nodo sinusal.	IIb	C
Reflejo del seno carotídeo hipersensible sin síntomas	III	C

*Figura 35. Recomendaciones para la estimulación cardiaca en el síndrome del seno carotídeo*

Guías europeas de práctica clínica sobre marcapasos y terapia de resincronización cardiaca.  
Rev Esp Cardiol. 2007; 60(12):1272.e1-e51

El más recomendado en la elección del modo de estimulación es el marcapasos bicameral, especialmente los que presentan algoritmos para limitar el efecto de la hipotensión presentada.

### 4.3.2. SÍNCOPE VASOVAGAL

Es la causa más frecuente de síncope, se presenta por una exagerada reacción parasimpática. A pesar de estar indicado el uso de marcapasos en esta entidad, se deben tener en cuenta otras recomendaciones importantes para el paciente, como la disminución en actividades que desencadenen el síncope. Sin embargo la utilización del marcapasos es indispensable ya que controla las pausas ventriculares que se observan en el registro (ver Figura 36).

En la selección del modo de estimulación se recomienda el DDD+AVD, ya

que estimulan el ventrículo solo cuando es necesario (en las pausas ventriculares), además responde a caídas bruscas de la frecuencia cardiaca. Está contraindicado el AAI.

Indicación clínica	Clase	Grado de evidencia
Ninguna	I	
1. Pacientes de más de 40 años de edad con síncope vasovagal recurrente y severo, con asístole prolongada durante el ECG y/o prueba de mesa basculante, si fracasan otras opciones terapéuticas y después de informar al paciente de los resultados conflictivos de los ensayos clínicos.	IIa	C
2. Pacientes de menos de 40 años de edad con síncope vasovagal recurrente y severo, con asístole prolongada durante el ECG y/o prueba de mesa basculante, si fracasan otras opciones terapéuticas y después de informar al paciente de los resultados conflictivos de los ensayos clínicos.	IIb	C
1. Pacientes sin bradicardia demostrable durante el síncope reflejo	III	C

ECG: electrocardiograma

*Figura 36. Recomendaciones para la estimulación cardiaca en el síncope vasovagal*  
 Guías europeas de práctica clínica sobre marcapasos y terapia de resincronización cardiaca.  
 Rev Esp Cardiol. 2007; 60(12):1272.e1-e51

#### 4.4. MARCAPASOS EN CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS

Ya que la presentación de la mayor parte de estas patologías es la infancia, deben tenerse en cuenta factores como la edad, el transcurso de la enfermedad, la posible formación de alteraciones estructurales, entre otros, para la colocación de un marcapasos. Se presentarán a continuación las patologías más comunes en las cuales se indica su uso.

##### 4.4.1. DISFUNCIÓN DEL NODO SINUSAL

En episodios de bradicardia, muchos pacientes presentan sintomatología como síncope, mareos o apneas y es ahí cuando se indica el uso de marcapasos.

##### 4.4.2. SÍNDROME BRADICARDIA/TAQUICARDIA

A pesar de que el paciente no presente sintomatología y debido a que el tratamiento farmacológico no es muy efectivo, el marcapasos es la mejor elección.

#### 4.4.3. BLOQUEO AV CONGÉNITO

Se presenta por un desarrollo anormal del nodo AV y aunque es una patología muy rara y está asociada a otras diferentes, los estudios han demostrado que la colocación de un marcapasos tempranamente mejora la supervivencia de estos pacientes.

#### 4.4.4. SÍNDROME DEL QT LARGO

Es una patología heredofamiliar que produce un alto riesgo de presentar muerte súbita, pues se genera una fibrilación ventricular o una torcida de puntas, razón por la cual está indicado el marcapasos aunque debe continuarse con el tratamiento farmacológico.

Para las patologías anteriormente mencionadas se presentan las siguientes recomendaciones para la implantación del marcapasos (ver Figura 37).

Indicación clínica	Clase	Grado de evidencia
1. Bloqueo AV congénito de tercer grado y alguna de las siguientes condiciones: Síntomas Frecuencia ventricular < 50-55/minutos en niños de corta edad Frecuencia ventricular < 70/minutos en cardiopatías congénitas Disfunción ventricular Ritmo de escape con QRS ancho Ectopia ventricular compleja Pausas ventriculares abruptas > 2-3 veces la longitud de ciclo del ritmo de base QTc prolongado Bloqueo mediado por anticuerpos maternos	I	B
2. Bloqueo AV de segundo o tercer grado con: Bradycardia sintomática Disfunción ventricular	I	C
3. Bloqueo postoperatorio de segundo grado Mobitz II o tercer grado que persiste al menos 7 días tras la cirugía cardiaca	I	C
4. Disfunción del nodo sinusal con correlación de síntomas	I	C
1. Bradycardia sinusal asintomática en el niño con cardiopatía congénita compleja y: Frecuencia cardiaca en reposo < 40 lat/min, o Pausas en la frecuencia ventricular > 3 segundos	IIa	C

2. Síndrome de bradicardia-taquicardia que precisa tratamiento antiarrítmico cuando otras opciones terapéuticas, como la ablación por catéter, no son posibles	IIa	C
3. Síndrome de QT largo con: Bloqueo AV 2:1 o bloqueo AV de tercer grado Bradicardia sintomática (espontánea o inducida por bloqueadores beta) Taquicardia ventricular bradicardia-dependiente	IIa	B
4. Cardiopatía congénita y trastornos hemodinámicos debido a bradicardia sinusal y pérdida de sincronía AV	IIa	C
1. Bloqueo AV congénito de tercer grado sin indicación clase I de estimulación cardíaca	IIb	B
2. Bloqueo AV de tercer grado transitorio posquirúrgico con bloqueo bifascicular residual	IIb	C
3. Bradicardia sinusal asintomática en el adolescente con cardiopatía congénita y: Frecuencia cardíaca en reposo < 40 lat/min, o Pausas en la frecuencia ventricular > 3 segundos	IIb	C
4. Enfermedades neuromusculares con bloqueo AV de cualquier grado sin síntomas	IIb	C
1. Bloqueo AV transitorio postoperatorio con recuperación de la conducción AV en 7 días	III	B
2. Bloqueo bifascicular asintomático postoperatorio con/sin bloqueo AV de primer grado	III	C
3. Bloqueo AV de segundo grado Mobitz I asintomático	III	C
4. Bradicardia sinusal asintomática en el adolescente con una frecuencia cardíaca mínima > 40 lat/min y pausas de la frecuencia ventricular < 3 segundos	III	C

*Figura 37. Recomendaciones para la estimulación cardíaca en pediatría y cardiopatías congénitas*

Guías europeas de práctica clínica sobre marcapasos y terapia de resincronización cardíaca.  
Rev Esp Cardiol. 2007; 60(12):1272.e1-e51

En cuanto a la elección del modo de estimulación, en niños de temprana edad se recomienda VVIR, y en niños en etapa de crecimiento, el VDD con un solo electrodo.

#### **4.5. MARCAPASOS EN TRASPLANTE CARDIACO**

La implantación del marcapasos cardíaco en trasplante de corazón es muy importante ya que se logran tres objetivos:

## MARCAPASOS CARDIACO

- Apoyo cronotrópico.
- Ayuda en el funcionamiento mecánico.
- Monitorización del rechazo.

Aunque se tienen ciertas recomendaciones específicas para un marcapasos permanente (ver Figura 38) en la selección del modo de estimulación se recomienda el uso de marcapasos DDDR con estimulación ventricular minimizada o AAIR cuando la función del nodo no está afectada.

Indicación clínica	Clase	Grado de evidencia
Bradiarritmias sintomáticas causadas por disfunción del nodo sinusal o por bloqueo AV 3 semanas después del trasplante	I	C
Incompetencia cronotrópica que afecta seriamente a la calidad de vida en el periodo postoperatorio tardío	IIa	C
Bradiarritmias sintomáticas entre la primera y la tercera semana después del trasplante	IIb	C
1. Bradiarritmias asintomáticas e incompetencia cronotrópica bien tolerada	III	C
2. Monitorización del rechazo cardiaco aislado		
3. Bradiarritmias durante la primera semana tras el trasplante		

AV: auriculoventricular

*Figura 38. Recomendaciones para la estimulación cardiaca tras el trasplante cardiaco*

Guías europeas de práctica clínica sobre marcapasos y terapia de resincronización cardiaca.  
Rev Esp Cardiol. 2007; 60(12):1272.e1-e51

## 4.6. MARCAPASOS EN PATOLOGÍAS ESPECÍFICAS

### 4.6.1. MIOCARDIOPATÍA HIPERTRÓFICA

Es una patología hereditaria, en donde se presenta una hipertrofia ventricular con una desorganización miofibrilar. En este caso es recomendada la utilización de un marcapasos DDD con retraso auriculoventricular, ya que genera una desincronización, retrasando la contracción del ventrículo izquierdo, con lo cual se disminuye la presión sistólica, al igual que una disminución en el movimiento de la válvula mitral, lo que se traduce en una mejoría de la sintomatología y de la progresión de la enfermedad; aunque es importante tener en cuenta que se podría generar un aumento en la presión auricular izquierda.

Para su buen funcionamiento es importante que el electrodo sea puesto en el ápex ventricular y así promover una mejor función diastólica.

A pesar de que existen otras alternativas de tratamiento, el marcapasos es más práctico, comparado con las grandes cirugías alternativas (ver Figura 39).

Indicación clínica	Clase	Grado de evidencia
Ninguna	I	
Bradycardia sintomática causada por bloqueadores beta si el tratamiento alternativo es inaceptable	IIa	C
Pacientes con miocardiopatía hipertrófica refractaria a fármacos con un gradiente significativo del TSVI, en reposo o inducido y contraindicaciones para la ablación septal o miectomía	IIb	A
1. Pacientes asintomáticos	III	C
2. Pacientes sintomáticos que no presentan obstrucción en el TSVI		

TSVI: tracto de salida del ventrículo izquierdo

*Figura 39. Recomendaciones para la estimulación cardiaca en la miocardiopatía hipertrófica*

Guías europeas de práctica clínica sobre marcapasos y terapia de resincronización cardiaca. Rev Esp Cardiol. 2007; 60(12):1272.e1-e51

#### 4.6.2. APNEA DEL SUEÑO

Se define como una interrupción total o parcial del flujo inspiratorio durante el sueño, lo cual genera una desaturación de oxígeno en la sangre. Se presenta de dos maneras:

- Central: Se debe a una interrupción en el funcionamiento del diafragma por falta de estimulación central; es común en pacientes con insuficiencia cardiaca congestiva.
- Obstructiva: El tono muscular de las vías aéreas superiores es insuficiente para permitir una permeabilidad al oxígeno.

En ambos casos se aumenta el riesgo de morbilidad cardiovascular. En esta patología está indicado el uso de marcapasos cardiaco ya que en estudios realizados se observó una disminución en la presentación de episodios de apnea en pacientes con sobreestimulación auricular con el fin de aumentar la frecuencia cardiaca nocturna a 15 latidos/minuto por encima de la media.



## **Capítulo 5**

# **Complicaciones Secundarias al Marcapasos**



Debido a la complejidad del procedimiento, teniendo en cuenta que se trata de un procedimiento quirúrgico, se establecen unos riesgos tanto operatorios, posoperatorios y a largo plazo causados por un fallo en su funcionamiento.

En el periodo intraoperatorio puede presentarse un neumotórax o hemotórax, al igual que la generación de un hematoma en el sitio de colocación del generador, este último provocaría la suspensión de la cirugía para tratamiento antiplaquetario o la realización por parte de un experto.

Otra de las complicaciones más frecuentes es el desplazamiento del electrodo una vez puesto, especialmente en la aurícula en donde no se utilizan sistemas de fijación activa, es por esto que es importante la realización de pruebas de estabilidad durante el procedimiento, al igual que la de un electrocardiograma después del procedimiento.

En el tiempo posoperatorio la complicación más frecuente es la infección. Para la producción de endocarditis por marcapasos se tienen diferentes mecanismos:

- Contaminación quirúrgica de la herida, en el momento de la implantación, con lo cual se crearía un absceso en el bolsillo del generador.
- Decúbito del bolsillo del generador.
- Infección secundaria por vía hematógena, pues el electrodo está recubierto de tejido que puede ser colonizado por microorganismos.

El diagnóstico temprano de esta infección es muy importante y para esto se tienen unos criterios diagnósticos (ver Figura 40).

Se establecieron criterios patológicos y clínicos de endocarditis infecciosa (EI) y estos últimos se clasificaron en mayores o menores.

a. Criterios patológicos

- El hallazgo de microorganismos en vegetación, embolización o absceso intracardiaco o en el cultivo del catéter determinan EI.

b. Criterios clínicos

Se dividen en mayores y menores:

1. *Criterios mayores*

- Hemocultivos positivos en dos muestras separadas de:
- *Streptococcus viridans*, *Streptococcus bovis*, grupo HACEK.
- *Staphylococcus aureus* o enterococos en ausencia de foco primario.
- Evidencia de compromiso endocárdico.
- Masa oscilante en el catéter marcapasos o en estructura endocárdica en contacto con el catéter.
- Absceso en contacto con el catéter.

2. *Criterios menores*

- Fiebre > 38°C
- Fenómenos vasculares
- Fenómenos inmunológicos.
- Hallazgos ecocardiográficos no considerados como criterios mayores.
- Hemocultivos positivos de gérmenes no considerados en criterios mayores.

Es entonces que la *probabilidad diagnóstica* de EI queda definida como definitiva, posible o rechazada.

Figura 40. Criterios diagnósticos de endocarditis infecciosa asociada con MP/CDI

Consenso de marcapasos y resincronizadores.

Revista Argentina de Cardiología/Vol 77 N° 4/Julio-Agosto 2009

# **Capítulo 6**

## **Evaluación del Marcapasos**

- 6.1. MARCAPASOS EN MAL FUNCIONAMIENTO
  - 6.1.1. DESPLAZAMIENTO DE LOS ELECTRODOS O RUPTURA DE LOS ELECTRODOS DEBIDO A TRAUMA
  - 6.1.2. AFECTADOS POR CAMPOS MAGNÉTICOS
  - 6.1.3. DEFECTOS EN EL MARCAPASOS
  - 6.1.4. CARDIOVERSIÓN ELÉCTRICA Y DESFIBRILACIÓN
  - 6.1.5. ABLACIÓN ELÉCTRICA
  - 6.1.6. TRATAMIENTOS DENTALES
  - 6.1.7. TELÉFONOS
  - 6.1.8. LITOTRICA
- 6.2. PRESENTACIÓN CLÍNICA
  - 6.2.1. DIAGNÓSTICO
  - 6.2.2. TRATAMIENTO
- 6.3. SÍNDROME DEL MARCAPASOS
  - 6.3.1. PRESENTACIÓN CLÍNICA
  - 6.3.2. DIAGNÓSTICO
  - 6.3.3. TRATAMIENTO
- 6.4. MARCAPASOS AURICULAR ERRANTE
  - 6.4.1. PRESENTACIÓN
  - 6.4.2. DIAGNÓSTICO
  - 6.4.3. TRATAMIENTO



## **6.1. MARCAPASOS EN MAL FUNCIONAMIENTO**

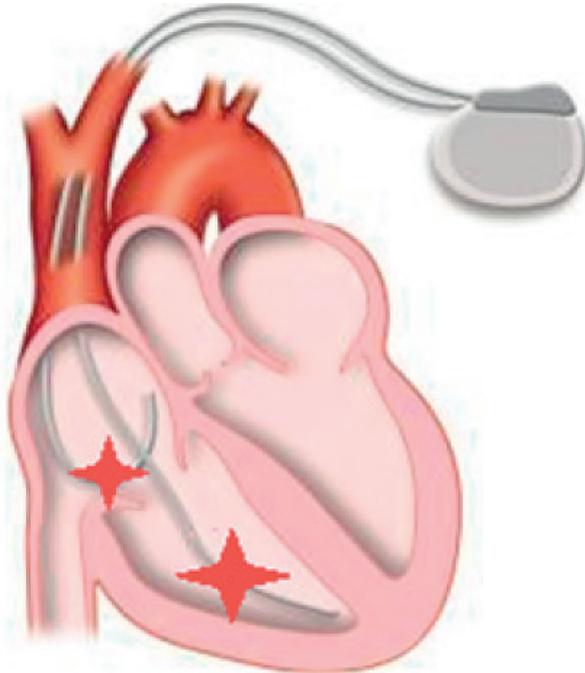
El mal funcionamiento puede ser dado por diferentes razones, dentro de las cuales se encuentran:

- Desplazamiento o ruptura de los electrodos debido a trauma.
- Afectado por campos magnéticos.
- Defectos en el marcapasos.
- Cardioversión eléctrica y desfibrilación.
- Ablación eléctrica.
- Tratamientos dentales.
- Teléfonos.
- Litotricia.

### **6.1.1. DESPLAZAMIENTO O RUPTURA DE LOS ELECTRODOS DEBIDO A TRAUMA**

Esto ocurre cuando en el momento del procedimiento al pasar los electrodos que se necesiten dependiendo del marcapasos que se requiera no se colocan de forma adecuada, por lo cual envía un impulso en el lugar que no se debe o no envía.

Cuando hay trauma sobre el marcapasos con un objeto contundente este puede producir la ruptura de los electrodos haciendo que el impulso que se envíe no llegue a la cavidad que se necesite, ya que el electrodo deja de funcionar (ver Figura 41).



*Figura 41. Desplazamiento de electrodos*

### 6.1.2. AFECTADOS POR CAMPOS MAGNÉTICOS

Los marcapasos deben evitar campos electromagnéticos poderosos como los que se encuentran en la resonancia magnética o en las líneas de transmisión de alto voltaje, ya que pueden inhibir o desviar los impulsos eléctricos del marcapasos implantado haciendo que la cavidad que se debe estimular no logre ser estimulada (ver Figura 42).

### 6.1.3. DEFECTOS EN EL MARCAPASOS

El marcapasos puede presentar algunos defectos de fábrica en los siguientes elementos:

- La batería. Es ineficiente cuando no se logra que el impulso sea lo suficientemente fuerte para estimular la cavidad o cavidades que ese necesiten.
- Los electrodos. Cuando presentan daños no se puede estimular la cavidad donde se encuentran o tengan una alta impedancia, que es la oposición al paso de la corriente, impiden hacer una estimulación adecuada.

- El programa y acceso de los datos. Cuando no permiten configurar de manera adecuada el marcapasos o no se pueden obtener los datos respecto al funcionamiento del corazón y los ajustes que se tengan que hacer durante la vida útil del marcapasos (ver Figura 43).

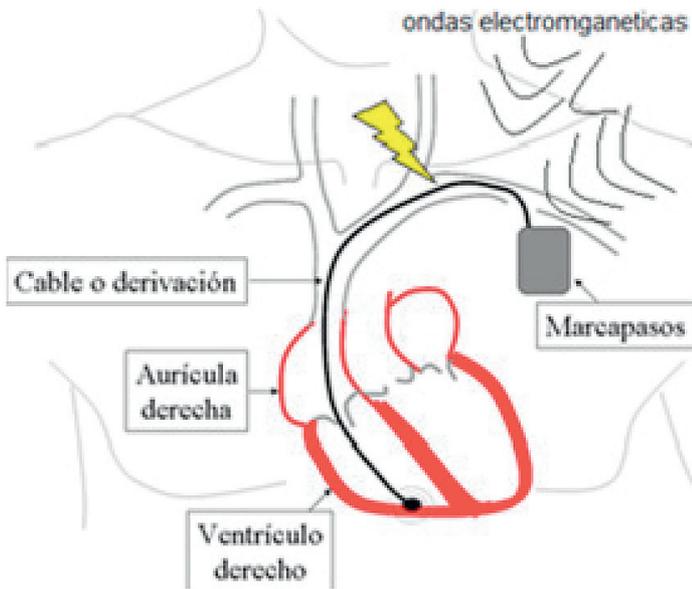


Figura 42. Interferencias de campos magnéticos en el electrocardiograma

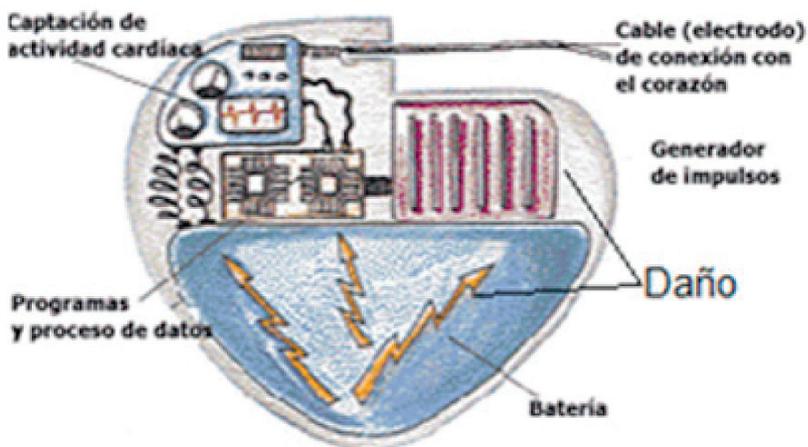
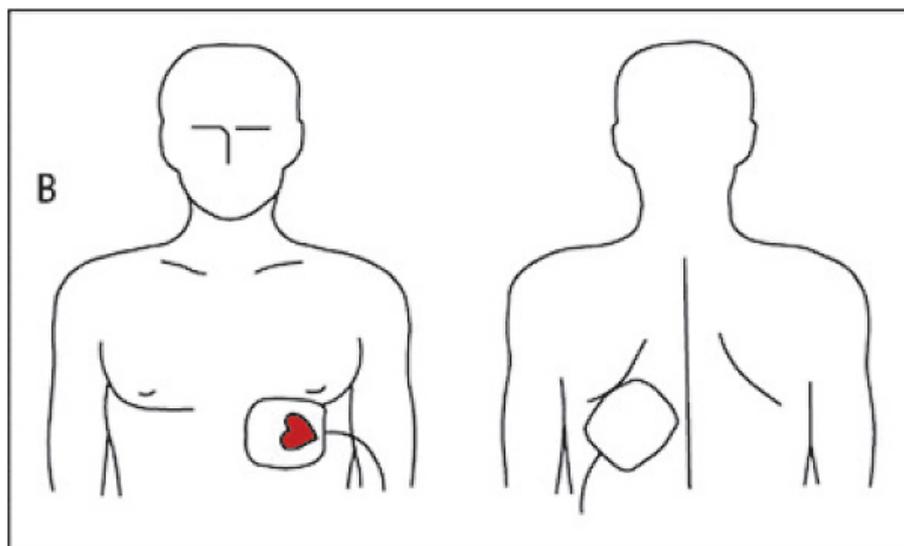


Figura 43. Esquema de las partes del marcapasos y sus posibles daños

#### 6.1.4. CARDIOVERSIÓN ELÉCTRICA Y DESFIBRILACIÓN

El uso de estos procedimientos pueden provocar reprogramación a parámetros diferentes de los originales. Estas interferencias pueden ser de manera temporal o permanente. Por esta razón se recomienda que para este tipo de procedimientos se utilicen las paletas en posición anteroposterior a una distancia de 10 cm del marcapasos (ver Figura 44).



*Figura 44. Muestra cómo se debe hacer la desfibrilación anteroposterior*  
<http://www.revespcardiol.org/es/estimulacioncardiaca-temporal-estimulacion-tras/articulo/13110805/>

#### 6.1.5. ABLACIÓN ELÉCTRICA

Puede producir aumento transitorio de los umbrales de estimulación y sensibilidad con inhibición o infradetección y ciclos irregulares.

#### 6.1.6. TRATAMIENTOS DENTALES

Pueden interferir en el funcionamiento del marcapasos con el uso de la fresa y los últimos ultrasonidos; aunque produce inhibición transitoria, no dañará el marcapasos. Se debe informar al odontólogo e inmediatamente no se usarán en pacientes con marcapasos para evitar interferencia electromagnética.

### 6.1.7. TELÉFONOS

Los teléfonos conectados a la red inalámbrica no producen interferencia, los móviles sí pueden producirlas y ello dependerá de la proximidad de la emisora, del teléfono celular y su antena generadora de impulsos. Para evitar la interferencia, el celular se debe llevar al lado opuesto de la zona del marcapasos y se mantendrá a una distancia mínima de 30 centímetros.

### 6.1.8. LITOTRICIA

Los marcapasos unicamerales pueden ser inhibidos temporalmente, y los bicamerales pueden ser inhibidos o producir arritmias. Ante esta técnica se programará el marcapasos en modo VOO, y el punto focal del litotroptor se colocará al menos a 15 cm del marcapasos.

## 6.2. PRESENTACIÓN CLÍNICA

Los síntomas del mal funcionamiento del marcapasos incluyen:

- Síncopes continuos.
- Mareos.
- Tirones de músculos abdominales.
- Aturdimiento.
- Dolor de pecho.
- Falta de aire.

### 6.2.1. DIAGNÓSTICO

El diagnóstico del mal funcionamiento del marcapasos se da por medio de un electrocardiograma donde puede tener dos opciones:

#### 1. Marcapasos no captura

La falta de captura ya sea de la aurícula o ventrículo puede ser intermitente o persistente; el paciente tendrá una frecuencia más lenta que la programada; presentando una disociación de la onda P o complejo QRS (ver Figura 45).



Figura 45.

<http://marcapasosmed.wikispaces.com/Electrocardiograma+y+marcapasos>

## 2. Marcapaso no sensa

El marcapaso con falta de sensado auricular o ventricular se puede diagnosticar con electrocardiograma cuando la onda P estimulada o un complejo QRS estimulado ocurre antes de lo esperado con base en el límite se debe inferir la frecuencia del marcapaso (ver Figura 46).



Figura 46.

<http://marcapasosmed.wikispaces.com/Electrocardiograma+y+marcapasos>

## 6.2.2. TRATAMIENTO

En cuanto llega el paciente al hospital el tratamiento es estabilizarlo sintomá-

ticamente y someterlo a una intervención para retirar el marcapasos que no funciona y poner uno nuevo.

### 6.3. SÍNDROME DEL MARCAPASOS

Este síndrome es una entidad clínica compleja que es producida frecuentemente por la inadecuada sincronización de la contracción auricular y la contracción ventricular, con presencia de síntomas y signos relacionados con respuesta hemodinámica anormal. Esta clase de síndrome se ve a cualquier edad pero predomina en el paciente anciano y con cardiopatía estructural; no tiene predilección por sexo y se puede presentar a cualquier momento después del implante del marcapasos (ver Figura 47).

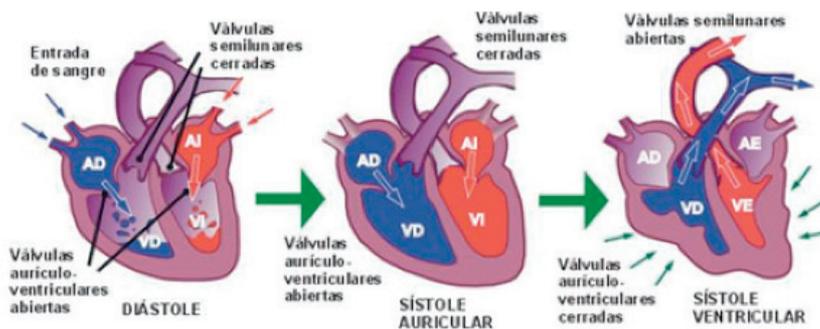


Figura 47.

<http://www.aula2005.com/html/cn3eso/09circulatorio/09circulatories.htm>

El punto de partida de la mayoría de las causas del síndrome del marcapasos es la pérdida de sincronización auriculoventricular, la cual pone en marcha una cascada de eventos hemodinámicos, neurohumorales y electrofisiológicos que son responsables de los signos y síntomas que se presentan.

#### 6.3.1. PRESENTACIÓN CLÍNICA

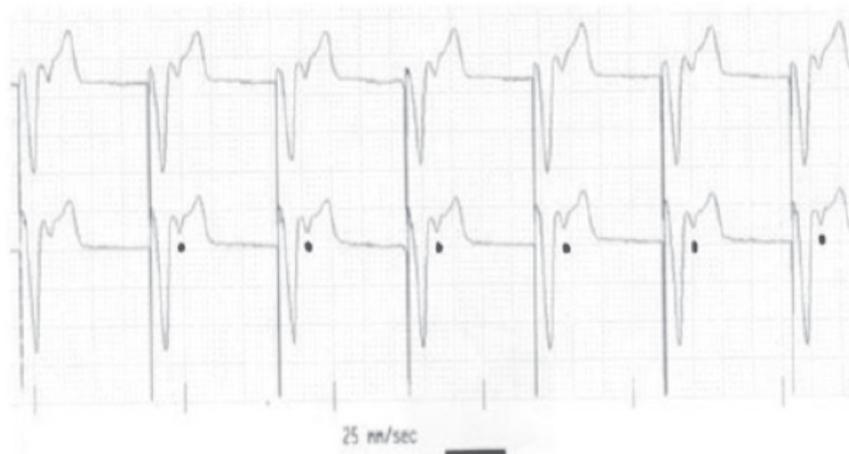
Los síntomas y signos que presenta este síndrome son:

- Palpitaciones.
- Sudoraciones, vértigo, astenia.
- Adinamia.

- Intolerancia al ejercicio.
- Hipotensión arterial.
- Síncope.
- Insuficiencia cardiaca.

### 6.3.2. DIAGNÓSTICO

Se debe hacer con base en un electrocardiograma que muestre con conducción retrógrada que es el ritmo más frecuente del 80 % de los pacientes (ver Figura 48).



*Figura 48. Obsérvese la conducción retrógrada, conducción ventrículo auricular; dada por la presencia de la onda P delante de la onda T, marcada con puntos negros*

Si el electrocardiograma no logra hacer un diagnóstico preciso se debe realizar un ecocardiograma donde se demuestra la pérdida de sincronización de la aurícula y el ventrículo (ver Figura 49).

### 6.3.3. TRATAMIENTO

En este síndrome es necesario reprogramar el marcapasos para sincronizar las contracciones auricular y ventricular; de esta manera los síntomas no volverán a estar presentes. Si no se logra hacer la sincronización adecuada se debe cambiar el marcapasos.

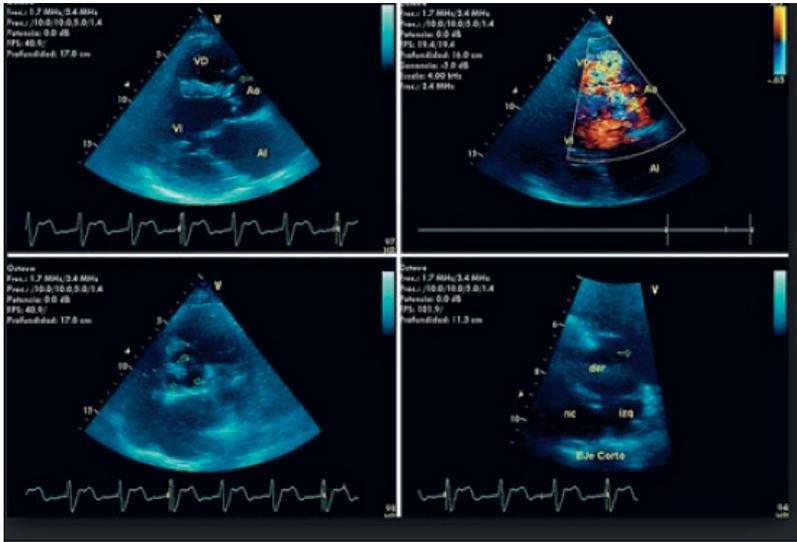


Figura 49. Ecocardiograma con sus respectivas cavidades  
[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-41422008000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-41422008000100005&script=sci_arttext)

#### 6.4. MARCAPASOS AURICULAR ERRANTE

El marcapasos auricular aparece en el electrocardiograma como un estímulo simple (espiga) seguido por una onda P. La onda P depende de la localización de los electrodos en aurícula y puede ser pequeña, disminuida bifásica o negativa. El intervalo P-R y la configuración del complejo QRS son similares al ritmo sinusal (ver Figura 50).

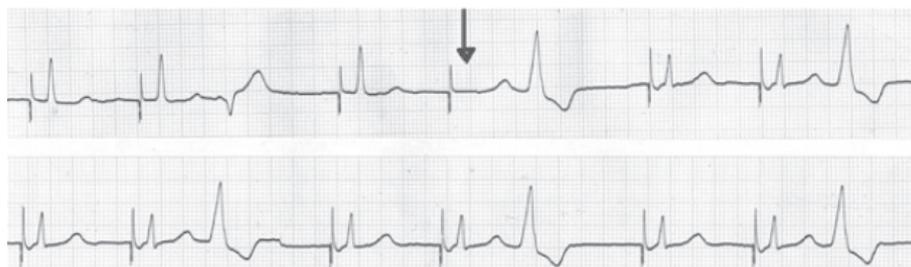


Figura 50. Se logra ver el patrón normal del marcapasos auricular normofuncionante  
<http://marcapasosmed.wikispaces.com/Electrocardiograma+y+marcapasos>

Cuando el marcapasos auricular es errante la espiga no estará seguida por una onda T, la espiga caerá erróneamente, lo que se puede ver en el electrocardiograma donde la espiga cae en la onda T o una superposición de la onda P sobre la onda T (ver Figuras 51 y 52).



*Figura 51. Obsérvese la conducción retrógrada, conducción ventriculoauricular; dada por la presencia de la onda P delante de la onda T, marcada rojas*



*Figura 52. Obsérvese una mala conducción de la auricular; dada por la presencia de espigas no conductoras seguidas por complejos QRS anchos y onda T invertida*

#### 6.4.1. PRESENTACIÓN CLÍNICA

Los síntomas son:

- Mareos leves.
- Síncopes.
- Palpitaciones.

- Sudoración.
- En algunos casos, graves síntomas de accidente cerebrovascular.

Los signos son:

- Taquicardia.
- Discordancia entre la frecuencia auscultada y la frecuencia palpable.

#### 6.4.2. DIAGNÓSTICO

Se debe hacer con base en un electrocardiograma que muestre las alteraciones anteriormente mencionadas y se puede realizar un Holter si no se está totalmente seguro del diagnóstico con un electrocardiograma (ver Figuras 51 y 52).

#### 6.4.3. TRATAMIENTO

En el tratamiento del marcapasos auricular errante si es posible reprogramar el marcapasos, si no se logra, el mejor tratamiento es el cambio por uno nuevo.



# **Capítulo 7**

## **Tratamiento de Resincronización**



En pacientes con insuficiencia cardiaca ya avanzada se presentan retrasos en la conducción auriculoventricular, además de la anomalía global en la contracción, por lo cual en estos pacientes se usa terapia de resincronización cardiaca.

Esta consta del uso de dispositivos que estimulan la contracción tanto auricular como ventricular (derecha e izquierda), por medio de un catéter ubicado en una vía afluyente del seno coronario o en el epicardio.

Con su uso se mejora el llenado ventricular y hay reducción de estenosis mitral, además disminuye el remodelamiento cardiaco. De esta manera se mejora la sintomatología del paciente, al igual que el número de descompensaciones de la patología.

Se presentan diferentes indicaciones para la realización de la terapia de resincronización cardiaca (ver Figura 53).

<p><b>Clase I</b></p> <p>1. Pacientes con insuficiencia cardíaca avanzada, en CF III o IV estable (NYHA) con tratamiento médico óptimo, fracción de eyección del ventrículo izquierdo <math>\leq</math> 35 %, ritmo sinusal, QRS<sup>3</sup> 120 ms. (Nivel de evidencia A).</p>
<p><b>Clase II</b></p> <p>• Clase IIa</p> <p>1. Pacientes con marcapasos definitivo (en ritmo sinusal o fibrilación auricular) que en su evolución presentan síntomas de insuficiencia cardiaca y deterioro progresivo de la FSVI (Fey <math>\leq</math> 40 %) de causa no corregible y atribuible a estimulación del VD (con estimulación durante la mayor parte del tiempo). (Nivel de evidencia C).</p>

<p>2. Pacientes con insuficiencia cardiaca avanzada en CF III-IV estable (NYHA), fracción de eyección <math>\leq 35\%</math> a pesar del tratamiento médico óptimo, con indicación de marcapasos y necesidad de estimulación en el ventrículo derecho durante la mayor parte del tiempo. (Nivel de evidencia C).</p> <p>3. Pacientes con insuficiencia cardiaca avanzada en CF III o IV estable (NYHA) con tratamiento médico óptimo, fracción de eyección del ventrículo izquierdo <math>\leq 35\%</math>, fibrilación auricular, QRS <math>\geq 120</math> ms.</p> <p>Para obtener los beneficios de la TRC en estos pacientes, se debe lograr una estimulación biventricular <math>\geq 90\%</math> mediante enlentecimiento farmacológico de la conducción por el nódulo AV o su ablación con radiofrecuencia (Nivel de evidencia).</p> <p>• Clase IIb</p> <p>1. Pacientes con insuficiencia cardiaca en CF I o II (NYHA), fracción de eyección <math>\leq 35\%</math> a pesar del tratamiento médico óptimo, con indicación de marcapasos y necesidad de estimulación en el ventrículo derecho durante la mayor parte del tiempo (Nivel de evidencia C).</p>
<p><b>Clase III</b></p> <p>1. Pacientes con insuficiencia cardiaca en clase funcional III-IV sin tratamiento médico óptimo.</p> <p>2. Pacientes con síntomas avanzados de insuficiencia cardiaca que tengan una causa reversible de esta.</p> <p>3. Pacientes con insuficiencia cardiaca terminal o expectativa de vida <math>&lt; 1</math> año.</p>

*Figura 53. Indicaciones de terapia de resincronización cardiaca*  
Consenso de marcapasos y resincronizadores.  
Revista Argentina de Cardiología Vol. 77 N° 4/Julio-Agosto 2009

# **Capítulo 8**

## **Otros Conceptos**

- 8.1. ESTIMULACIÓN CON FRECUENCIA FIJA
- 8.2. SOBREDETECCIÓN
- 8.3. GENERADOR DEL IMPULSO
- 8.4. DESFIBRILADOR IMPLANTABLE DEL MARCAPASOS
- 8.5. UMBRAL DE ESTIMULACIÓN
- 8.6. UMBRAL DE DETECCIÓN: SENSADO



### 8.1. ESTIMULACIÓN CON FRECUENCIA FIJA

Es cuando se hace la programación al marcapasos donde se deja una frecuencia de estímulo programada de manera fija y se verá en el electrocardiograma con la misma regularidad de las espigas (ver Figura 54).



*Figura 54. Se logra ver el patrón normal del marcapasos auricular normofuncionante*

<http://marcapasosmed.wikispaces.com/Electrocardiograma+y+marcapasos>

### 8.2. SOBREDETECCIÓN

En el censado de sucesos distintos de las ondas P y R por el circuito del marcapasos (ver Figura 55), la sobredetección conduce a infraestimulación; esto puede ser por diferentes causas como:

1. Rotura aislante.
2. Fractura intermitente del cable.
3. Miopotenciales.
4. Extrasístoles ocultos.

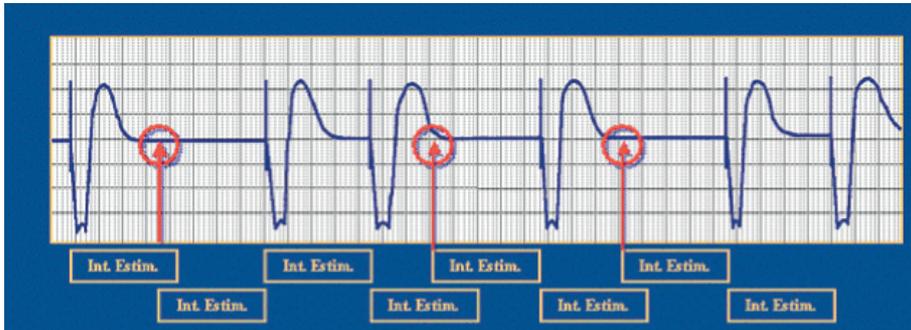


Figura 55. Muestra sobredetección ventricular  
<http://www.secex.org/marca/014/Diapositiva40.GIF>

### 8.3. GENERADOR DEL IMPULSO

Es una parte del marcapasos encargada de generar el impulso eléctrico según sea su configuración (ver Figura 56).

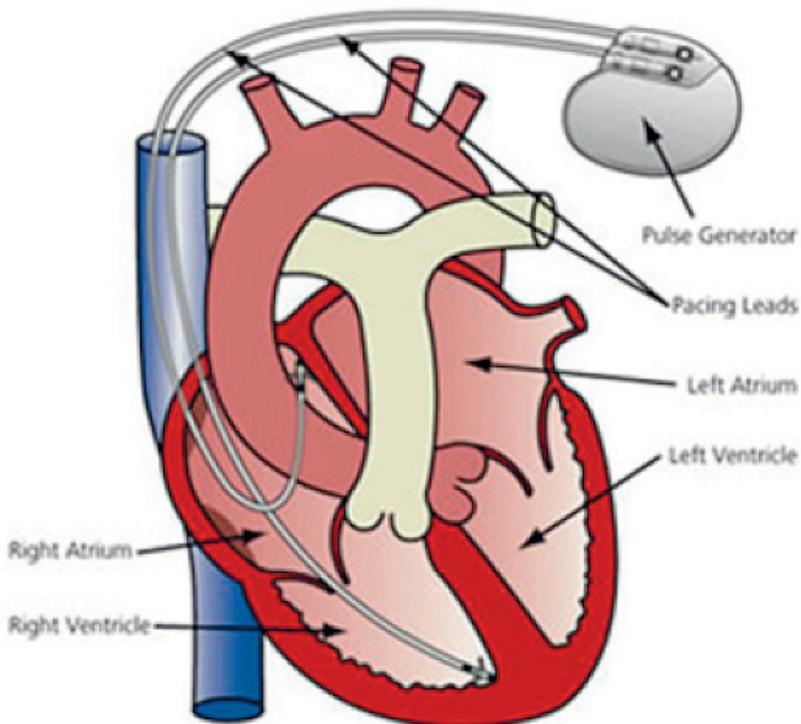


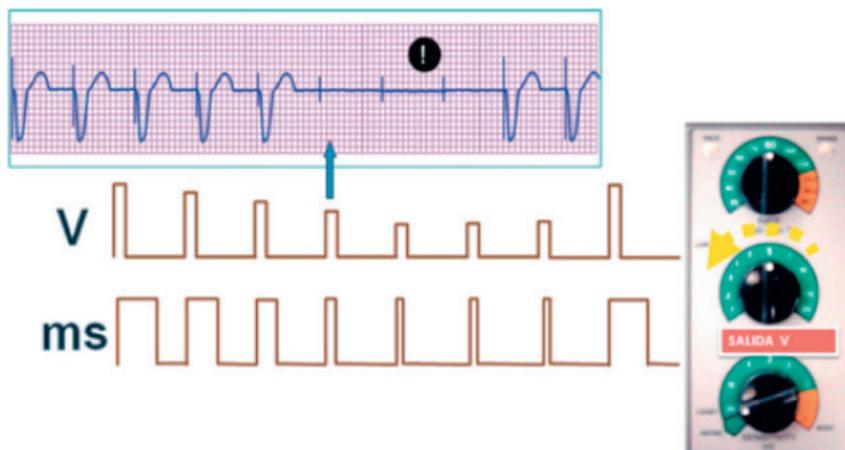
Figura 56. Partes del marcapasos con el generador de impulsos  
<http://www.cardiotech.com.sv/pacientes.html>

#### 8.4. DESFIBRILADOR IMPLANTABLE DEL MARCAPASOS

Es un dispositivo que se coloca en el interior del cuerpo del paciente con fibrilación ventricular; esto se utiliza para las arritmias graves. El desfibrilador interviene cada vez que detecta una arritmia ventricular generando un impulso eléctrico que provoca el latido del corazón. Cada tres a seis meses debe acudir a revisión y cada seis años someterse a una pequeña intervención para cambiar las baterías.

#### 8.5. UMBRAL DE ESTIMULACIÓN

Es el mínimo impulso eléctrico del generador cuantificado por su intensidad (voltaje: reobase: V) y duración de pulso (cronaxia: ms) necesario para conseguir el umbral de despolarización celular miocárdica (captura) (ver Figura 57).



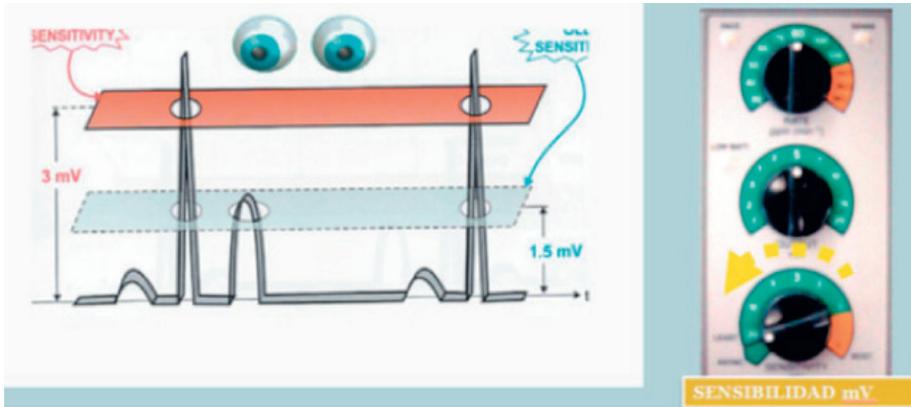
*Figura 57. Captura*

Nociones básicas sobre marcapasos y desfibriladores automáticos implantables.  
Inmaculada Sánchez Pérez, Antonio Hernández Madrid

#### 8.6. UMBRAL DE DETECCIÓN: SENSADO

Es la capacidad del dispositivo de detectar el frente de despolarización miocárdica, ya sea propia o inducida por estímulo eléctrico (sensibilidad: mV). Si la sensibilidad es baja, la capacidad de detección será mayor, y si es alta, será menor (es como una valla: si está más baja, dejará ver mejor lo que hay detrás) (ver Figura 58).

## MARCAPASOS CARDIACO



*Figura 58. Sensado*

Nociones básicas sobre marcapasos y desfibriladores automáticos implantables.  
Inmaculada Sánchez Pérez, Antonio Hernández Madrid

## **Bibliografía**



- Albornoz H, Cuesta A, Reyes W, Lombide I, Vidal L, Dubner S. Recomendaciones para la prevención y manejo de las infecciones relacionadas al implante de marcapasos y cardiodesfibriladores. *Rev. Urug. Cardiol.* [revista en la Internet]. 2012 Ago; 27(2):206-210 [citado 2013 Sep 12].
- Arce M, Femenía F, Palazzolo J, Trucco E, Rodríguez C, Baranchuk A. Frecuencia de fibrilación auricular y tratamiento con anticoagulantes orales en pacientes con marcapasos definitivo. *Invest. clín* [revista en la Internet]. 2011 Mar; 52(1):58-68 [citado 2013 Sep 12].
- Arribas F, López M, Salguero R, et al. Algunos aspectos relacionados con el implante del desfibrilador automático implantable. *Rev Esp Cardiol (Supl.)*. 2008; 8:51A-64<sup>a</sup>.
- Femenía F, Arce M, Peñafort F, Arrieta M, Gutiérrez D. Complicaciones del implante de marcapaso definitivo: ¿Un evento operador dependiente? Análisis de 743 pacientes consecutivos. *Arch. Cardiol. Méx.* [revista en la Internet]. 2010 Jun; 80(2):95-99 [citado 2013 Sep 12].
- Femenía F, et al. Complicaciones del implante de marcapaso definitivo: ¿Un evento operador dependiente? Análisis de 743 pacientes consecutivos. *Arch. Cardiol. Méx.* Jun 2010; 80(2):95-99. ISSN 1405-9940.0
- Gagliardi J, Leonardi M. Consenso de marcapasos y resincronizadores Consenso Argentino Sac. *Revista Argentina de Cardiología*. 2009 julio-agosto; 77(4).

- García-Bolao I, et al. Estado actual de la terapia de resincronización cardiaca. Arch. Cardiol. Méx. Set 2012; 82(3):235-242. ISSN 1405-9940.
- Garillo R, Moreno M. Marcapasos cardiacos. Estimulación desde el ventrículo derecho: Beneficios y perjuicios a la luz de la experiencia actual. Rev. costarric. cardiol [online]. 2011; 13(1):19-22. ISSN 1409-4142.
- Garillo R, Moreno M. Marcapasos cardiacos. Estimulación desde el ventrículo derecho: Beneficios y perjuicios a la luz de la experiencia actual. Rev. costarric. cardiol [revista en la Internet]. 2011 Jun; 13(1):19-22 [citado 2013 Sep 12].
- Guevara-Valdivia, M, et al. Monitoreo remoto y seguimiento del paciente con desfibrilador automático implantable y terapia de resincronización cardiaca. Arch. Cardiol. Méx. Jun 2011; 81(2):93-99. ISSN 1405-9940.
- Liew R. Cardiac arrhythmias and pacing. Arch. Cardiol. Méx. Dec 2011; 81(4):370-382. ISSN 1405-9940.
- Monserrat C, Cardona J, Llácer F, Ortega A, Tarín-Royo F, Ramos C. Conceptos Básicos sobre estimulación cardiaca. Publicado por Anestesiari el 23 mayo 2011.
- Pelegrín A, Padró L. Marcapasos desfibrilador automático implantable en familiares con síndrome de Brugada. MEDISAN [revista en la Internet]. 2011 Nov; 15(11):1639-1646 [citado 2013 Sep 12].
- Raúl S, Sancho-Tello M, Ruiz F, Leal J, Fidalgo M. Registro Español de Marcapasos. VIII Informe Oficial de la Sección de Estimulación Cardiaca de la Sociedad Española de Cardiología. Rev Esp Cardiol. 2011; 64(12):1154-1167.

- Santos A, Watanabe E, Andrade D. Biofilm en marcapaso artificial: ¿ficción o realidad? *Arq. Bras. Cardiol.* [online]. 2011;97(5):e113-e120 [citado 2013-09-12].
- Suárez J. Marcapasos, resincronizadores y cardiodesfibriladores implantables: Fundamentos técnicos, indicaciones y manejo clínico. *Rev. argent. cardiol.* [online]. 2010; 78(2):182-183 [citado 2013-09-12].
- Vardas P, Auricchio A, Blanc J, Daubert J, Drexler H, Ector H, Gasparini M, Linde C, Bello F, Oto A, Sutton R, Trusz-Gluza M. Guías europeas de práctica clínica sobre marcapasos y terapia de resincronización cardíaca. *Rev Esp Cardiol.* 2007; 60(12):1272.e1-e51.
- Viera B. Síndrome de marcapaso. Presentación de un caso: Una propuesta de indicadores. *MediSur* [online]. 2009;7(5): 48-52. ISSN 1727-897X.

