

# Marcapasos Cardíacos Permanentes

## *Permanent Cardiac Pacemakers*

*Dr. César Arowne Carrasco\*, Dr. Alejandro Villeda†*

### INTRODUCCION

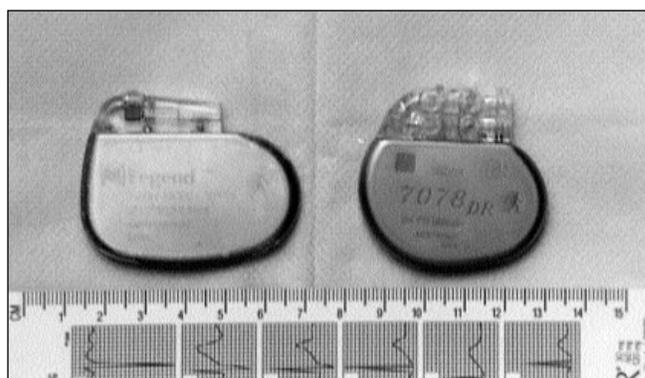
Desde que el primer marcapasos se implantó en Norteamérica en la década de los 50's, ya son millones los pacientes que se han beneficiado con este invento y que son portadores de un marcapasos permanente. Y aunque el estudio de los marcapasos es ahora una subespecialidad de la cardiología, los médicos generales se encuentran muchas veces con pacientes que llevan un marcapasos o bien que son candidatos a su implante.<sup>1</sup>

Después de 1960, se vieron muchos avances en la comprensión de las arritmias y en la tecnología de los marcapasos; A diferencia con las primeras fuentes de energía, los marcapasos modernos son más pequeños, mas livianos y tecnológicamente más avanzados<sup>2</sup> (Figura No. 1).

### TECNOLOGIA

Un marcapasos es un sistema que monitorea la actividad intrínseca del corazón y a la vez genera un impulso eléctrico cuando el ritmo intrínseco del corazón no lo hace.

Su funcionamiento es similar a un circuito eléctrico en el cual la batería provee la electricidad que viaja por un cable hasta el miocardio donde lo estimula y produce un



**Figura No. 1.** Fotografía de dos modernos marcapasos permanentes. El de la izquierda es un marcapasos unicameral y el de la derecha bicameral.

latido cardíaco (captura). La energía regresa a la batería por el mismo cable o bien por los tejidos del paciente para completar el circuito.

Un sistema de marcapasos consta de dos elementos:

1.- Fuente o generador de pulsos: llamado también marcapasos, es un pequeño aparato metálico de titanio en cuyo interior se alberga una batería de yoduro de litio cuya duración es en promedio de 10 a 15 años. Además contiene el circuito electrónico que controla el tiempo y duración de los impulsos eléctricos así como las diversas operaciones de sensado y funcionamiento del marcapasos.

2.- Electrodo: es el que conduce la electricidad desde la fuente hasta el corazón, y en los bipolares llevan la corriente de regreso a la batería para cerrar el circuito. Además

\* Médico Especialista en Medicina Interna. Programa de Marcapasos del Instituto Nacional del Tórax.

† Médico Especialista en Medicina Interna y Cardiología. Jefe de Cardiología del Instituto Nacional del Tórax, Director del Programa de Marcapasos del Instituto Nacional del Tórax.

*Dirigir correspondencia al Instituto Nacional del Tórax*

llevan información hacia la fuente sobre la actividad cardíaca. El electrodo está aislado del cuerpo con silicón o poliuretano y algunos están impregnados con dexametasona para disminuir la reacción inflamatoria local que se produce durante la fase aguda después del implante. Sólo la punta metálica está expuesta.

Tipos de electrodos:

- a) Endocárdicos, cuando se colocan en el interior de las cavidades cardíacas derechas y Epicárdicos, cuando son fijados en el epicardio.
- b) Auriculares o Ventrículos.
- c) Unipolar si consta de un solo cable o Bipolar cuando contiene dos cables en su interior.

### CODIGO DEL MARCAPASOS

El código usado actualmente es el código NBC<sup>3</sup> que es una combinación de los códigos de la Sociedad Americana (North American Society of Pacing and Electrophysiology, NASPE) y la British Pacing and Electrophysiology Group (BPEG), en el cual se incluyen 5 letras:

Posición I: se refiere a la cámara que es estimulada y puede ser A=Aurícula, V=Ventriculo, D=Ambas, O=Ninguna.

Posición II: se refiere a la cámara sensada y usa las mismas letras que el anterior. O=indica ausencia de sensado.

Posición III: indica la respuesta al sensado y puede ser I=Inhibición, de modo que cuando el marcapasos sensa un evento se inhibe la estimulación siguiente. T=(trigger) indica una respuesta de disparo. D=ambas funciones.

Posición IV: se refiere a la programabilidad: M=Multi-programable, R=(rate responsive) respuesta de frecuencia.

Posición V: se reserva para aparatos que tienen función antitaquicardia como ser los desfibriladores implantables.

El Rate Responsive o Respuesta de Frecuencia se ha desarrollado para ayudar al paciente a adaptarse al estrés fisiológico o al ejercicio. Consta de un sensor que proporciona una medida aproximada de las necesidades metabólicas del cuerpo y puede ser el movimiento, la temperatura corporal, la frecuencia respiratoria, la saturación de oxígeno entre otros, de manera que cuando el marcapasos recibe estas señales modifica su frecuencia lo que produce un incremento en la frecuencia cardíaca y de esta manera se mejora la capacidad para el ejercicio.

### INDICACIONES

La presencia de síntomas asociados a bradicardia continúa siendo la más convincente indicación para el implante de un marcapasos permanente. Las indicaciones para el implante se basan en las recomendaciones de la American Heart Association Task Force on Assessment of Diagnostic and Therapeutic Cardiovascular Procedures (Committee on Pacemaker Implantation).<sup>4</sup>

- 1.- Marcapasos en bloqueo auriculoventricular (AV): la decisión acerca de la necesidad de un marcapasos es influenciada por la presencia de síntomas atribuibles a la bradicardia producida por un bloqueo AV de 3 grado o de 2 grado Mobitz II y muy ocasionalmente cuando es debido a un bloqueo AV de 2 grado Mobitz I.
- 2.- Marcapasos en bloqueo bifasicular o trifasicular: la indicación se basa en la documentación de bradicardia sintomática.
- 3.- Marcapasos en infarto agudo del miocardio: aquí la indicación para el implante de un marcapasos permanente no depende de la presencia de síntomas, sino que está en relación con la extensión del daño del sistema de conducción. Los I.A.M. de cara inferior y posterior se asocian a bradicardias y bloqueos AV y aunque requieran de un marcapasos temporal no necesariamente son indicación para el implante de un marcapasos permanente.
- 4.- Marcapasos en disfunción del modo sinusal: aquí un paciente puede ser sintomático en los periodos de taquicardia o en los de bradicardia por lo que para la correlación de los síntomas se requiere de un estudio

con Holter. Esta patología es frecuentemente la indicación principal para colocar un marcapasos.

- 5.- Marcapasos en seno carotídeo hipersensible: una respuesta hiperactiva a la estimulación del seno carotídeo es definida como asístole debida a arresto sinusal o bloqueo AV por más de 3 segundos o una disminución sintomática en la presión sistólica. Los marcapasos permanentes bicamerales secuenciales proporcionan un mayor beneficio para aliviar los síntomas en pacientes con una excesiva respuesta cardio-inhibitoria. Si el paciente tiene una hipersensibilidad vasodepresora pura el uso de marcapasos no proporciona beneficio.

### SELECCION DEL MARCAPASOS

Una vez que se ha decidido colocar un marcapasos, el médico debe seleccionar entre una variedad de marcapasos y electrodos disponibles: si se desea un marcapasos unicameral o bicameral, unipolar o bipolar, el tamaño, la capacidad de la batería y el costo, entre otros.

- 1.- Marcapasos Unicameral: este sistema consta de un solo electrodo que se ubica en una de las cámaras cardíacas, ya sea la aurícula o el ventrículo. Los modos de operación más usados son:

AAI: o modo de demanda auricular que se selecciona para pacientes con bradiarritmias sinusales sin bloqueo AV como en el Síndrome del Seno Enfermo.<sup>5</sup>

VVI: o modo de demanda ventricular se usa en pacientes con bloqueo AV y taquiarritmias auriculares crónicas o persistentes y en pacientes con enfermedades incapacitantes o con pronóstico malo. Es el modo de operación más frecuentemente usado.<sup>6</sup>

- 2.- Marcapasos Bicameral: este sistema usa 2 electrodos, uno ubicado en la aurícula y el otro en el ventrículo, de esta forma se puede sentir y/o estimular cualquiera de las cámaras cardíacas y así coordinar la contracción de las aurículas con la de los ventrículos para una mejor eficiencia del corazón. En algunos estudios retrospectivos se ha encontrado que la mortalidad en los pacientes con marcapasos bicamerales es menor que en pacientes con marcapasos ventricular.<sup>7,8</sup>

VAT, VDD, DVI son formas sincronizadas con la onda P o bien secuenciales aurículo-ventriculares que se usan en presencia de bloqueo AV. No se recomienda su uso en aquellas situaciones donde la aurícula no es capaz de ser sensada o estimulada como en el flutter o la fibrilación auricular.

DDD: forma enteramente automática que se emplea en bradiarritmias auriculares con o sin bloqueo AV.

### IMPLANTE

El implante de un marcapasos se debe realizar en una sala de cateterismo cardíaco o bien en sala de operaciones que cuente con un equipo de fluoroscopia para poder guiar los electrodos hasta la posición deseada, ya sea la punta del ventrículo derecho en caso de que sea un electrodo ventricular o la orejuela de la aurícula derecha si es un electrodo auricular (Figura No. 2).

Dependiendo del tipo de electrodo a usar existen diversos procedimientos para el implante de marcapasos:

- a) Electrodo endocárdicos: la introducción del electrodo hasta las cavidades cardíacas derechas puede ser por disección de la vena cefálica o de la vena yugular

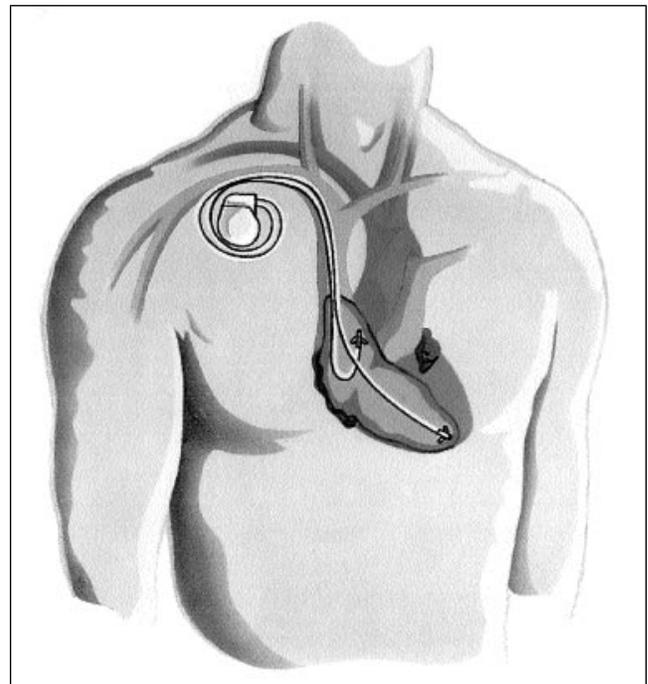


Figura No. 2. Ubicación del marcapasos y los electrodos endocárdicos.

externa o bien por punción de la vena subclavia. El procedimiento se realiza con anestesia local y usualmente el marcapasos es colocado en la porción antero-superior del tórax cerca del hombro.

- b) Electrodo epicárdico: su implante requiere de anestesia general ya que se realiza una incisión subcostal hasta exponer el corazón y el electrodo es directamente fijado al epicardio. El marcapasos es colocado bajo la piel en la región superior del abdomen.

**Cuidados Perioperatorios:** aunque los cuidados que hay que tomar son mínimos, se requiere de un monitoreo cardíaco, de vigilancia médica y de radiografías post-operatorias para verificar el adecuado funcionamiento del marcapasos así como la posición de los electrodos. Aunque el uso de antibióticos profilácticos en la prevención de complicaciones infecciosas es controversial y no tiene el apoyo de evidencia científica, su uso parece ir en incremento.<sup>9</sup>

**Complicaciones del Implante:** Arritmias, especialmente taquicardia ventricular o CVP's son frecuentes mientras se ubica el electrodo. La embolia de aire, trombosis o hemorragia son complicaciones potenciales en cualquier acceso venoso. El implante por punción trae otras complicaciones como neumotórax, hemotórax, lesión de nervios o de la arteria subclavia.<sup>10</sup> La perforación de la pared auricular o ventricular puede producir estimulación del nervio frénico o del diafragma o en algunos casos taponamiento cardíaco.

**Extracción del electrodo:** la extracción de un electrodo acarrea un riesgo clínico y solo debe ser realizado con equipos percutaneos diseñados para este fin o bien por cardiotoromía.<sup>11</sup> La infección del sistema de marcapasos, particularmente la sepsis, constituye el motivo principal para el retiro de todo el sistema.

### SEGUIMIENTO

La frecuencia con que será evaluado el paciente posteriormente al implante de un marcapasos dependerá de la enfermedad del paciente, de la presencia de otros problemas médicos, del marcapasos usado, entre otros.

La evaluación del paciente en la consulta externa incluye

a) Historia clínica interrogando al paciente sobre sín-

tomias que aparecen después del implante o bien sobre la persistencia de síntomas previos al implante.

- b) En el examen físico se presta atención al sitio donde se encuentra ubicado el marcapasos buscando algún signo de inflamación, erosión o contracciones musculares.
- c) E.C.G. para identificar las espigas y capturas así como el sensado del marcapasos. (Figura No. 3)
- d) Se efectúa un análisis del marcapasos con un sistema analizador externo el cual proporciona información sobre los parámetros con los que está programado el marcapasos y del estado de la batería. Con el mismo equipo se pueden realizar las modificaciones pertinentes para cada paciente.



**Figura No. 3.** Fotografía ampliada de un E.C.G. de un marcapasos bicameral donde se observan la espiga que produce la contracción auricular y la espiga que produce la contracción ventricular.

### COMPLICACIONES

- 1.- La estimulación diafragmática puede ser debida a la posición del electrodo, a un excesivo voltaje de salida o menos frecuentemente por perforación de la pared del ventrículo.
- 2.- La estimulación del músculo pectoral generalmente se asocia a sistemas unipolares o a fracturas del aislante del electrodo.
- 3.- La infección puede manifestarse en forma de endocarditis o en forma de una infección localizada en el

sitio del implante. La experiencia del operador, la duración del procedimiento y los procedimientos repetidos (recolocaciones) son considerados factores predisponentes siendo la principal causa la contaminación local durante el implante. Los gérmenes más frecuentemente aislados son estafilococos epidermidis y aureus.<sup>12</sup>

- 4.- El síndrome del marcapasos es un conjunto de síntomas caracterizados por disnea o síncope que se desarrolla o empeora después de la colocación de un marcapasos ventricular. El mecanismo propuesto consiste en la pérdida de la sincronía AV en donde la contracción auricular no se coordina con el momento de relajación ventricular. La solución propuesta consiste en el implante de un marcapasos bicameral secuencial.
- 5.- La erosión de la piel con exposición de partes del marcapasos puede presentarse con o sin infección local asociada.
- 6.- La trombosis de la vena que contiene el electrodo es una de las complicaciones más raras.
- 7.- El Síndrome de Twiddler's: se trata de un desplazamiento o fractura del electrodo que se presenta cuando el marcapasos no es fijado en la bolsa subcutánea y el paciente puede de forma consciente o inconsciente rotarlo.

### PROBLEMAS CLINICOS

Uso de electrocauterios: su uso puede producir una pausa temporal o permanente en la salida del marcapasos, así como problemas en el sensado, puede revertirlo a un modo de operación asíncrono (VOO, AOO) o bien dar una señal prematura de recambio. Su uso no se recomienda en pacientes portadores de marcapasos. Recientemente se ha propuesto el uso de un escalpelo ultrasónico como una alternativa segura y efectiva.<sup>13</sup>

Cardioversión o desfibrilación: para minimizar el daño al marcapasos se debe usar la menor energía efectiva para tratar la arritmia, pero en una emergencia no se deben

tomar tantas precauciones pues el marcapasos puede ser repuesto posteriormente.

Resonancia magnética: la mayoría de los marcapasos están hechos con cubiertas de titanio que no son magnéticas.

El campo magnético de este equipo puede afectar adversamente la operación del marcapasos incluyendo la total inhibición en la salida, revertirlo a un modo de operación asíncrono o bien ocasionarle un daño permanente.<sup>14</sup>

Radioterapia: si el marcapasos es directamente irradiado puede dañarse en forma permanente, si la radioterapia es necesaria en la vecindad del marcapasos se le debe proteger y confirmar su función después de cada sesión.

Teléfonos celulares: los teléfonos celulares emiten señales de radiofrecuencia que potencialmente pueden interferir con los marcapasos.<sup>15</sup> Cuando se colocan en la proximidad del marcapasos pueden producir una inhibición del marcapasos o revertirlo a un modo de operación asíncrono los cuales son temporales y que al retirar el teléfono el marcapasos retorna a su estado previo de operación. Se recomienda usar el teléfono en la oreja contraria al sitio del implante y no colocarlo en las bolsas de la camisa.

### REFERENCIAS

- 1.- Kusumoto FM, Goldschlager N. Cardiac Pacemakers. *N Engl J Med* 1996;334:89-98.
- 2.- Jeffrey K, Parsonnet V. Cardiac Pacing, 1960-1985: A quarter century of medical and industrial innovation. *Circulation* 1998;97:1978-91.
- 3.- Bernstein A, et al. The NASPE/BPEG Pulse Generator Code. *PACE* 10(4), Jul-Aug 1987.
- 4.- Gregoratos et al. Pacemaker Implantation Guidelines. *JACC* Vol 31, N° 5, April 1998: 1175-209.
- 5.- Clarke M, Sutton R, Ward A, et al. Recommendations for pacemaker prescription for symptomatic bradycardia. *Br Heart J* 1991: 1-13.
- 6.- Hildick Smith DJ, Lowe MD, Newell SA, Schofield PM, et al. Ventricular Pacemaker Upgrade: experience, complications and recommendations. *Heart* 1998; 79:383-7.
- 7.- Ovsyshcher IE, Hayes DL, Furman S. Dual Chamber pacing is superior to ventricular pacing: Fact or controversy? *Circulation* 1998; 97:2368-70
- 8.- Lamas GA, Orav EJ, Stambler BS, Ellenbogen KA, et al.

- Quality of life and clinical outcomes in elderly patients treated with ventricular pacing as compared with dual chamber pacing. *N Engl J Med* 1998; 338:1097-104.
- 9.- DaCosta A, Kirkorian G, Cucherat M, Delahaye F, et al. Antibiotic prophylaxis for permanent pacemaker implantation: a meta-analysis. *Circulation* 1998; 97:1796-801.
  - 10.- Ong LS, Barold SS, Lederman M, Falkoff MD, Heinle RA. Cephalic vein guide wire technique for implantation of permanent pacemaker. *Am Heart J* 1987;114:754.
  - 11.- Byrd CL, Schwartz SJ, Hedin N. Intravascular techniques for extraction of permanent pacemaker leads. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 101:989.
  - 12.- Cacoub P, Leprince P, Nataf P, Haustafer P, et al. Pacemaker Infective Endocarditis. *Am J Cardiol* 1998; 82:480-4.
  - 13.- Epstein MR, Mayer JE, Duncan BW. Use of an ultrasonic scalpel as an alternative to electrocautery in patients with pacemakers. *Ann Thorac Surg* 1998; 65: 1802-4.
  - 14.- Holmes, Hayes, Gray, et al. The effects of Magnetic Resonance Imaging on Implantable pulse generators. *PACE* 1986; 9:360-70.
  - 15.- Hayes DL, Carrillo RG, Findlay GK, et al. Interferencia de los marcapasos y desfibriladores implantables con los aparatos inalambricos de comunicacion. *PACE* 1996; 19:1419-30.

**Bibliografia Recomendada:**

- 1.- A practical guide to cardiac pacing, 4° Ed. Little Brown and Company. Boston, Mass. H Weston Moses, Krieh P Moulton, Brian Miller, Joel Schneider.
- 2.- Mayo Clinic Practice of Cardiology. Third Edition. Mosby. P:909-76. Emilio R Guiliani, Bernard J Gersh, Michael D McGoon.

---

---

LAS TRES COSAS MAS DIFÍCILES  
EN ESTE MUNDO SON:  
GUARDAR UN SECRETO, PERDONAR UN AGRAVIO  
Y APROVECHAR EL TIEMPO.

*B. FRANKLIN*

---

---