

Archivos de Cardiología de México

Volumen **75**
Volume

Número **3**
Number

Julio-Septiembre **2005**
July-September




Artículo:

Editorial

Evolución de los marcapasos y de la
estimulación eléctrica del corazón

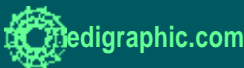
Derechos reservados, Copyright © 2005
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez

**Otras secciones de
este sitio:**

-  **Índice de este número**
-  **Más revistas**
-  **Búsqueda**

***Others sections in
this web site:***

-  ***Contents of this number***
-  ***More journals***
-  ***Search***



EDITORIAL

Evolución de los marcapasos y de la estimulación eléctrica del corazón

Efrén Gutiérrez Fuster*

Palabras clave: Marcapasos. Marcapasos a demanda. Estimulación eléctrica del corazón.

Key words: Pacemakers. Demand pacemakers. Electrical stimulators of the heart.

(Arch Cardiol Mex 2005; 75: 247-251)

En noviembre de 1952, Paul M. Zoll anunció que había revivido a un sujeto víctima de paro cardíaco, por medio de un marcapaso externo. El paciente R. A. de 65 años, sufría de insuficiencia cardíaca congestiva y angina de pecho, a menudo presentaba ataques de Adams-Stokes.¹ En su descripción Zoll señaló que, por medio del marcapaso, se pudo controlar en forma continua el latido cardíaco durante 52 horas.

La estimulación eléctrica cardíaca tiene ya más de 50 años de evolución clínica. Los esfuerzos en el primer decenio se orientaron a contar con un tratamiento práctico del bloqueo auriculo-ventricular. En el segundo decenio se intentaron refinamientos y una mayor confiabilidad, pero fue poco lo que se logró en el campo de la funcionalidad del corazón. El tercer decenio se dedicó a introducir nuevas modalidades de modulación de la frecuencia, como resultado del “rastreo” del nodo seno/auricular. Casi al mismo tiempo se introdujeron aparatos que permitieron la modulación de la frecuencia, independientemente de la auricular, con el uso de sensores fisiológicos especiales, hasta llegar en los últimos dos decenios a mezclar todas las modalidades en la forma de un marcapaso DDDR. En los últimos años la tecnología de marcapasos y sus aplicaciones han registrado adelantos impresionantes. Al médico que no atiende diariamente a sujetos con marcapasos,

este campo puede dejarlo rápidamente a la zaga. Los marcapasos, programadores y sistemas de seguimiento de hoy día son por supuesto más complejos que los sistemas de los años sesenta; aun así, hay complicaciones, como falla prematura de la batería o fracturas de los alambres de la sonda “catéter electrodo”. La técnica trans-torácica de implante que era la más común, ha dejado de serlo a favor de técnicas transvenosas de disección o percutáneas más simples. Desde 1920 se contaba ya con los conocimientos para estimular el corazón por lapsos breves en situaciones agudas. Sabemos que dos médicos, Marck C. Lidwill, y Albert S. Hyman,² de manera independiente, inventaron marcapasos. Con estos aparatos estimularon el corazón de sus pacientes y les salvaron la vida, pero fue muy poco el interés mostrado en ese entonces por la profesión médica.

En el artículo de Zoll ya citado se describió una técnica eficaz de estimulación eléctrica que los clínicos podían llevar a la práctica y que despertó enorme interés en los investigadores. En unos años más se habían inventado ya varios sistemas nuevos de estimulación eléctrica, que eran adecuados para problemas clínicos de una diversidad creciente. El decenio de 1950 fue el principio de la era de los marcapasos cardíacos.

Desde la década de los veinte los fisiólogos entendían cinco fenómenos que era indispensable

* Del Hospital Central Militar de México.

Correspondencia: Calle Graciela No. 49 Col. Guadalupe Tepeyac 07840 México, D.F. efreng@mexis.com

Recibido: 22 de agosto de 2005

Aceptado: 26 de agosto de 2005

comprender para la invención del marcapasos:³

1) el corazón que ha cesado de latir no necesariamente está muerto y puede ser reanimado; 2) no es forzosamente desastroso tocar o estimular eléctricamente el corazón vivo; 3) los estímulos en la forma de “pulsos” eléctricos pueden reiniciar la frecuencia ventricular; 4) no es necesario que los ventrículos reciban la estimulación de su marcapaso natural, que es el nodo sinusal, sino que pueden reaccionar a la estimulación directa; 5) no se necesita la contracción auricular para la función cardíaca y la vida activa.

Si el sistema de conducción natural del corazón está dañado en algún punto, como resultado de inflamación, calcificación, operación quirúrgica o lesión, las corrientes eléctricas producidas normalmente por el marcapaso del propio corazón no pueden ser conducidas a su destino, los ventrículos, por estar bloqueada la conexión entre aurícula y ventrículo. Esta perturbación del sistema de conducción está presente en casi todos los casos de inutilización del marcapaso natural. Esta función cardíaca reducida es insuficiente para bombear la cantidad de sangre necesaria a través del sistema circulatorio. El primer órgano que reacciona a esta escasez de sangre es el cerebro; como consecuencia se producen disnea e incluso episodios de desmayo, además de tener sensación de debilidad física general. Hasta la mitad del siglo pasado, los ataques de Adams-Stokes, solamente se trataban por medio de medicamentos que estimulaban el marcapaso “sustitutivo” del corazón a realizar una actividad aumentada. Resulta comprensible que el uso regular y constante de fármacos, frecuentemente durante años, fuera una gran dependencia para mucha gente y supusiera también un considerable factor de inseguridad. Más aún, la tensión mental de saber que el funcionamiento del corazón dependía del consumo ininterrumpido de un medicamento a largo plazo resultaba insoportable para muchas personas.

El marcapaso artificial demostró ser una posibilidad confiable de “imprimir” al corazón un ritmo regular y adecuado y, gracias a la capacidad de este dispositivo, muchas de estas personas han podido recuperar de nuevo una vida plena, han podido volver a su anterior actividad de trabajo y están llevando a cabo sus propias tareas del hogar como antiguamente. La profesión médica se vio dotada así, con una ayuda técnica que ha llegado a ser una de las más útiles de nuestro tiempo.

Pero todavía quedaba un gran camino por recorrer antes de que el marcapaso alcanzara la calidad que posee en la actualidad, para garantía tanto del doctor como del paciente.

Desarrollo del marcapasos cardíaco: En 1952, como ya quedó dicho, vino de Estados Unidos de América la primera referencia de tratamiento con éxito de un paciente con marcapaso cardíaco. Pero el método empleado en aquel tiempo, tenía todavía una desventaja decisiva: el marcapaso estaba situado fuera del cuerpo y la corriente eléctrica generada por él se condujo al corazón por medio de cables (sondas) o agujas. Para hacer esto posible, las sondas tenían que introducirse en el cuerpo a través de la piel del paciente. Como resultado de este contacto abierto entre el exterior y el interior del cuerpo, se desarrollaban a menudo severas infecciones, a lo largo de las sondas, que alcanzaban el corazón poniendo en grave peligro la vida del paciente. Además los dispositivos eran pesados e incómodos, sujetando al paciente que tenía que llevar su marcapasos con él cuando quería ir a algún sitio. En 1958, en Suecia el Dr. Ake Senning consiguió un éxito al implantar un pequeño estimulador eléctrico bajo la piel del paciente, el aparato fue diseñado por el Dr. Rune Elmquist. Esto constituyó un enorme paso adelante, a pesar de que la batería tenía que cargarse desde el exterior una vez por semana. El primer implante de marcapaso en Estados Unidos se llevó a cabo en Buffalo, New York, en 1959 por el Dr. William Chardack, aparato diseñado por el mismo doctor y un ingeniero biomédico Wilson Greatbatch. En 1959, el Dr. Seymour Furman desarrolló una técnica para estimular el corazón a largo tiempo al insertar un catéter (electrodo) en el ventrículo derecho por vía transvenosa, y fue capaz de estimular el corazón del paciente por varios días, usando un generador de pulsos externo. Los años siguientes no trajeron grandes mejoras con respecto a garantizar un funcionamiento de los dispositivos a largo plazo y libres de fallas. Muchos pacientes tenían todavía que ser operados varias veces por año. Se consideraba un gran éxito cuando un marcapasos conseguía funcionar perfectamente durante un año. Esto ocurría a principios de los sesenta del siglo pasado. La tecnología se hizo cada vez más segura y los dispositivos en sí, cada vez más pequeños y ligeros; el primer generador de impulsos, era una especie de disco de unos 15 cm de diámetro (*Fig. 1A*). El personal médico ganó experiencia y mejoró sus

técnicas quirúrgicas. Las bases para la estimulación moderna por marcapasos se establecieron de 1965 a 1967 debido a tres factores principales: 1) el desarrollo de un aparato implantable, 2) el empleo de una vía transvenosa, y 3) la capacidad del marcapasos para detectar la actividad y responder adecuadamente a dicha señal. Actualmente las sondas (electrodos) se introducen en el interior del corazón por vía venosa. Se insertan en el cuello o debajo de la clavícula y se avanzan hacia una cámara del corazón bajo control de rayos X. Este procedimiento se lleva a cabo con anestesia local y usualmente no requiere más de media hora.

Al inicio de los setenta los marcapasos eran del tamaño de una caja de cerillos, tenían un peso de 120 g y su vida de servicio era de hasta 3 años. Los avances técnicos, sin embargo, no se han detenido. Los pacientes y la profesión médica reclamaron una mayor reducción en el tamaño y una vida del marcapasos mayor, actualmente (*Fig. 1B*) es de 42 a 51 mm con masa de 24 a 26 g. Los primeros marcapasos implantables utilizaban como fuente de poder pilas de zinc-mercurio y funcionaban en promedio 2 años como ya se dijo; actualmente los fabricantes han desarrollado fuentes de poder más durables, la más empleada es la de yodo-litio que tiene longevidades de entre 6 a 10 años.

El generador de impulsos transmite pequeñas descargas eléctricas a través de la sonda al músculo cardíaco lo que lo hace contraerse. Este estímulo no es facilitado por el marcapaso natural de la aurícula sino que es generado por el circuito electrónico del generador de impulsos. La corriente necesaria la suministra, como ya se dijo, una pequeña batería.

El circuito electrónico y la batería están sellados herméticamente dentro de un encapsulado metálico de titanio, que se implanta en un bolsillo bajo la piel. La sonda conectada al marcapaso se conduce a través de las venas hasta la cámara estimulada, donde se transmite el estímulo eléctrico al miocardio disparando la acción cardíaca. La frecuencia con que esto ocurre depende del tipo de marcapaso utilizado y de la actividad inherente que quede todavía en el corazón. Si el corazón es incapaz de producir latidos por sí solo, el marcapaso emite impulsos a la frecuencia programada. La frecuencia baja cuando la batería comienza a desgastarse. El marcapaso deberá ser sustituido cuando su frecuencia haya caído por debajo de su valor predeterminado.

Aproximadamente la mitad de los pacientes que sufren bloqueo auriculoventricular tienen interrupciones intermitentes o temporales en el sistema de conducción. Su pulso es solamente a veces demasiado lento; aparte de esto, su corazón late a un ritmo normal. Durante esta fase normal no se hace necesaria la estimulación artificial, únicamente cuando el pulso decae a una frecuencia demasiado baja. Para este tipo de bloqueos hay marcapasos que entran en acción cuando la frecuencia cardíaca cae por debajo de un valor determinado, entonces se conectan automáticamente y estimulan el corazón, de acuerdo con el valor de frecuencia programado, hasta que el corazón comience a latir de nuevo a un ritmo adecuado. Estos dispositivos se denominan "marcapasos a demanda" puesto que funcionan solamente en caso de necesidad. En algunos casos particulares, determinados por el médico, el tipo más apropiado de marcapasos a demanda es uno que, cuando el sistema natural de estimulación y conducción falla, no emite impulsos a la frecuencia preseleccionada por el fabricante sino a una frecuencia más favorable, programada por el médico en el hospital. Estos marcapasos, llamados programables se diseñan de modo que el médico, utilizando un aparato programador especial, puede modificar algunos parámetros característicos del marcapasos incluso después del implante, en los posteriores reconocimientos regulares. Muy rara vez se implanta un marcapaso a demanda que entregue los impulsos a la aurícula y no al ventrículo derecho.

Además de los marcapasos a demanda no programables y programables, existen en la actualidad marcapasos que entregan el impulso de acuerdo con el grado de esfuerzo físico y se llaman sistemas con respuesta de frecuencia o de ritmo adaptativo.

Asimismo hay también otros instrumentos que, dependiendo de las necesidades, entregan impulsos hasta en dos o tres cámaras del corazón. Con estos aparatos, se pretende simular la estimulación y el sistema de conducción naturales. Con objeto de realizar esto de la forma más perfecta posible, estos dispositivos permiten también la modificación de varios parámetros del impulso de estimulación después del implante. Este tipo de dispositivo, dependiendo de los valores programados, da lugar a que el corazón lata lo más cercano a un órgano sano, más rápido o lento dependiendo del esfuerzo físico hecho por el paciente. En otras palabras, se adapta al ritmo

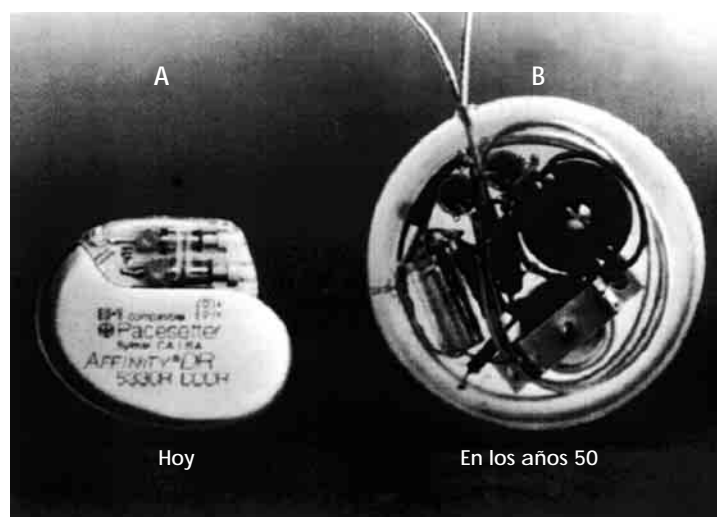


Fig. 1. A: Marcapaso actual. B: Marcapaso antiguo.

natural del marcapaso sinusal; sin embargo, no todos los tipos de marcapasos son aptos para el tratamiento de cualquier paciente, cada marcapaso es prescrito estrictamente de acuerdo con las necesidades médicas y después de una exhaustiva evaluación de los resultados arrojados por los exámenes efectuados por el paciente en cuestión.

La definición de un marcapaso actualmente es imprecisa, ahora se aplica a estimuladores eléctricos para tratar ritmos de baja o alta frecuencia, en esta era de la computación, un marcapaso es esencialmente una microcomputadora implantable que se puede adaptar en forma no invasiva a cualquier forma de estimulación o detección requerida. Con seguridad un aparato activado sólo para tratar taquiarritmia no es en sentido estricto un marcapaso, sino, un aparato antitaquiarritmico. Estos "marcapasos" multifuncionales necesitan otro nombre, quizá un acrónimo de marcapaso, cardioversión, desfibrilador, estudio electrofisiológico y seguimiento de su función.

La industria de marcapasos pronto desarrollará sistemas electrónicos implantables con múltiples propósitos, aunque algunos de ellos ya funcionan, p. ej. para estimular el corazón, diagnosticar y tratar las taquiarritmias y la fibrilación ventricular, identificar y corregir sus propias fallas electrónicas internas, ajustar sus niveles de salida tanto en energía de estímulo como en nivel de detección, de acuerdo a los niveles de umbral del corazón. Serán útiles como herramienta de diagnóstico electrofisiológico y reportarán su estado interno y su

interacción con el corazón para hacer el seguimiento correcto del paciente. Algunas funciones se podrán ocultar o desconectar, mientras que otras estén operativas. Será planeado esencialmente el mismo para todos los fabricantes; hasta que esto ocurra debemos adaptarnos a los existentes, pensando en dos problemas fundamentales:

1. Hoy en día los marcapasos, incluyendo generadores de pulso, programadores y aparatos de seguimiento, son muy complicados al menos para el paciente y el médico que los implanta en forma ocasional y
2. Los sistemas de marcapasos son muy caros.

El marcapaso debe implantarse con confianza y seguridad, por un médico entrenado y responsable en el uso de esta tecnología y empleado con sentido común y con datos basados en evidencias de investigación clínica, para ser aplicado a pacientes semejantes a aquéllos de los estudios clínicos.

A pesar de que no se puede hablar de pacientes típicos para recibir marcapasos, ya que sus edades son muy variables y la etiología o sintomatología es variable, la mayoría de los pacientes (60%) tienen 70 o más años; tomando en cuenta la población total de pacientes con marcapasos, el 55% sobreviven a 5 años y el 30% lo hacen a 10 años.⁴ Los padecimientos tanto de la formación como de la transmisión del impulso en el nodo sinusal (síndrome del seno enfermo y sus variantes) son las indicaciones más frecuentes y cuentan en un poco más de la mitad de los implantes. Otro 40% recibe marcapasos para tratamiento de la conducción anormal auriculoventricular, sólo cerca de un cuarto de estos pacientes tienen bloqueo A/V completo. El restante 10% de implantes se lleva a cabo en diversos padecimientos como bradi y taquiarritmias, síndrome del seno carotídeo hipersensible y bradiarritmias por medicamentos. En resumen cerca del 95% de los implantes se hacen por enfermedad del nodo sinusal y bloqueos A/V.⁴ Debido al crecimiento explosivo en la terapéutica por aparatos eléctricos, se hace necesaria la revisión de sus indicaciones y su publicación cada 2 o a lo más 3 años, consolidando las enormes implicaciones logísticas, sociales y financieras que provocan estos tratamientos.

En los últimos 8 años,⁵ se ha enfatizado la indicación en insuficiencia cardíaca de moderada a severa intensidad, en niños y adolescentes con pa-

decimientos neuromusculares con algún grado de bloqueo A/V aún asintomáticos, en niños con cardiopatías congénitas y trastornos hemodinámicos causados por bradicardia sinusal o pérdida de la sincronización A/V. Implantes de desfibriladores y cardiovertores se utilizaron en la prevención primaria de muerte súbita de origen cardíaco.

Finalmente una de las decisiones más difíciles en clínica es decidir la indicación del tipo de marcapasos a implantar en un paciente, de una o dos cámaras. En general, la ventaja del marcapasos de una cámara es su facilidad para implantarlo, su función simple que hace que su seguimiento sea también fácil y su mayor duración; el marcapasos de dos cámaras es deseable, ya que es versátil,

puede evitar intervenciones posteriores, previene determinados síntomas (síndrome del marcapaso) que se presentan en los marcapasos de una cámara. Uno se pregunta qué tanto es útil la sincronía A/V en todos los pacientes, pero aunque sea controvertible, desde un punto de vista teleológico será mejor mantener la sincronía A/V todo el tiempo con objeto de reproducir la secuencia natural normal y así mantener un gasto cardíaco óptimo. Por otro lado, la mayoría de los pacientes con marcapasos continuarán con algún grado de sincronía A/V en algún momento, especialmente en el ejercicio. Lo anterior sugiere que aunque deseable, no es necesario colocar a todos los pacientes marcapasos de dos cámaras.

Referencias

1. ZOLL PM: *Development of electric control of cardiac rhythm*. JAMA 1973; 226: 881-886.
2. MOND HG, SLOMAN JG, EDWARDS RH: *The first pacemaker*. PACE 1982; 5: 278-282.
3. HYMAN AS: *Resuscitation of the stopped heart by intracardiac therapy. II: Experimental use of an artificial pacemaker*. Arch Intern Med 1932; 50: 283-305.
4. PARSONNET V, BERNESTEIN AD: *Cardiac Pacing After 25 Years: A Practical approach to growing complexity*. Modern Cardiac Pacing. (S. Sergey Barold ed.). Mount Kisco, NY: Futura Publishing Co. 1985: 959-972.
5. GREGORATOS G, ABRAMS J, EPSTEIN AE, ET AL: *ACC/AHA/NASPE 2002 guidelines update for implantation of cardiac pacemakers and antiarrhythmia devices: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practical Guidelines (ACC/AHA/NASPE) Committee on Pacemaker Implantation, 2002.*

