

# El marcapaso permanente

## Técnicas y métodos

V. Parsonnet, M. D. - I. R. Zucker, M. D. - L. Gilbert, M. D. - J. Alpert, M. D.  
E. L. Rothfeld, M. D. - D. K. Brief, M. D. - A. Bernstein, M. D. - G. H. Myers,  
Ph. D., Sc. D.

Después de más de siete años de experiencia en la implantación de marcapasos definitivos, se han desarrollado métodos operativos efectivos. A pesar de que ciertos métodos se hallan todavía en período de cambio, la mayor parte de los principios de colocación de marcapasos han sido debidamente confirmados. El propósito del presente trabajo es describir nuestras actuales indicaciones y técnicas y justificar mediante el análisis de los resultados aquellos puntos que podrían prestarse a controversia.

### METODO DE IMPLANTACION

Esencialmente hay tres métodos de implantación de marcapasos: transtorácico, sub-diafragmático y transvenoso (Tabla 1). Actualmente nosotros usamos el

método transvenoso en todos los pacientes sin excepción, porque puede realizarse con anestesia local en casos de mucho riesgo y en pacientes ancianos, con mortalidad casi nula y con poca morbilidad. A pesar de que al principio hubo muchas complicaciones al ensayarse el método, éstas son ahora relativamente infrecuentes y generalmente de carácter leve. (Tabla 2).

La técnica operatoria fue descrita en detalle en otras oportunidades<sup>1-5</sup>. Típicamente, es realizada en los laboratorios de cateterismo donde, bajo anestesia lo-

Del Instituto Hospitalario Newark Beth Israel. Financiado en parte por subsidios de las Asociaciones Cardíacas de New Jersey y Essex County, la Fundación John A. Hartford y la Fundación de Investigaciones del Hospital Newark Beth Israel.

TABLA Nº 1

	Operaciones Completas	Número de Pacientes	Número de Fallecidos	Días de hospitalización Post-Operatoria
Transtorácico	74	63#	2 (3%)	14
Transdiafragmático	11	11##	0	11
Transvenoso	161	142###	1 (0.5%)	7
Totales	246	217**	3 (1.5%)	

# Incluyendo 1 convertido del transvenoso.  
## Incluyendo 4 convertidos del transtorácico.  
### Incluyendo 12 convertidos del transtorácico.  
\*\* 17 pacientes contados 2 veces.

TABLA Nº 2  
COMPLICACIONES

Complicaciones	Número en los últimos 50 casos	Número en 50 casos anteriores	Como evitar las complicaciones
Falla de los componentes o interferencia eléctrica.	2	6	Usar un buen marcapaso. Controlar la salida antes de la colocación.
Rotura del conductor.	0	1	Usar la vena cefálica. Implantar el marcapaso en el área pectoral. Manipular los cables con cuidado. No usar conexiones improvisadas.
Desplazamiento de los conductores o perforación de miocardio.	2	9	Usar la cinta mariposa. Usar electrodo con reborde en el extremo. Dejar en la aurícula un loop adecuado.
Aumento de umbral.	0	2	Correcta prueba de umbral mínimo al hacer la inserción.
Infección o tromboflebitis de vena.	1	2	No hacer reoperaciones inmediatas. Antibióticos pre y pos operatorios. Técnicas meticulosas de esterilización.
Contracción muscular.	1	3	Selección correcta del bolsillo subcutáneo. Fijación del marcapaso con sutura.
TOTAL	6 (en 5 pacientes 10%)	24 (en 20 pacientes, 40%)	

cal, se hace una incisión transversal sobre cualquier vena cefálica. Un electrodo unipolar es insertado a través de la vena bajo control fluoroscópico hacia una posición adecuada en la punta de ventrículo derecho. Luego, el umbral de estimulación es medido con un generador externo, para confirmar la posición satisfactoria. Nosotros no aceptamos un umbral por sobre 0.9 a 1.0 miliamperes. El electrodo se fija en su lugar mediante una ligadura y una cinta de Silastic® es fijada al catéter en el punto que emerge en la vena; ésta se sutura sobre la fascia subyacente. A continuación se conecta el marcapaso con el electrodo y se coloca en un bolsillo subcutáneo sobre la fascia del pectoral mayor. Se sutura la herida y el paciente regresa a su cuarto. Por lo general, estos pacientes pueden levantarse horas más tarde de la operación, y en pocos días son dados de alta.

A pesar de que las complicaciones con esta técnica eran frecuentes en las pri-

meras experiencias, en la actualidad solo ocurre en el 10% de los casos. (Tabla 2).

Exceptuando las fallas del aparato, que están fuera del dominio del cirujano, las complicaciones pueden ser fácilmente evitadas prestando la debida atención a todos los detalles. La rotura de los conductores puede ser prevenida mediante la delicada manipulación de los electrodos y la colocación del generador en la posición pectoral, donde la caja torácica protege los cables de forma tal que no se flexionen con los movimientos corporales. Por esta razón nosotros no utilizamos la vena yugular externa para la inserción de tales cables, porque por la posición el cable cruzaría la clavícula, donde se halla más expuesto al movimiento.

El desplazamiento de un electrodo generalmente ocurre cuando el catéter en la aurícula ha quedado muy largo o muy corto, cuando el extremo no ha sido correctamente introducido en las travécu-

las del ventrículo derecho y cuando la cinta de mariposa no es utilizada.

El catéter actual también tiene una pequeña cinta de Silastic (®), en el extremo cerca del electrodo, que ayuda a mantenerlo en la posición correcta en el corazón.

El aumento en el umbral de estimulación por encima del nivel de salida del aparato ocurre cuando hay una infección en el sitio de la implantación o si la posición de los electrodos no es satisfactoria. Desde que utilizamos el control adecuado de los umbrales con osciloscopio y generadores externos en el momento de la inserción del electrodo, solo tuvimos un caso de falla de estimulación debida a umbral elevado.

#### ESTIMULACION TRANSITORIA

Durante algún tiempo nosotros aconsejamos en todos los casos de bloqueo el uso de marcapaso transvenoso transitorio.<sup>6-7</sup> Esto se realiza mediante la inserción de un catéter bipolar a través de

Adams. Dichos pacientes son relativamente escasos y por ende la inserción del marcapaso definitivo, sin una estimulación transvenosa preliminar, fue realizada en pocos pacientes.

La estimulación transitoria protege al paciente durante su estadía en el hospital y es rápidamente efectuada incluso en las situaciones más críticas de emergencia. Además permite el control del ritmo cardíaco durante la implantación del marcapaso definitivo, incluso cuando la infiltración de anestesia local puede ocasionar bradicardia o paro cardíaco.

#### FORMAS DE ESTIMULACION

Hay tres tipos de marcapaso disponibles: de frecuencia fija, sincronizado y por demanda (Tabla 3). El de frecuencia fija tiene la ventaja de estar avalado por su uso a través del tiempo, es digno de confianza y puede durar tres o más años. Desafortunadamente, debido a que los pacientes desarrollan una competencia entre el latido propio y el de marca-

TABLA Nº 3

#### FORMAS DE ESTIMULACION

	Ventajas	Desventajas
Ritmo Fijo	Experiencia a través del tiempo. Vida prolongada (3 años).	Competencia. Volumen minuto no óptimo.
Sincrónico	Beneficio total de sincronización y volumen minuto. No hay competencia. Control externo del ritmo.	Electrodos extra. Sensible al "ruido". Vida más corta (2 años).
Por demanda	No hay competencia. Control externo del ritmo.	Vida más corta (2 años). Sensible al "ruido".

una vena adecuada (yugular externa, braquial o safena) hacia el tracto de salida o punta de ventrículo, bajo control fluoroscópico. La estimulación es entonces mantenida hasta que el marcapaso definitivo es insertado.

Nosotros ahora creemos que esto se debería hacer en la mayoría de los pacientes en los que se indica un marcapaso definitivo, con la excepción de aquellos que han tenido un bloqueo crónico por algunos meses y que no tiene insuficiencia cardíaca congestiva, otra enfermedad concomitante, o crisis de Stokes-

paso en un 30 al 50 % de los casos, puede aparecer una fibrilación ventricular debida a un estímulo aplicado durante el período vulnerable. Por lo tanto consideramos peligroso el uso de marcapaso de frecuencia fija en tales pacientes.

El marcapaso sincronizado, actualmente disponible para uso transvenoso, brinda al paciente el beneficio de la contracción sincronizada de las aurículas y ventrículos así como un volumen minuto óptimo a diferentes frecuencias auriculares; además previene la competencia entre las contracciones propias y



los estímulos del marcapaso. Desafortunadamente, el aparato tiene menos duración que el de frecuencia fija, y requiere dos electrodos. Su circuito sensible puede a veces ser susceptible a la interferencia eléctrica externa y por lo tanto puede producir, accidentalmente, un ritmo cardíaco de alta frecuencia.

El marcapaso por demanda también tiene prevista una menor vida útil que el de frecuencia fija, pero tiene la ventaja de interrumpirse cuando no es necesario y así no compite con el ritmo idioventricular. También este tipo de aparato puede ser sensible a la interferencia eléctrica. En este marcapaso se requiere solo un electrodo, y por esta razón puede ser preferido a otros sistemas.

Nosotros usamos actualmente el marcapaso por demanda en casi todos los

por la sincronización auricular es requerido.

En todos los casos restantes se ha utilizado el marcapaso por demanda.

#### MARCAPASO POR DEMANDA

Algunos opinan que no hay peligro para el paciente cuando existe una competencia entre el ritmo propio y los estímulos del marcapaso. De hecho, en los estudios de laboratorio, nosotros no hemos podido demostrar arritmias significativas debidas al ritmo de competencia, a menos que el corazón haya sido alterado de alguna manera por drogas o por anoxia<sup>17</sup>. Pese a que la mayoría de las veces el corazón estimulado puede ser relativamente insensible a la competencia, el umbral de fibrilación puede

TABLA N° 4  
MUERTES REPENTINAS

	De ritmo fijo		Por demanda	
	Número de pacientes	Número de fallecidos	Número de pacientes	Número de fallecidos
Con competencia	24	9	61*	0
Sin competencia	62	1	15	0
Totales	86	10**	86	0

\* Incluyendo 3 Atrivor (marcapasos sincrónicos).  
\*\* 28 pacientes murieron por otras causas.

pacientes. El de frecuencia fija, solo se utiliza en aquellos pacientes que no han demostrado evidencias de competencia durante las experiencias previas de marcapaso. En dichos casos, cuando se necesita cambiar su marcapaso de frecuencia fija, se le coloca otro del mismo tipo.

Los marcapasos sincronizados solo se han utilizado en los pacientes jóvenes, que tienden a ser activos y que necesitan el máximo de volumen minuto, y en aquellos pacientes con una insuficiencia cardíaca crónica, cuando el incremento de volumen minuto logrado

ser disminuido por anoxia, intoxicación digitálica, desequilibrio electrolítico y otros factores. En estas situaciones la competencia puede ser peligrosa. De hecho, los ritmos repetitivos y la fibrilación ventricular han sido comprobados en el ser humano como consecuencia de la estimulación del corazón en su período vulnerable por un estímulo común<sup>8-10</sup>.

Casi todos los trabajos del mundo sobre el estudio de grandes series de enfermos con marcapasos, han mencionado algunas muertes repentinas ocurridas sin causa aparente<sup>12-13</sup>. De la misma ma-

nera ha ocurrido este tipo de muerte en algunos de nuestros pacientes. Tabla IV).

La tabla muestra que, de un grupo de 200 pacientes, ocurrieron 9 muertes súbitas en aquellos pacientes con marcapaso fijo y competencia. Un paciente con marcapaso fijo, pero sin competencia conocida, también falleció repentinamente. A pesar de que no se había demostrado competencia alguna en este paciente, es probable que ella se presentara en intervalos irregulares. En cambio no hubo ninguna muerte repentina en el grupo de pacientes con marcapaso por demanda, a pesar de que los aparatos han sido usados por más de 2 años. De hecho, solo hubo 2 muertes en este grupo, una postoperatoria por embolia de pulmón y otra por uremia e insuficiencia cardíaca congestiva.

#### ELECCION DEL MODELO MARCAPASO

No es posible comparar los distintos aparatos en base a experiencias personales. A pesar de que hemos utilizado casi todos los aparatos de fabricación americana, gradualmente nos hemos inclinado hacia el marcapaso Cordis, por ciertas características favorables. El conductor y el electrodo del Cordis están hechos de Elgiloy<sub>R</sub>, que tiene una considerable resistencia a la fatiga. Porque solo puede ser utilizado como cátodo, se debe usar el sistema unipolar. La Corporación Cordis, es la única compañía en el país que fabrica tal sistema unipolar, aunque todos pueden ser adaptados a éste. Además fabrica los tres modelos de marcapasos: el marcapaso fijo, el sincrónico y el marcapaso por demanda. Estos aparatos han demostrado ser dignos de confianza, y a través de nuestra experiencia han sido escasas las fallas de componentes o baterías. Asimismo cabe destacar que nuestra experiencia con los marcapasos Electrodyne y Medtronic, ha sido también sumamente favorable.

#### INDICACIONES

Al recomendar a un paciente la implantación de un marcapaso definitivo, uno debe estar seguro de que la técnica es útil, que los resultados son buenos

y que las complicaciones son escasas. Por esta razón este tema se trata hacia el final, ya que es necesario aclarar primeramente estos puntos.

La implantación de un marcapaso definitivo ha demostrado ser una técnica útil, con poca morbilidad y sin mortalidad. Por lo tanto, las indicaciones para su uso pueden ser relativamente liberales. En un principio, eran aceptados para la implantación de marcapaso solo aquellos pacientes con bloqueo completo y crisis de Stokes-Adams, refractarios a la terapéutica médica, pero ahora las indicaciones se han ampliado. Actualmente, ya que se pueden utilizar los marcapasos sincrónicos y por demanda, los marcapasos pueden ser colocados en pacientes con bloqueo intermitente, paro sinusal, fibrilación auricular con bloqueo, y en ciertas arritmias caóticas, especialmente en aquellas desencadenadas por bradicardia.

Los pacientes pueden sobrevivir muchos años con un bloqueo completo solamente con terapéutica médica. Sin embargo, un análisis del mecanismo de la muerte de estos pacientes, revela que por lo general fallecen en forma repentina, presumiblemente a causa de su primer ataque de Stokes-Adams. Nuestra experiencia ha sido que aquellos pacientes, en los que finalmente se les implantó un marcapaso, se observa habitualmente una mejoría de su estado general y vitalidad, y una disminución de la fatiga. No hay por lo tanto una razón lógica que justifique la continuación de una terapéutica médica en tales casos.

#### EVOLUCION

El problema principal que se plantean los pacientes, es cómo saber cuando el marcapaso necesita ser reemplazado. En el pasado esto se determinaba, ya sea esperando hasta que el paciente mostrara signos de estimulación intermitente o eligiendo arbitrariamente la duración del aparato después de la cual sería peligroso que éste continuara en uso.

Hemos mostrado que la medida de la espiga del marcapaso otorga la información útil acerca de la esperada duración del marcapaso<sup>15</sup>. Parámetros importantes incluyen la frecuencia del rit-



mo, la altura y duración de la espiga así como su contorno. Hemos observado que es conveniente medir estas variables en un "Centro del Marcapaso", donde los pacientes concurren para un adecuado control, de acuerdo a intervalos prefijados. Con este método, la falla del marcapaso puede ser prevista entre el 50% y 75% de los casos. Y si los pacientes son controlados frecuentemente, por ejemplo cada mes en lugar de cada seis meses, se pueden obtener predicciones mucho más exactas. Actualmente se prevee el uso de una computadora para facilitar este tipo de análisis, de modo que los pacientes puedan ser controlados con la frecuencia necesaria.

### EL FUTURO

Las baterías de los actuales marcapasos duran de 2 a 4 años según el modelo. Aquellos con circuito sensible, como los marcapasos por demanda y sincrónicos, duran menos que los fijos. La duración más prolongada de un marcapaso en esta serie, ha sido de 47 meses. Es indudable que la implantación de los marcapasos definitivos sería mucho más aceptable si las baterías tuvieran que reemplazarse con intervalos más prolongados por ejemplo cada 10 años o más. Es casi seguro que los catéteres intravenosos existentes durarán ese lapso, porque incluso hasta después de tres años es raro que se observe ruptura de cables. Por lo tanto, el avance más importante del futuro serán nuevas fuentes de poder, o métodos que disminuyan los requerimientos de fuerza y prolonguen la vida de las baterías existentes. Dichos objetivos pueden ser alcanzados mediante el uso de un nuevo electrodo, desarrollado en el Hospital Newark Beth Israel, llamado Differential Current-Density Electrode (DCD)<sup>16</sup>. Este electrodo requiere la décima parte de la energía de los electrodos comunes de estimulación cardíaca, y se estima que por lo menos duplicaría el promedio de duración de las actuales baterías.

Otra posibilidad sería el desarrollo de fuentes nucleares de poder. Dicho procedimiento se está desarrollando en la Compañía Numec-Cordis, con el apoyo de la Comisión de Energía Atómica. Es probable que dicho marcapaso esté ter-

minado en un futuro cercano para la experimentación animal, y en pocos años será posible utilizarlo en el hombre. Tiene una duración de vida de por lo menos 10 años y hay fundadas grandes esperanzas de que resulte seguro y práctico.

### RESUMEN Y CONCLUSIONES

Los marcapasos implantables son enteramente dignos de confianza, efectivos y aceptables para el tratamiento del bloqueo completo. Por ello, las indicaciones para la implantación de marcapaso han aumentado hasta incluir casi todos los tipos de bloqueo cardíaco, sin tener en cuenta la edad del paciente y el grado de insuficiencia cardíaca congestiva.

La liberalidad de las indicaciones para cirugía se ha logrado gracias al desarrollo del método transvenoso definitivo, que requiere solo anestesia local, y con el uso del marcapaso por demanda y el sincrónico, que evitan la competencia entre los estímulos propios y los del marcapaso.

Queda por lo tanto, muy poco campo de acción para el tratamiento médico en los pacientes con bloqueo completo.

### SUMMARY AND CONCLUSIONS

Implantable pacemaker are entirely safe, effective, and acceptable implantable devices for the treatment of heart block. Therefore the indications for implantation of a pacemaker has broadened to include almost any type of heart block despite the patients age and the degree of congestive heart failure and devility.

Liberalization of the indications for surgery has been brought about by the development of permanent transvenous pacing that can be accomplished under local anesthesia alone, and by the use of standby or synchronous pacemakers that prevent competition between naturally occurring idiocardiac heart beats and the pacemaker.

There is little place any longer for the medical management of complete heart block.

### REFERENCES

#### BIBLIOGRAFIA

1. — Parsonnet V., Zucker I. R., Asa M. M.: Preliminary investigation of the development of a permanent implantable pacemaker utilizing an intracardiac dipolar electrode. *Clinical Research* 10:391, 1962.
2. — Myers G. H., Parsonnet V., Keller J. W.,

- Zucker I. R. and Gilbert L.: A permanent transvenous standby pacemaker. IEEE International Convention Record, Page 27, 1966.
3. — Parsonnet V., Zucker I. R., Gilbert L., and Myers G. H.: Permanent transvenous pacing of the heart. *Circulation* Vol. 34, 4:184, October, 1966.
4. — Parsonnet V., Zucker I. R., Gilbert L., and Myers G. H.: Clinical use of an implantable standby pacemaker. *J.A.M.A.* 196:784, 1966.
5. — Parsonnet V., Zucker I. R., Gilbert L., Brief D. K., and Alpert J.: Permanent transvenous pacing of the heart. *Israel Jour. Med. Science*, Vol. 3 5:210, April, 1967.
6. — Parsonnet V., Zucker I. R., Gilbert L., Asa M. M.: An intracardiac bipolar electrode for interim treatment of complete heart block. *Am. J. Cardiol.* 10:261, 1962.
7. — Parsonnet V., Zucker I. R., Gilbert L., Asa M. M.: Emergency treatment of complete heart block and Stokes Adams syndrome by use of an intracardiac dipolar electrode catheter. *J. Am. Geriatrics Soc.* 10:919, 1962.
8. — Tarvel M. E.: Repetitive ventricular arrhythmia resulting from artificial internal pacemaker stimulation. *Circulation*, 30:493, 1964.
9. — Castellanos A. Jr., Lemberg L., Jude J. R., and Berkovits B.: Repetitive firing occurring during synchronized electrical stimulation of the heart. *J. Thorac. and Cardiovasc. Surg.* 51:334, 1966.
10. — Robinson D. S., Falsetti H. L., Wheeler D. H., Miller D. B., and Amidon, E. L.: Ventricular fibrillation associated with two functioning implanted cardiac pacemakers. *Am. J. Cardiol.* 15:397, 1965.
11. — Bilitch M., Cosby R. S., and Cofferty E. A.: Competition as mortality factor in a synchronous cardiac pacing. *Amer. J. Cardiol.* 19:120, 1967.
12. — Lagergren H., Johansson L., Schuller H., Kugelberg J., Bojs G., Alestic K., Linder E., Berst H. G., Schandig A., Giebel O., Harms H., Rodewald G., Scheppokat K. D.: 305 Cases of permanent intravenous pacemaker treatment for Adams-Stokes syndrome, *Surgery*, 59:494, 1966.
13. — Sowton E.: Artificial pacemaking and sinus rhythm, *Brit. Heart Jour.* 27:311, 1965.
14. — Parsonnet V. et al.: Cardiac Pacing and cardioversion. (In Press)
15. — Myers G. H., Parsonnet V., Zucker I. R., and Gilbert L.: Evaluation of the status of implanted pacemakers. (In Press)
16. — Lewin G. Myers G. H., Parsonnet V., and Zucker I. R.: A Non-polarizing electrode for physiological stimulation. *Amer. Artif. int. Organs*, 13:345, 1967.
17. — Zucker I. R., Rothfeld E. L., Parsonnet V., Gilbert L., Bearstein A.: Competitive idio-cardiac and extrinsic pacemaker stimuli in heart block. *Am. Heart J.* 69:62, 1965.