

MARCAPASOS ARTIFICIALES
INDICACIONES Y RESULTADOS*

DR. PATRICIO H. BENAVIDES

EN 1952 ZOLL¹ comunicó los 2 primeros casos en los que pudo estimular el corazón con electrodos externos; desde entonces, los marcapasos artificiales han pasado a ser armas que deben ser conocidas de la profesión médica en general y de los cardiólogos en particular.

Un marcapaso artificial consta de electrodos que permiten llevar el estímulo al corazón y de una fuente de corriente eléctrica que envía estímulos periódicos.

En los marcapasos externos los electrodos se colocan sobre la piel del tórax, uno cerca de la punta del corazón y el otro en el hemitórax opuesto, cerca del esternón; los controles permiten variar a voluntad la frecuencia cardíaca y la intensidad del estímulo eléctrico. Para tomar el mando del corazón es necesario principiar con una frecuencia de estimulación superior a la que tenga el órgano espontáneamente, aumentar el voltaje del aparato hasta obtener la respuesta y después llevar la frecuencia hasta la deseada. Si en lugar de tomar la corriente de una instalación eléctrica usamos baterías, obtendremos el mismo resultado y el aparato se convierte en portátil, lo cual permite a los pacientes hacer una vida activa sin interrumpir la acción del marcapaso.

Si la estimulación la hacemos directamente sobre el corazón, los electrodos se llaman internos. En la actualidad algunos marcapasos artificiales se ofrecen con un juego de electrodos internos y otro de externos, estos últimos se usan durante las operaciones intratorácicas. Por último, si colocamos los electrodos en el corazón y las baterías debajo de la piel, tenemos la variedad llamada implantable, en la cual el sistema funciona con una intensidad de corriente y una frecuencia previamente establecidas.

En los primeros marcapasos internos se usó como electrodo un alambre aislado en toda su extensión,² excepto en su contacto con el miocardio; el otro electrodo

* Leído en la sesión del 19 de junio de 1963.

se coloca en la piel o en algún músculo si todavía no se ha cerrado la herida. Cuando se deja durante varios días el alambre a través de la piel, hay el peligro de que una infección llegue al corazón y sea la causa del fracaso del método. Sin embargo, con este procedimiento rudimentario se han salvado numerosas vidas de pacientes a los que se produjo el bloqueo quirúrgicamente.

Una modificación de este método es el uso de un electrodo intracavitario,^{3 y 4} que se coloca en el interior del ventrículo derecho a través de una vena superficial, el otro extremo queda fuera de la piel. Este método requiere el uso de anticoagulantes para evitar embolias y constituye un recurso útil en casos de muy malas condiciones circulatorias, porque permite aplazar la toracotomía.

Los primeros marcapasos implantables se colocaron en dos tiempos,⁵ pues se siguieron los lineamientos de los externos; y así se dejó la batería fuera del organismo para regular la frecuencia y la intensidad de la corriente, lo que permitió conocer cuáles eran la intensidad de corriente y la frecuencia útiles para obtener un flujo suficiente por un tiempo largo.

La variedad de marcapasos es muy grande; en la imposibilidad de referirnos a todos, escogimos el de Chardak^{5 y 6} para hacer su descripción por ser uno de los mejores y acerca del cual tenemos más experiencia en el Instituto Nacional de Cardiología.

Este marcapaso constaba de 10 pilas de mercurio, las que producían 10 miliamperios contra una resistencia de 1,000 ohmios. Las pilas se redujeron a 6 porque se demostró que generalmente bastaban 4 miliamperios para obtener una respuesta satisfactoria; la duración del estímulo es de 1.5 a 2 milisegundos y la frecuencia escogida fue entre 50 y 60 por minuto. El máximo de intensidad con las 6 pilas es de 7 miliamperios. La vida de la batería está calculada en 5 años; puede cambiarse por la de otro implantable o por uno externo dejando los mismos electrodos.

Tiene 2 salientes que se palpan a través de la piel y con una aguja especial es posible cambiar la frecuencia de 40 a 120 por minuto y la intensidad de la corriente de 0 a 7 Ma. Cuenta con una extensión subcutánea que es posible sacar al exterior con anestesia local y que permite: comprobar si la batería sigue cargada, si alguno de los electrodos se ha roto, quitar la resistencia de 1,000 ohmios que tiene desde su fabricación, con lo cual se aumenta la intensidad de la corriente al doble y, por último, si se considera necesario, se puede conectar en la extensión un marcapaso externo mientras se consigue una batería de repuesto. La frecuencia del marcapaso es fija, pero cuando se empieza a descargar la batería aumenta en un 15%, lo cual es un signo de que hay que cambiarla pronto. El aislamiento del sistema es indispensable tanto en la batería como en los electrodos; las pilas están unidas entre sí por resina epoxina y la batería y los electrodos están cubiertos por silastic.

Los electrodos internos han sufrido numerosas modificaciones, al principio

se pusieron alambres paralelos a la superficie epicárdica, pero con frecuencia se desintegraba el alambre; la explicación de este hecho se obtuvo al observar con la cinefluorografía que estos electrodos sufrían movimientos de flexión con los latidos cardíacos, por lo cual se decidió introducir el electrodo perpendicularmente a la superficie epicárdica; el primer electrodo usado por Chardak fue el de Hunter y Roth, que tiene en una sola placa los 2 electrodos, pero por fallas de la conducción en la soldadura que existe entre la aguja que se introduce en el miocardio y el alambre en espiral se decidió separar los 2 electrodos y prolongar el alambre en espiral para substituir la aguja intramiocárdica; el material escogido fue una aleación de platino e iridio por ser la que mejor toleró las pruebas de fatiga.

Existe la posibilidad de implantar debajo de la piel una antena receptora,^{8, 9} de la cual parten los electrodos que llegan al corazón y de que los estímulos sean enviados a través de una radioemisora en una radiofrecuencia determinada; la radioemisora se ha logrado construir de un tamaño tan pequeño que permite al paciente llevarla en el bolsillo y además variar a voluntad la frecuencia de los estímulos.

Ultimamente se ha diseñado un marcapaso sincronizado e implantable que tiene tres electrodos,^{10 y 11} uno auricular y dos ventriculares; posee 5 baterías de mercurio con voltaje de 1.3 voltios cada una. El electrodo auricular recoge la corriente producida en la aurícula, la amplifica y la retarda antes de enviarla a los ventrículos por los otros dos electrodos, en esta forma los ventrículos siguen la frecuencia de las aurículas, los límites en los que responden los ventrículos son entre 60 y 115 por minuto. Si regresa el ritmo sinusal, los estímulos procedentes del electrodo auricular llegan a los ventrículos en período refractario absoluto y por lo tanto no responden. La vida de las baterías está calculada en 5 años. Este marcapaso es el que más se acerca al marcapaso natural porque permite el aumento de la frecuencia de acuerdo con las demandas fisiológicas del organismo y no interfiere con el ritmo sinusal.

INDICACIONES

Hay dos tipos de pacientes en los que pueden emplearse marcapasos artificiales: a) los que presentan el bloqueo durante la cirugía intracárdica y b) aquellos que lo adquieren en el curso de un padecimiento.

a) Los bloqueos provocados durante la cirugía se han tratado con marcapasos, dejando un alambre en el miocardio, y con el uso de drogas. Lillehei¹² considera el bloqueo irreversible a las 4 semanas de instalado y piensa que los enfermos no deben dejar el hospital sin un marcapaso implantable, ya que el 54% de los pacientes con bloqueo, que estaban asintomáticos al salir del Hospital, murieron antes de un año.

b) Los pacientes que han adquirido un bloqueo auriculoventricular perma-

nente en el curso de padecimientos que lesionan el sistema de conducción, son primeramente tributarios de un tratamiento médico; si a pesar de este recurso las crisis de Stokes-Adams son frecuentes y/o el gasto cardíaco está muy disminuido impidiendo al paciente hacer una vida activa, son candidatos a la implantación de un marcapaso artificial.

Las indicaciones antes señaladas variarán de acuerdo con la seguridad que brinden los marcapasos en su perfeccionamiento, ya que al mejorar el método, es probable que se amplíen las indicaciones.

TÉCNICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN MARCAPASO ARTIFICIAL

Se practica una toracotomía anterior izquierda y en el tejido celular subcutáneo del cuadrante superior izquierdo del abdomen o en el mismo tórax, se despega una zona que permita la implantación del marcapaso, los electrodos se colocan dentro de la cavidad pleural a través de un espacio intercostal y se sepultan en pleno miocardio, de preferencia en el ventrículo izquierdo; la estimulación se produce en el momento en que están colocados los dos electrodos. El cirujano debe evitar dañar la cubierta con silastic, que es la que aísla el sistema. El equipo quirúrgico debe contar con un marcapaso externo colocado en el paciente desde antes de iniciar la anestesia, con control electrocardiográfico continuo y debe tener en la mesa de operaciones los electrodos internos del marcapaso común.

A pesar de estas medidas la intervención es accidentada por los trastornos del ritmo graves que se presentan con mucha frecuencia y es notable como todo entra en calma cuando el marcapaso implantable toma el mando de la situación.

COMPLICACIONES

1. Infección, siempre es grave.
2. Falla del mecanismo por ruptura de un electrodo o porque las baterías se descargan antes de lo previsto. Ambos problemas pueden ser solucionados en la mayor parte de los casos.
3. Aceleración del marcapaso. Debe cambiarse.
4. Fibrosis en el sitio de implantación del electrodo, puede resolverse con aumentar la intensidad de la corriente y a veces es necesario cambiar los electrodos de lugar.
5. Cuando las baterías se descargan conforme a lo previsto, aumenta la frecuencia en un 15% al dejar de funcionar la primera pila y eso significa que debe cambiarse la batería en un plazo corto.
6. Un paciente con un marcapaso implantable debe ser vigilado cuidadosamente por el resto de su vida.

EXPERIENCIA DEL INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA

Desde el 15 de agosto de 1961¹³ hasta el 6 de junio de 63 han sido operados 12 pacientes; a 3 de ellos se les aplicó un marcapaso de Elema Schonander; a un enfermo se le puso el de Zoll y a los restantes el de Chardak. Han muerto 3 enfermos, el primero después de 3 cambios de marcapaso, murió a los 8 meses y medio de la primera operación. Una enferma murió al mes de operada, 5 días después de que se le había cambiado el primer marcapaso; y un último paciente se reoperó a las 3 semanas por inundación de la batería con la falla consiguiente, se le cambió el marcapaso y 20 días después murió súbitamente. Fue necesario modificar la implantación de los electrodos de otros 2 pacientes, lográndose con esto el correcto funcionamiento del marcapaso. En otro paciente se cambiaron electrodos y la batería por fibrosis del miocardio y falta de respuesta adecuada, con el cambio se obtuvo buen resultado.

El paciente operado en agosto de 1961 hace vida activa hasta la fecha.

Los otros 6 enfermos han evolucionado satisfactoriamente hasta el momento actual. Debe de esperarse que con el perfeccionamiento de los aparatos se obtengan mejores resultados en un futuro próximo.

REFERENCIAS

1. Zoll, P. M.: Resuscitation of the heart in ventricular standstill by external electrical stimulation. *New England J. Med.* 247:768, 1952.
2. Weirich, W. L.; Gott, V. L., y Lillehei, C. W.: The treatment of complete heart block by the combined use of a myocardial electrode and an artificial pacemaker, *Surgical Forum*, 43rd Clinical Congress. Atlantic City, 1957.
3. Furman, S. y Robinson, G.: The use of an intracardial pacemaker in the correction of total heart block. *S. Forum* 9:245, 1958.
4. Furman, S. y Schwedel, J. B.: An intracardiac pacemaker for Stokes-Adams Seizures, *New England J. Med.* 261:943, 1959.
5. Chardak, W. M.; Gage, A. A.; Shimert, G.; Thompson, N. B.; Sanford, C. E. y Greatbach, W.: Two years clinical experience with the implantable pacemaker for complete heart block. *Dis. of the chest*, 43:225, 1963.
6. Chardak, W. M.; Gage, A. A. y Greatbatch, W.: Correction of complete heart block by a self-contained and subcutaneously implanted pacemaker. *J. Thor. and Cardiovasc. Surg.* 42:814, 1961.
7. Hunter, S. W.; Roth, N. A.; Bernardet, D. y Noble, D. L.: A bipolar Myocardial Electrode for complete heart block. *Lancet* 79:506, 1959.
8. Glenn, W. W. L.; Mauro, A.; Lango, E.; Lavietes, P. H. y Mackay, F.: Remote stimulation of the heart by radio-frequency transmission. *New England J. M.* 261:948, 1959.
9. Holsware, G. R. y Linard, C.: Induction pacemaker for control of complete heart block. *J. Thorac. and Cardiovasc. Surg.* 44:246, 1962.
10. Nathan, D. A.; Center, S.; Wu Chang-Yu and Keller, W.: An implantable, synchronous pacemaker for the long term correction of complete heart block. *Circulation* 27:683, 1963.
11. Center, S.; Nathan, D.; Wu Chank-Yu y Samet, P.: The implantable synchronous pacer in the treatment of complete heart block. Presentado en el 43 meeting of the American Association for Thoracic Surgery.
12. Lillehei, W. C.; Sellers, R. D. y Eliot, R. S.: Postsurgical complete heart block: Management and long term results. Presentado en el 43 meeting of the American Association for Thoracic Surgery.
13. Pliego, G.; Rotberg, J. T. y Exaire, M. S.: El uso del Marcapaso interno en el bloqueo auriculoventricular completo. *Arch. Inst. Nal. Card.* 32:414, 1962