

96



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO



ESCUELA NACIONAL DE ENFERMERÍA Y OBSTETRICIA

El marcapasos cardíaco Todo lo que el paciente debe o desea saber



Manual que para obtener el título de Licenciada
en Enfermería y Obstetricia presenta

Coordinación de **María Teresa Miranda Kirchner**

Asesor: Lic. **Enf. Severino Rubio Domínguez**

2000

278975



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Indice

Página

Introducción

4

1- Lo que debo saber sobre la anatomía y fisiología cardiovascular.

6

- *¿Cómo se conduce el estímulo que produce la contracción cardíaca?*

9

2- ¿Qué son los bloqueos?

13

¿Sieron un marcapasos?

14

- *Indicaciones para el implante de un marcapasos*
- *Cuando existe un bloqueo atrio-ventricular completo*
- *Cuando existen los bloqueos atrio-ventriculares con ritmos atriales rápidos*
- *Cuando existe un bloqueo de las ramas o subdivisiones del Haz de His*
- *Cuando existen los bloqueos atrio-ventriculares que se presentan en circunstancias especiales*
- *Bloqueos atrio-ventriculares que complican una cirugía cardíaca.*
- *Bloqueos atrio-ventriculares en enfermedades raras*
- *En pacientes con "Insuficiencia Cardíaca"*
- *En pacientes con la llamada "disfunción del Nodo Sinusal"*
- *En pacientes con hipersensibilidad del Seno Carotideo o síncope neurocardiogénico*
- *Las indicaciones de marcapasos en niños y adolescentes.*
- *Uso de marcapasos en pacientes con enfermedades que afectan al músculo cardíaco.*
- *Uso del marcapasos después del trasplante cardíaco.*
- *Indicaciones de marcapasos para el tratamiento de arritmias con frecuencias rápidas o taquiarritmias.*

15

17

18

18

19

20

20

20

21

22

22

23

24

24

4- ¿Qué estudios se pueden realizar, además del electrocardiograma?

24

5- ¿Qué es un marcapasos cardíaco?

26

- *El circuito electrónico*

27

- *¿Puede afectarse el funcionamiento de mi marcapasos con el problema del año 2000 de las computadoras?*

30

- *La batería*

31

- *Cable-electrodo*

31

6- ¿Cómo funcionan los distintos tipos de marcapasos?

34

- *¿Cómo funciona un marcapasos Unicameral?*

34

- *¿Cómo funciona un marcapasos Bicameral?*

36

7- ¿Cómo se identifican los marcapasos según su modo de funcionar?

40

8- ¿Cuanto tiempo duran las baterías? ¿Cuáles son los indicadores de que la batería se está agotando?

42

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 9- ¿Cómo se implanta un marcapasos? | 46 |
| • Los marcapasos transitorios. | 46 |
| • Marcapaso transitorio transtorácico. | 49 |
| • Marcapaso transvenoso transitorio. | 49 |
| • Estimulación transitoria transtorácica. | 49 |
| • Marcapasos definitivos. | 51 |
| • Instalación de los electrodos. | 52 |
| 10- ¿Qué complicaciones se pueden presentar cuando se implanta un marcapasos definitivo? | 55 |
| • Complicaciones del implante de un marcapasos. | 55 |
| • Complicaciones mecánicas. | 57 |
| 11- ¿Con qué frecuencia debo visitar al médico? | 58 |
| • Guía práctica de seguimiento. | 64 |
| 12- ¿Cómo se adapta el marcapasos a mis necesidades? | 66 |
| • Síndrome de Marcapasos. | 66 |
| 13- ¿De qué interferencias debo cuidarme? | 68 |
| • Electrocauterio. | 69 |
| • Vibraciones fuertes/ Presión externa. | 69 |
| • Restricciones de área. | 69 |
| • Detectores de robo. | 69 |
| • Interferencia electromagnética. | 70 |
| • Procedimientos médicos y situaciones ambientales que pueden influir en el funcionamiento del marcapasos. | 71 |
| • Teléfonos celulares e inalámbricos. | 71 |
| ¿Qué es la tarjeta de identificación? | 73 |
| Bibliografía | 75 |
| Glosario | 78 |

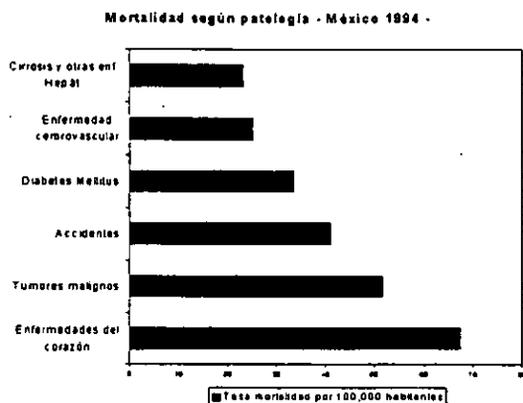
Introducción

Por influencia de los avances científicos y tecnológicos en la atención a la salud, tanto como por el mejoramiento en las condiciones de existencia, la esperanza de vida ha aumentado hasta que actualmente en la República Mexicana se encuentre en 72.6 años (hombres 69.4 años y mujeres 75.8 años), lo que significa que una parte importante de la población llega a edades más avanzadas de lo que lo hacía en el pasado, y es precisamente en este grupo que se observa el predominio de las enfermedades crónico-degenerativas. A diferencia de los países desarrollados, en México las principales causas de muerte marcan un aumento sustancial de las enfermedades cardíacas entre 1950 y 1988, destacándose en este sentido los estados de Quintana Roo, Oaxaca, Tlaxcala y Nayarit. En 1950 la mortalidad por causa cardíaca era el 0.13% de todas las defunciones y en 1985 lo fue del 3.8%. De acuerdo con el Anuario Estadístico 1994, la tasa de mortalidad fue del 4.7% y la mortalidad por enfermedades cardíacas del 67.5 (tasa de mortalidad por 100,000 habitantes) (gráfica1), ocupando el primer lugar desde 1988, observándose a la fecha una tendencia ascendente, la cual indica que habrá en el futuro un aumento en la demanda de atención para estos padecimientos, si consideramos que en la actualidad nuestra población es predominantemente joven (70% con edades entre 10 y 30 años) y que continua incrementándose el número de personas mayores de 50 años.

Comparando la edad de muerte por enfermedad cardíaca con la esperanza de vida, se calcula en 6.5 los años perdidos por esta causa.

Las enfermedades cardiovasculares más frecuentes son la Hipertensión Arterial y sus consecuencias y la Aterosclerosis que esta casi universalmente presente en

los adultos mexicanos, manifestándose clínicamente por los problemas de obstrucción coronaria (isquémicos), lo que unido a la degeneración del sistema de conducción, son causa de los bloqueos cardíacos en la población de la tercera edad, cuyo tratamiento es el implante de un marcapasos cardíaco definitivo.



Gráfica 1

En los países desarrollados se observa desde hace varios años, una reducción en la mortalidad por enfermedades cardíacas, lo que indica que la misma es posible a través del control de los llamados "factores de riesgo coronario" que son la Hipertensión Arterial, hipercolesterolemia, hábito de fumar, Diabetes Mellitus, obesidad y vida sedentaria.

Actualmente no contamos en el país con la tecnología necesaria para la fabricación de marcapasos, por lo que es necesario importarlos, lo que conlleva una carga económica importante para el paciente, su familia o las instituciones de

seguridad social. Más aún cuando la probabilidad de desarrollar una forma clínica de la cardiopatía isquémica aumenta con la reducción de los niveles de ingresos económicos y la educación.

La información que reciben los pacientes a los que se ha implantado un marcapasos, es insuficiente, impersonal y consiste en la mayoría de los casos, en pequeños folletos con escasa información, motivo por el cual el paciente y su familia no resuelven dudas básicas. Por lo general la orientación más amplia está en idioma inglés. El objetivo de este manual es guiar al paciente proporcionándole los conocimientos necesarios sobre la naturaleza de su enfermedad y principalmente sobre el funcionamiento de su marcapasos, para que, se eliminen sus temores y tenga así una vida más tranquila y de provecho para sí y para su familia.

1- Lo que debo saber sobre la anatomía y fisiología cardiovascular.

Usted tiene un problema cardíaco y para comprenderlo es necesario el conocimiento de su anatomía y funcionamientos básicos. Este aspecto es importante para que usted comprenda el funcionamiento del marcapasos. El corazón es un órgano hueco de paredes musculares, situado en la parte anterior izquierda del tórax. Su tamaño en el adulto en condiciones normales es el del puño cerrado y está formado por cuatro cámaras: atrio o aurícula y ventrículo derechos y atrio o aurícula y ventrículo izquierdos (figura 1).

Al contraerse y relajarse, gracias a la presencia de válvulas en su interior, los músculos del corazón bombean la sangre hacia el pulmón y el resto del cuerpo.

Para cumplir con su función de bomba, el corazón se contrae y relaja más 100,000 veces al día.

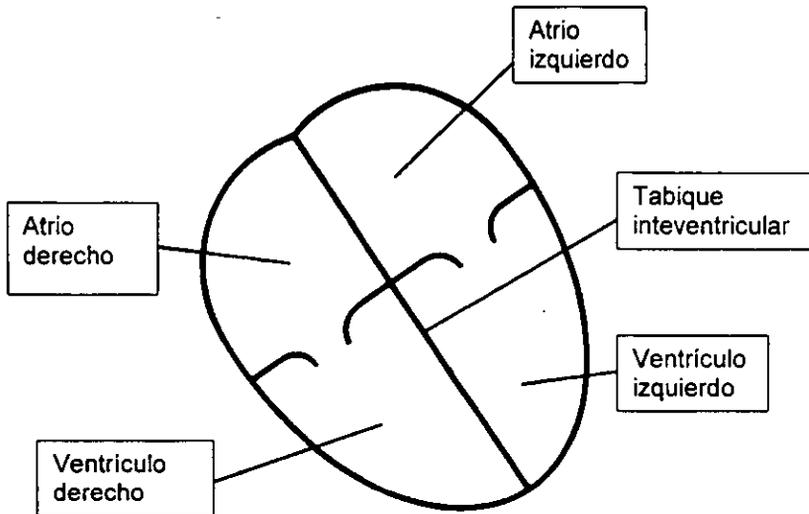


Figura 1 - Esquema de las Cavidades Cardíacas

La sangre que regresa del cuerpo a través de las venas es enviada hacia los pulmones para oxigenarse, y luego pasa a las cavidades cardíacas del lado izquierdo para ser bombeada hacia el resto del cuerpo a través de la arteria Aorta y sus ramas (figura 2).

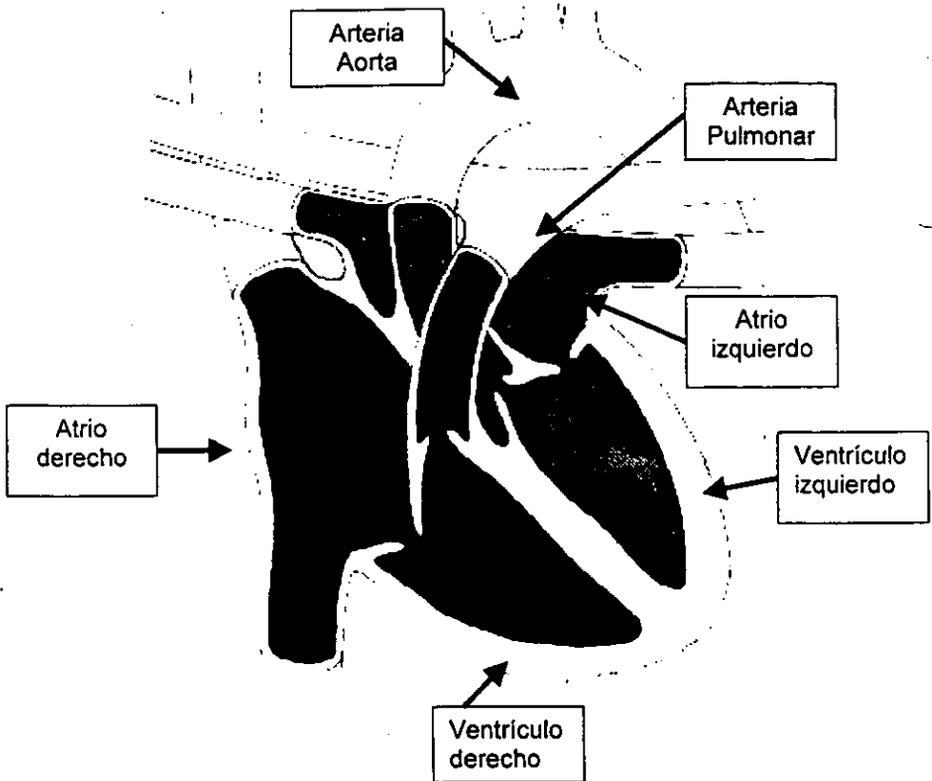


Figura 2 - Anatomía Cardíaca

La sangre que regresa al corazón sigue el siguiente camino:

- La sangre con bajo contenido de oxígeno fluye por las venas hacia el atrio derecho.
- Del atrio derecho pasa al ventriculo derecho. Este al contraerse bombea la sangre por la arteria Pulmonar hacia los pulmones, en donde la sangre libera los gases de desecho y recoge el oxígeno.

- La sangre oxigenada regresa al corazón por las venas pulmonares hacia el atrio izquierdo.
- La sangre fluye del atrio izquierdo al ventrículo izquierdo.
- El ventrículo izquierdo bombea la sangre rica en oxígeno hacia la arteria Aorta que la distribuye a todo el cuerpo.

La frecuencia cardíaca normal en reposo es alrededor de 60 latidos por minuto, y aumenta si el corazón debe bombear más sangre en respuesta al ejercicio y en otras condiciones en que el organismo así lo requiera, como la digestión, emociones (ansiedad, miedo y la ira), cuando existe alguna enfermedad cardíaca o en caso de fiebre, Cuando por alguna enfermedad del corazón, se ve disminuida esta capacidad de respuesta normal de bombear más sangre incrementando su frecuencia, se pueden producir problemas que hacen necesario el implante de un marcapasos.

¿Cómo se conduce el estímulo que produce la contracción cardíaca?

En la estructura del corazón existen dos variedades de tejido muscular cardíaco, uno dedicado a la contracción y otro a la generación y conducción de los estímulos de naturaleza eléctrica, que gobiernan su ritmo. Esta última es llamada el "Sistema de conducción" y tiene por función el mantener la frecuencia y ritmo de contracciones que respondan a las necesidades de provisión de nutrientes y remoción de los desechos del organismo. Al generar impulsos eléctricos y transmitirlos a través del corazón, hace que de una manera ordenada, primero los atrios y después los ventrículos, se provoque una contracción del músculo cardíaco y con esto se movilice la sangre con un volumen y presión adecuados a las necesidades del organismo (figura 3).

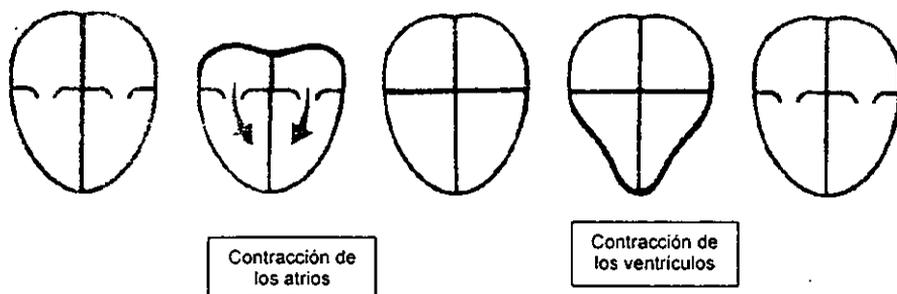


Figura 3 - Ciclo cardíaco

El estímulo eléctrico nace en condiciones normales en un grupo de células musculares llamadas "Nodo Sinusal" (o de Keith y Flack, llamado así en honor de sus descubridores) situado en la parte alta del atrio derecho donde desemboca la vena cava superior (figura 4). El Nodo Sinusal genera estímulos eléctricos espontáneamente con una frecuencia de 60 latidos por minuto. Influenciado por diversos estímulos, especialmente los provenientes del sistema nervioso, puede aumentar o reducir su frecuencia dentro de límites normales, llamados fisiológicos. Así cuando se realiza un ejercicio, se está digiriendo una comida o se tienen emociones de ira o alegría, el Nodo Sinusal se acelera y por el contrario, cuando se está en reposo o durante el sueño en la noche se reduce su frecuencia. De esta manera el corazón responde a las necesidades de flujo de sangre por parte del organismo.

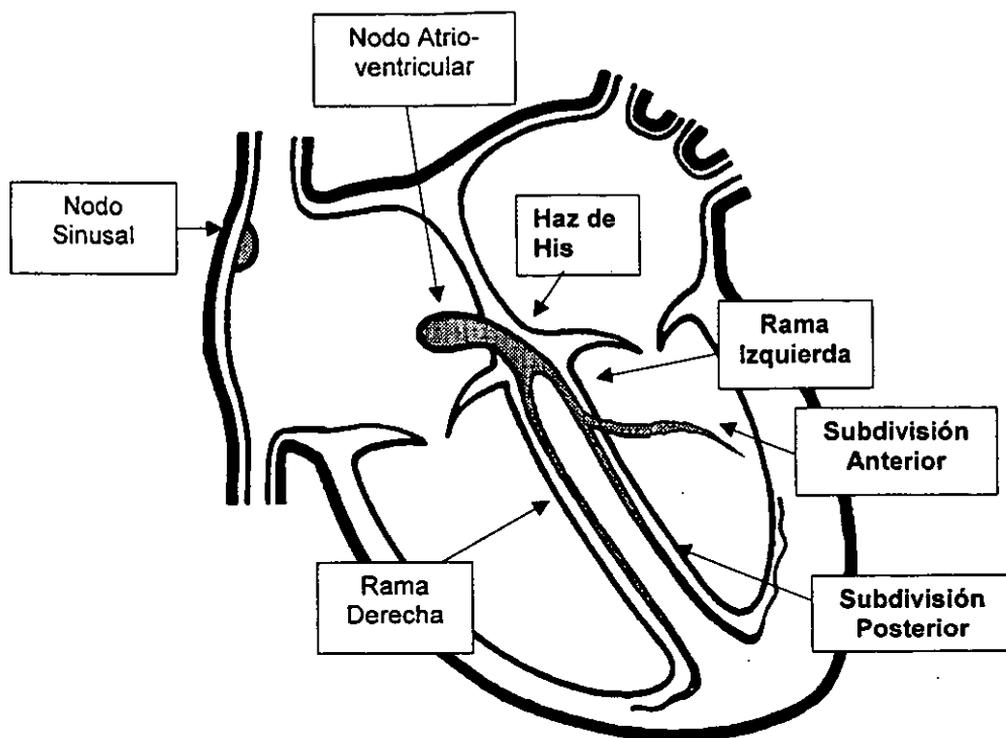


Figura 4 - Sistema de Conducción del Estímulo Eléctrico Cardíaco

Desde el Nodo Sinusal parte una onda de actividad eléctrica que pasa al resto del atrio derecho y luego al izquierdo, estimulando su contracción (figura 4). Esta onda se registra con el electrocardiograma en la superficie del cuerpo y forma la llamada onda "P". Llegada a la parte baja del atrio derecho, se encuentra que no puede pasar hacia los ventrículos pues estos se encuentran aislados eléctricamente. El único puente eléctrico entre atrios y ventrículos es otro grupo de fibras musculares especiales llamado "Nodo Atrio-ventricular" (o Nodo de Atshoff-

Tawara llamado así en honor de sus descubridores), en razón de que es la vía de entrada del estímulo que baja del atrio a los ventrículos. El Nodo Atrio-ventricular se continúa hacia los ventrículos con una corta cinta muscular que se llama Haz de His, el que llegado a los ventrículos se divide en una rama derecha (que se distribuye, como las ramas de un árbol, por la cara interior del ventrículo derecho) y una rama izquierda que se divide a su vez en una subdivisión anterior, (que se distribuye por la cara anterior del ventrículo izquierdo) y una subdivisión posterior (que se dirige a la cara inferior del ventrículo). Las ramas finales de este árbol que es el Haz de His cubren la totalidad del interior de ambos ventrículos. El Nodo Atrio-ventricular, el Haz de His, sus ramas, subdivisiones también llamadas fascículos y sus finas ramas terminales constituyen lo que se llama el Sistema de Conducción del estímulo eléctrico. A medida que el estímulo avanza, se va produciendo la activación de las fibras musculares contráctiles, primero las de los atrios y finalmente los ventrículos. El "director de la orquesta", que gobierna el ritmo cardíaco, es el Nodo Sinusal quien envía regularmente un estímulo eléctrico a los atrios los que en respuesta se contraen expulsando la mayor cantidad posible de sangre hacia los ventrículos, llegado el estímulo eléctrico al Nodo Atrio-ventricular sufre una pequeña demora en ser conducido hacia los ventrículos, este retraso permite a los atrios contraerse y expulsar la mayor cantidad de sangre hacia los ventrículos, los que son estimulados a continuación desde un solo punto de entrada, lo que permite que la subsecuente contracción se haga de manera organizada. Como puede comprenderse el mecanismo de transmisión del impulso eléctrico es armonioso y de una presión admirable. Sin embargo esta función que se inicia desde la vida intrauterina, puede complicarse gravemente.

2- ¿ Qué son los bloqueos?

Un bloqueo es la interrupción del paso de un estímulo a través del sistema de conducción cardíaco, y puede ocurrir en cualquiera de las vías por donde avanza el estímulo eléctrico. Cuando los estímulos que descienden del atrio derecho se detienen en su camino y no pasan a los ventrículos, se dice que existe un "bloqueo atrio-ventricular". Este puede tener distintos grados, desde un retraso mayor que el normal sin que ninguno deje de pasar, lo que se llama "bloqueo de primer grado", hasta el caso en que ninguno de los estímulos pase al ventrículo, lo que se llama "bloqueo atrio-ventricular completo" o de "tercer grado". Entre estos extremos se encuentran los "bloqueos de segundo grado" en los que unos estímulos pasan y otros no. En el bloqueo atrio-ventricular completo existe una disociación entre el latido atrial y el ventricular, cada uno de ellos late de manera independiente y no coordinada. En este caso la frecuencia cardíaca suele ser lenta (menos de 45 latidos por minuto).

Una forma gráfica para comprender los bloqueos se presenta en la figura 5; cuando la conducción atrio-ventricular es normal (parte izquierda) todos los estímulos pasan el "puente" entre atrios y ventrículos, cuando existe un bloqueo de segundo grado, sólo pasan algunos.

En el humano la isquemia del miocardio, o sea la falta de un aporte y remoción adecuados de nutrientes y desechos a las células musculares del corazón, la degeneración de los tejidos y las infecciones, son las causas predominantes del bloqueo atrio-ventricular. En los niños la causa más común es congénita, es decir existe desde el nacimiento. En algunos pacientes, especialmente los ancianos, la intoxicación con medicamentos, como la digital y estados degenerativos

(aterosclerosis coronaria y fibrosis del tejido de conducción) son las causas predominantes.

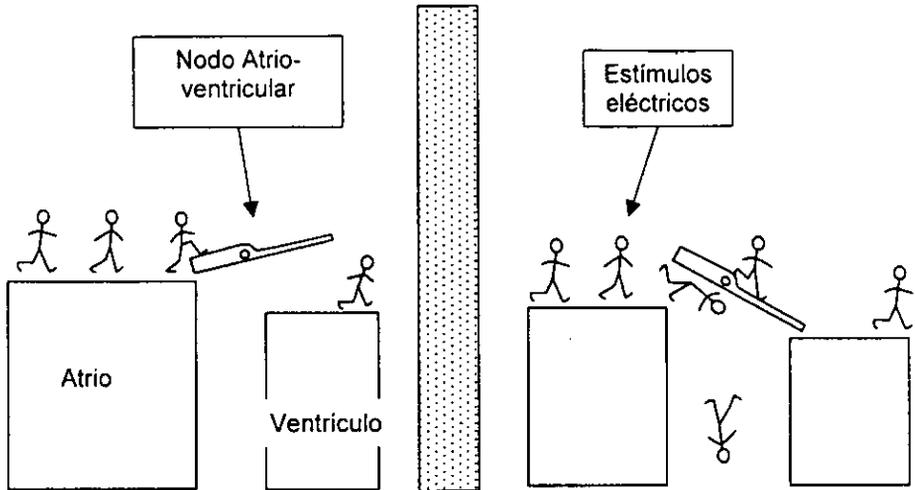


Figura 5 - Bloqueo de la conducción del Estímulo Eléctrico Cardíaco
entre los Atrios y los Ventriculos

Un bloqueo cardíaco transitorio o intermitente puede ser producido por factores que aumentan el tono del sistema nervioso autónomo, el que a su vez al actuar sobre el Nodo Sinusal reduce la frecuencia de sus estímulos. Un ejemplo de esto es la presión en el cuello (seno carotideo) o en los ojos que puede, ocasionalmente, producir bloqueo atrio-ventricular aún en sujetos normales.

3- ¿Porqué me pusieron un marcapasos?

Un marcapasos se implanta con el propósito de preservar la vida del paciente, es decir reducir el índice de mortalidad que conlleva la enfermedad cardíaca que le

(aterosclerosis coronaria y fibrosis del tejido de conducción) son las causas predominantes.

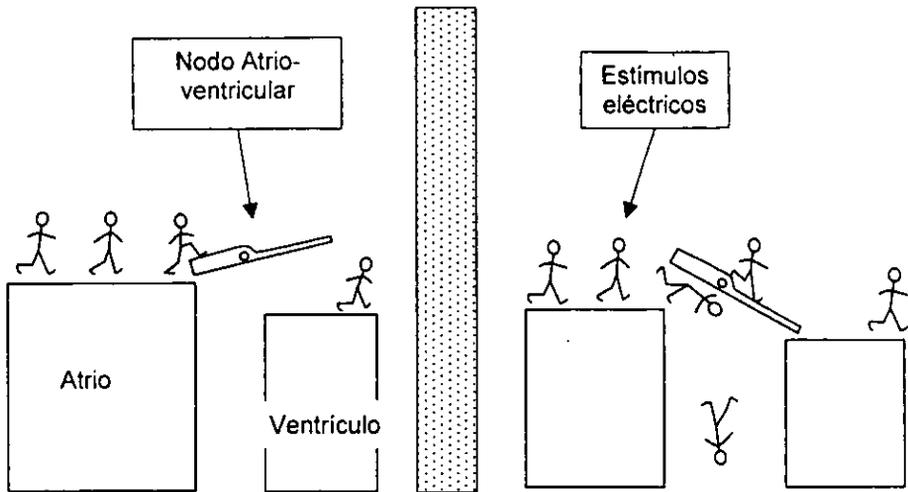


Figura 5 - Bloqueo de la conducción del Estímulo Eléctrico Cardíaco entre los Atrios y los Ventriculos

Un bloqueo cardíaco transitorio o intermitente puede ser producido por factores que aumentan el tono del sistema nervioso autónomo, el que a su vez al actuar sobre el Nodo Sinusal reduce la frecuencia de sus estímulos. Un ejemplo de esto es la presión en el cuello (seno carotideo) o en los ojos que puede, ocasionalmente, producir bloqueo atrio-ventricular aún en sujetos normales.

3- ¿Porqué me pusieron un marcapasos?

Un marcapasos se implanta con el propósito de preservar la vida del paciente, es decir reducir el índice de mortalidad que conlleva la enfermedad cardíaca que le

aqueja e incrementar la expectativa de vida. También se trata de mejorar la calidad de vida, al aliviar los síntomas que le aquejan y para reestablecer su capacidad funcional. En la mayoría de los casos, es el ritmo cardíaco lento o bradicardia la causa de los síntomas del paciente, ya que la frecuencia cardíaca baja hace que la cantidad de litros por minuto que bombea el corazón, a la que se llama "Gasto Cardíaco", sea también baja. La estimulación cardíaca artificial con marcapasos al aumentar la frecuencia cardíaca, produce un aumento de la cantidad de sangre que bombea el corazón con lo que se incrementa el flujo sanguíneo cerebral, cardíaco, muscular y en general a todo el organismo, lo que produce un alivio de los síntomas y el restablecimiento de su capacidad para realizar esfuerzos físicos. Todo esto traduce en una mejoría de la calidad de vida, con lo cual se cumplen los objetivos de la terapia de estimulación cardíaca con marcapasos.

Indicaciones para el implante de un marcapasos

Al indicar el implante de un marcapasos definitivo, el médico tomará en cuenta los siguientes aspectos:

- Si existe un bloqueo en la conducción de los estímulos eléctricos entre los atrios y ventrículos.
- Si el paciente tiene o no síntomas que estén relacionados con estas alteraciones. Estos síntomas pueden consistir en: a) Síncope, que es la pérdida súbita de la conciencia por una reducción significativa del flujo sanguíneo cerebral. También se le llama ataque de Stokes-Adams en honor de los médicos del siglo XIX que lo describieron, b) Presíncope o casi síncope, c) Mareos, d) Estado confusional, e) Fatiga, f) Intolerancia al ejercicio. La

presencia de síntomas es la indicación más confiable para la implantación de un marcapasos, sin importar la naturaleza de la arritmia.

- El estado físico y mental del paciente, ya que el objetivo es devolver la salud al individuo en su totalidad y no solamente tratar un problema en la conducción del estímulo eléctrico cardíaco. Se debe considerar también, la presencia de enfermedades asociadas que pueden resultar en un pronóstico y calidad de vida limitadas.
- Frecuentemente la indicación de un marcapasos se debe a un trastorno de la conducción del estímulo eléctrico causado por una enfermedad cardíaca cuyos síntomas pueden verse exacerbados por una bradicardia.
- Si el paciente desea continuar conduciendo un automóvil o realizar una actividad que implique riesgos para él como para otras personas. Los mareos ocasionales podrían ser tolerables en una persona que se mantiene sentado en su casa todo el día, pero no para una que conduce un automóvil.
- Si el paciente vive en un sitio donde no puede tener auxilio médico en caso de que por su enfermedad cardíaca se presenten complicaciones tratables con un marcapasos, viva solo o deba viajar con frecuencia.
- Si el paciente tiene una enfermedad cardíaca que cause alteraciones del ritmo cardíaco que hagan necesario el uso de medicamentos que a su vez produzcan un ritmo cardíaco lento.
- Deseo del paciente o su familia.
- Enfermedad vascular cerebral severa que pueda resultar en un daño irreversible si el flujo sanguíneo cerebral desciende en forma súbita.

Al proponer y obtener la autorización del paciente y su familia para el implante de un marcapasos definitivo, debe quedar claro que un marcapasos únicamente alivia los síntomas o aumenta la expectativa de vida en cierto tipo de trastornos del ritmo cardíaco y que no se trata de un "corazón biónico" que solucionará todos los problemas que la enfermedad cardíaca ha provocado, ni tampoco suprime otras en evolución.

Tomando en cuenta lo precedente, hay tipos o variedades de enfermedades cardíacas, en donde el implante de un marcapasos puede mejorar la calidad de vida al hacer desaparecer o mejorar los síntomas y en ciertos casos aumentar la expectativa de vida. Las siguientes son las indicaciones para el implante de un marcapasos en las que un Comité de Expertos considera que hay suficiente evidencia científica como para aconsejar su uso:

1. Cuando existe un bloqueo atrio-ventricular completo

Cuando existe un bloqueo completo, en forma permanente o aún intermitente, de la conducción de los estímulos eléctricos entre los atrios y los ventrículos (el llamado bloqueo AV de 3er grado), se produce un entretardamiento de los latidos cardíacos (bradicardia) lo que hace que el corazón bombee menos litros de sangre por minuto al resto del cuerpo y esto se traduzca en mareos o pérdida del conocimiento (menos irrigación cerebral) y fatiga fácil o debilidad (menos irrigación de los músculos esqueléticos). A pesar del bloqueo, los ventrículos continúan latiendo pero lo hacen a un ritmo muy lento, lo que afecta la capacidad de bombeo del corazón. El marcapasos estimula al corazón a la frecuencia necesaria para que bombee la cantidad necesaria de sangre. También es aconsejable el implante de un marcapasos que aumente la frecuencia cardíaca cuando en presencia de un

bloqueo completo y al estar despierto el paciente, el ritmo cardíaco baja tanto que entre pulso y pulso pasan 3 segundos o más; o cuando de manera permanente el ritmo cardíaco sea de 40 latidos por minuto o menos, aún cuando el paciente no manifieste síntomas.

II. Cuando existen bloqueos atrio-ventriculares con ritmos atriales rápidos

Cuando el ritmo de los atrios se acelera de manera ordenada o rítmica como en ciertas alteraciones llamadas "Flutter auricular" o "Taquicardia supraventricular" o lo hacen de manera desordenada en la llamada "Fibrilación Auricular", y este aceleramiento de la activación eléctrica de los atrios se asocia con un bloqueo de la conducción a los ventrículos. Aún cuando el ritmo de los atrios sea muy rápido, el de los ventrículos resulta lento y esta bradicardia puede ser la causa de los síntomas del paciente. Cuando no tiene síntomas, se cuestiona el beneficio que podría producir un marcapasos, y será entonces el médico, quien basándose en los criterios antes anunciados valorará con el paciente y su familia los beneficios de hacerlo. La falta de síntomas se debe, en muchos casos, a que los bloqueos son de grado menor.

III. Cuando existe un bloqueo de las ramas o subdivisiones de Haz de His

Como ya se explicó, el puente que lleva el estímulo eléctrico del atrio derecho a los ventrículos es el Haz de His, el que una vez se divide, como en un árbol, en una rama derecha y otra izquierda con destino a los ventrículos homónimos. El de la rama izquierda se subdivide en dos ramas secundarias también llamadas subdivisiones o fascículos, que son la anterior y la posterior (figura 4).

Cuando el estímulo eléctrico que normalmente se transmite por una de estas ramas lo hace lentamente o no avanza, se dice que hay un bloqueo fascicular o de

subdivisión y si el bloqueo se produce en dos o tres ramas simultáneamente, decimos que el bloqueo es bi o trifascicular. Ejemplos de bloqueos bifasciculares son el de rama derecha y el de rama izquierda o bloqueo de la rama derecha más bloqueo de la subdivisión anterior o inferior. Bloqueos trifasciculares son el bloqueo de tres de las ramas en que se divide el Haz de His o el bloqueo permanente de dos de las ramas al que se suma intermitentemente una tercera. Los bloqueos de los fascículos anterior y posterior de la rama izquierda del Haz de His también se llaman "Hemibloqueos".

El implante de marcapasos definitivo está indicado en pacientes con bloqueos bi o trifasciculares cuando se asocian a:

- a. Bloqueo atrio-ventricular completo o cierta variedad del de segundo grado.
- b. Cuando el paciente ha tenido un síncope y se han descartado otras arritmias como su causa.
- c. Cuando por medio de un estudio llamado "Electrofisiológico" se encuentra un severo bloqueo de la conducción del estímulo atrioventricular.

IV. Cuando existen bloqueos atrio-ventriculares en circunstancias especiales

Hay enfermedades cardíacas que en algún momento de su evolución pueden alterar la conducción del estímulo entre los atrios y ventrículos, produciendo síntomas que requieran del implante de un marcapasos definitivo. En este grupo se encuentran los pacientes que tuvieron un Infarto del Miocardio que causó de manera permanente una alteración en la conducción. Los bloqueos que se presentan en la fase aguda del Infarto del Miocardio, se suelen tratar inicialmente con un marcapasos transitorio ya que un buen número de ellos puede revertir espontáneamente en unas 3 ó 4 semanas por lo que se aconseja no precipitarse

en implantar uno definitivo ya que el uso de un marcapaso temporal durante un infarto al miocardio no constituye en sí mismo una indicación para uno permanente. A diferencia de otras indicaciones para el implante de un marcapasos permanente, el criterio en pacientes con infarto al miocardio y bloqueo AV no necesariamente depende de la presencia de síntomas.

Cuando se ha superado la fase aguda y persisten alteraciones en la conducción se indica el implante de un marcapasos definitivo.

V. Bloqueos atrio-ventriculares que complican una cirugía cardíaca.

El tratamiento quirúrgico de ciertas enfermedades del corazón, como las congénitas o la de la válvula aórtica implican el riesgo de producir un bloqueo atrio-ventricular completo y requieren del implante de un marcapasos definitivo.

VI. Bloqueos atrio-ventriculares en enfermedades raras.

Ciertas enfermedades raras como la Distrofia Muscular Miotónica, el Síndrome de Kearns-Sayre, la Distrofia de Erb y la atrofia muscular peroneal, pueden complicarse con un bloqueo atrio-ventricular completo. En este manual no se considera ampliar información, porque el paciente requiere de una explicación específica y orientación personal.

VII. En pacientes con "Insuficiencia Cardíaca".

El marcapasos es de gran utilidad pacientes en los que su corazón es incapaz de bombear la cantidad de sangre requerida por el cuerpo, a lo que se llama "Insuficiencia Cardíaca" y en los que además se agrega que el paso del estímulo eléctrico del atrio a los ventrículos es muy lento (mayor de 0.30 segundos), lo que hace menos eficiente la función de bomba del corazón. En estos casos un

marcapasos que sense la actividad atrial y estimule al ventrículo con un intervalo menor hace que mejore su capacidad de bombeo.

VIII. En pacientes con la llamada "disfunción del Nodo Sinusal".

Como se explicó anteriormente, el estímulo eléctrico que comanda toda la actividad cardíaca se origina en un grupo de células llamado "Nodo Sinusal" y se encuentran situadas en el atrio derecho. Cuando su función se altera y existe una formación anormal de los estímulos cardíacos, a la enfermedad resultante se la llama "Disfunción del Nodo Sinusal", y se caracteriza por un ritmo cardíaco lento (bradicardia) fijo o intermitente, alternando con periodos rápidos (taquicardia), por lo que en estos casos se llama "Síndrome de Bradi-taquicardia", o únicamente ritmos lentos (bradicardia). En algunos casos el ritmo lento es producido por medicamentos que se dan para tratar los ritmos rápidos, por lo que el implante de un marcapasos nos permite tratar el primero, mientras que con el medicamento antiarrítmico el segundo.

En otros casos se observa la llamada "Incompetencia Cronotrópica". Cuando el paciente hace un ejercicio normalmente la frecuencia cardíaca debe subir para aumentar la cantidad de sangre que bombea el corazón, cuando el número de latidos por minuto no sube en proporción al ejercicio y a los requerimientos del organismo se habla de una "incompetencia cronotrópica".

Como en los otros casos de la indicación de un marcapasos, lo importante es que la arritmia se relacione con la aparición de síntomas que puedan corregirse con el mismo. Si no hay síntomas, la indicación es discutible, aún cuando en el electrocardiograma se observen los referidos cambios de frecuencia cardíaca.

IX. En los pacientes con hipersensibilidad del Seno Carotídeo o síncope neurocardiogénico.

El sistema cardiovascular tiene numerosos mecanismos que controlan el nivel de la presión arterial gracias a una serie de sensores que detectan las variaciones de la misma. Uno de estos sensores se encuentra en las arterias carótidas y se llama "Seno Carotídeo". Cuando éste es muy sensible, cualquier presión que se ejerza sobre el mismo (v.g.. el cuello de la camisa demasiado apretado) puede disparar una respuesta exagerada que se traduce en un marcado descenso de la frecuencia cardíaca y si ésta es lo suficientemente importante puede producir síncope.

De un 10 a 40% de los síncope se deben a un desajuste del sistema nervioso autónomo, que es independiente del sistema nervioso conciente, de allí su nombre de autónomo. Este desajuste puede producir una bradicardia y/o dilatación de los vasos sanguíneos con caída de la presión arterial. En general el tratamiento es en base a medicamentos, pero en algunos casos, muy seleccionados, en que predomina el componente bradicárdico se indica el implante de un marcapasos definitivo.

X. Las indicaciones de marcapasos en niños y adolescentes.

El bloqueo Atrio-ventricular que encontramos en los adultos, especialmente en la tercera edad, puede observarse también en los niños desde el nacimiento por lo que se llama "Congénito", y cuando se acompaña de síntomas, al igual que un adulto, debe implantarse un marcapasos definitivo.

Si el paciente tiene una malformación congénita del corazón, es frecuente que en algunas de ellas, después de la corrección quirúrgica, se presente un bloqueo

atrio-ventricular de grado avanzado (3er grado) o un "Síndrome de Braditaquicardia", que se tratan de manera similar a la de los adultos.

Es de tenerse en cuenta que la frecuencia cardíaca normal de los niños es mucho mayor que la de los adultos. Si la bradicardia se asocia con una cardiopatía congénita probablemente el niño necesitará de una frecuencia cardíaca mayor para compensar el defecto.

XI. Uso de marcapasos en pacientes con enfermedades que afectan al músculo cardíaco.

La "Miocardiopatía Hipertrófica Obstructiva" es una enfermedad congénita del músculo cardíaco que produce un engrosamiento desproporcionado y asimétrico de las paredes ventriculares, especialmente la del izquierdo, lo que afecta al buen funcionamiento cardíaco. En casos seleccionados el uso de un marcapasos que estimule tanto a los atrios como a los ventrículos (DDD) ha demostrado que mejora la función ventricular y reduce la aparición de síntomas. Su indicación es aún motivo de estudio y se ha aplicado a pacientes refractarios o intolerantes del tratamiento médico y como una alternativa al tratamiento quirúrgico.

Otro tipo de enfermedad del músculo cardíaco es la "Miocardiopatía Dilatada" en donde las cavidades cardíacas se dilatan y reducen su capacidad de bombeo de la sangre. Se ha propuesto el uso de marcapasos DDD o aún de estimulación simultánea en las dos cámaras ventriculares con el objeto de sincronizar mejor su contracción y como resultado mejorar la función de bomba. Esta es también una indicación que se está estudiando.

XII. Uso del marcapasos después del trasplante cardíaco.

Después del trasplante cardíaco las bradicardias son comunes (8-23%) y aproximadamente la mitad de ellas mejoran luego de 6 a 12 meses, por lo que no es aconsejable el precipitarse en implantarles un marcapasos. Sin embargo si el paciente tiene un bloqueo AV completo u otra de las indicaciones de marcapasos señaladas para pacientes no transplantados, éste debe emplearse.

XIII. Indicaciones de marcapasos para el tratamiento de arritmias con frecuencias rápidas o taquiarritmias.

En este caso se requiere de observación y valoración mediante un estudio electrofisiológico por parte de expertos. Por lo general estos pacientes no han respondido al tratamiento médico con medicamentos antiarrítmicos por lo que es necesario el implante de un marcapasos con dispositivos especiales para detectar y tratar la arritmia en forma automática.

Hasta aquí me he propuesto orientar sobre las causas más frecuentes por las que se recurre a la terapia con marcapasos. Es muy importante que le paciente comprenda la naturaleza de su enfermedad y que también disponga de la orientación necesaria sobre la función el auxiliar eléctrico que le han indicado, para sensibilizar el interés y la certidumbre del autocuidado, tanto como comprometer su voluntad para vivir.

4- ¿Qué estudios se pueden realizar, además del electrocardiograma?

El médico cardiólogo realizará un estudio completo que incluye básicamente la historia clínica, con los antecedentes personales y familiares, el relato de los motivos que llevaron al paciente a la consulta y el examen físico; esto se

XII. Uso del marcapasos después del trasplante cardíaco.

Después del trasplante cardíaco las bradicardias son comunes (8-23%) y aproximadamente la mitad de ellas mejoran luego de 6 a 12 meses, por lo que no es aconsejable el precipitarse en implantarles un marcapasos. Sin embargo si el paciente tiene un bloqueo AV completo u otra de las indicaciones de marcapasos señaladas para pacientes no transplantados, éste debe emplearse.

XIII. Indicaciones de marcapasos para el tratamiento de arritmias con frecuencias rápidas o taquiarritmias.

En este caso se requiere de observación y valoración mediante un estudio electrofisiológico por parte de expertos. Por lo general estos pacientes no han respondido al tratamiento médico con medicamentos antiarrítmicos por lo que es necesario el implante de un marcapasos con dispositivos especiales para detectar y tratar la arritmia en forma automática.

Hasta aquí me he propuesto orientar sobre las causas más frecuentes por las que se recurre a la terapia con marcapasos. Es muy importante que el paciente comprenda la naturaleza de su enfermedad y que también disponga de la orientación necesaria sobre la función del auxiliar eléctrico que le han indicado, para sensibilizar el interés y la certidumbre del autocuidado, tanto como comprometer su voluntad para vivir.

4- ¿Qué estudios se pueden realizar, además del electrocardiograma?

El médico cardiólogo realizará un estudio completo que incluye básicamente la historia clínica, con los antecedentes personales y familiares, el relato de los motivos que llevaron al paciente a la consulta y el examen físico; esto se

XII. Uso del marcapasos después del trasplante cardíaco.

Después del trasplante cardíaco las bradicardias son comunes (8-23%) y aproximadamente la mitad de ellas mejoran luego de 6 a 12 meses, por lo que no es aconsejable el precipitarse en implantarles un marcapasos. Sin embargo si el paciente tiene un bloqueo AV completo u otra de las indicaciones de marcapasos señaladas para pacientes no transplantados, éste debe emplearse.

XIII. Indicaciones de marcapasos para el tratamiento de arritmias con frecuencias rápidas o taquiarritmias.

En este caso se requiere de observación y valoración mediante un estudio electrofisiológico por parte de expertos. Por lo general estos pacientes no han respondido al tratamiento médico con medicamentos antiarrítmicos por lo que es necesario el implante de un marcapasos con dispositivos especiales para detectar y tratar la arritmia en forma automática.

Hasta aquí me he propuesto orientar sobre las causas más frecuentes por las que se recurre a la terapia con marcapasos. Es muy importante que el paciente comprenda la naturaleza de su enfermedad y que también disponga de la orientación necesaria sobre la función del auxiliar eléctrico que le han indicado, para sensibilizar el interés y la certidumbre del autocuidado, tanto como comprometer su voluntad para vivir.

4- ¿Qué estudios se pueden realizar, además del electrocardiograma?

El médico cardiólogo realizará un estudio completo que incluye básicamente la historia clínica, con los antecedentes personales y familiares, el relato de los motivos que llevaron al paciente a la consulta y el examen físico; esto se

complementa con un electrocardiograma y una radiografía de tórax. Debido a que en ocasiones los síntomas son intermitentes, el electrocardiograma puede ser normal, por este motivo se recomienda el registro electrocardiográfico continuo llamado "Holter", que consiste en la colocación de electrodos sobre la superficie de la piel del tórax conectados por un cable a una grabadora, que registra la actividad eléctrica del corazón por 24 horas. Al mismo tiempo el paciente lleva un diario, en donde anota sus actividades y síntomas, lo que nos permite correlacionar lo observado en el electrocardiograma con sus síntomas.

Otro estudio de utilidad para ver la respuesta de la actividad cardíaca al ejercicio es la "Prueba de Esfuerzo", que consiste en caminar sobre una banda sin fin (otra manera de hacerlo es pedalear en una bicicleta fija), donde la velocidad y la inclinación se incrementan y se observa la respuesta del paciente al ejercicio. Esta respuesta se valora con un trazo electrocardiográfico continuo, con la medición de la presión arterial y el examen clínico del paciente.

También es posible realizar "Estudios Electrofisiológicos", que se llevan a cabo en el laboratorio de electrofisiología, y consiste en introducir un catéter o sonda que tiene varios electrodos através de la vena de la ingle (femoral) hasta el interior del corazón, el que se estimula en diferentes puntos o zonas para estudiar su respuesta, lo que se valora con un registro electrocardiográfico. Los pacientes con síncope neurocardiogénico se estudian con una prueba que se llama de "Inclinación" y que consiste en acostar al paciente en una cama que progresivamente pasa de una posición horizontal a una semivertical, al mismo tiempo que se le inyectan medicamentos por vena (Isoproterenol).

Los estudios antes mencionados tienen sus indicaciones específicas y no son necesarios en todos los pacientes a los que ha de implantarse un marcapasos. Adicionalmente se pueden realizar estudios tendientes a diagnosticar la causa o etiología de la arritmia.

A continuación trataré de resolver las dudas sobre las características de funcionamiento que tienen los marcapasos.

5- ¿Qué es un marcapasos cardíaco?

Es un aparato destinado a la estimulación eléctrica del corazón que puede ubicarse en el exterior del cuerpo o implantarse en él. Consta de un circuito eléctrico en el cual una batería provee de la energía eléctrica que viaja a través de un cable-electrodo hasta el corazón para entregar un pulso controlado a intervalos predeterminados, y de regreso a la batería, para que de esta manera se complete el circuito eléctrico (figura 6).

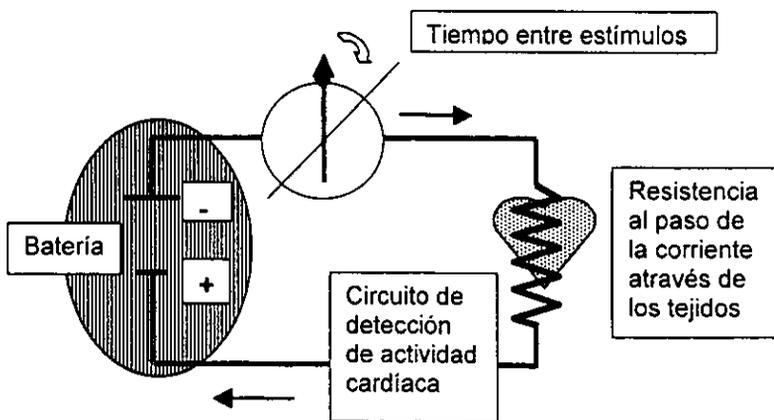


Figura 6

Los estudios antes mencionados tienen sus indicaciones específicas y no son necesarios en todos los pacientes a los que ha de implantarse un marcapasos. Adicionalmente se pueden realizar estudios tendientes a diagnosticar la causa o etiología de la arritmia.

A continuación trataré de resolver las dudas sobre las características de funcionamiento que tienen los marcapasos.

5- ¿Qué es un marcapasos cardíaco?

Es un aparato destinado a la estimulación eléctrica del corazón que puede ubicarse en el exterior del cuerpo o implantarse en él. Consta de un circuito eléctrico en el cual una batería provee de la energía eléctrica que viaja a través de un cable-electrodo hasta el corazón para entregar un pulso controlado a intervalos predeterminados, y de regreso a la batería, para que de esta manera se complete el circuito eléctrico (figura 6).

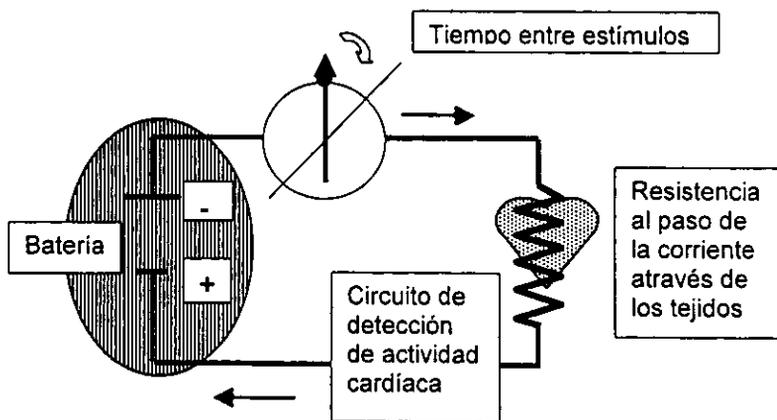


Figura 6

El sistema de marcapasos consta del Generador de Pulsos y del Cable-electrodo.

El Generador a su vez consta de un circuito electrónico y de la batería.

El circuito electrónico

El circuito electrónico controla los estímulos eléctricos entregados y demás funciones diagnósticas y terapéuticas del marcapasos, su forma y diseño ha evolucionado en el tiempo junto con los avances de la electrónica informática. Los semiconductores usados en la actualidad permiten el manejo de información compleja en un pequeño espacio con bajo consumo de energía y alto grado de confiabilidad, lo que ha permitido reducir el tamaño del generador de pulsos sin afectar su longevidad. Actualmente su funcionamiento es similar al de las computadoras y muchos de ellos tienen capacidades de memoria superiores a algunas computadoras de escritorio.

La función principal del marcapasos es la de generar una corriente eléctrica que al pasar a través del miocardio produzca un estímulo que al ser transmitido al resto del corazón, cause una contracción; a este efecto se le llama la "captura del corazón". Para esto cuenta con un circuito eléctrico que tomando la energía de la batería produce una corriente eléctrica que tiene una determinada amplitud, que se mide en voltios, por un determinado que se llama "ancho de pulso" y se mide en milésimas de segundo. Una corriente de este tipo habitualmente tiene una amplitud de 2.5 voltios y duración de 0.5 milisegundos (milésimas de un segundo). La frecuencia con que el marcapasos produce esta corriente nos dará la frecuencia de estimulación y por lo tanto la frecuencia cardíaca. Para determinar su frecuencia el marcapasos tiene un reloj interno que cuenta el tiempo. Habitualmente los marcapasos vienen de fábrica con una frecuencia de

estimulación que puede ser de 60 a 71 pulsos por minuto, pero esta puede ser cambiada por telemetría.

Los marcapasos vienen de fábrica programados para funcionar con una determinada frecuencia, amplitud y ancho de pulso y muchas otras variables complejas, a este modo de funcionar propio de cada modelo, se la llama "Programación Nominal". Los marcapasos actuales permiten modificar sus parámetros de funcionamiento a esta acción de cambiar los parámetros de funcionamiento del marcapasos se la llama "reprogramación", la que se hace desde una computadora (programador) que establece comunicación con él mediante una antena que envía señales de radiofrecuencia codificadas a través de la piel. Esta reprogramación permite adaptar el marcapasos a las necesidades del paciente y que el gasto de energía sea el mínimo necesario, dentro de los necesarios márgenes de seguridad, para así lograr que la batería dure lo máximo posible. Las posibilidades de que otras señales de radio puedan interferir con la programación del marcapasos son extremadamente bajas debido a que para producir los cambios de programación se requiere de un código muy específico de las señales.

Hemos dicho que el marcapasos cuenta con una memoria digital, de manera que a través de su antena no solamente puede recibir información desde fuera, sino también puede enviarla hacia el exterior informándonos sobre las características de su funcionamiento, el estado de la batería, los cables-electrodos, las veces que estimuló al corazón, fecha de implante, etc.

Unos de los inconvenientes de los primeros marcapasos que se comenzaron a implantar en el hombre, es que su frecuencia de estimulación era fija,

independientemente de la frecuencia con que, en forma natural, se estuviera contrayendo el corazón del paciente. A este tipo de marcapasos se les llama "Asincrónicos", porque no están sincronizados con el ritmo propio del corazón. Con el avance en la tecnología, se pudo agregar un circuito de sensado o detección de actividad cardíaca. Cuando las células del músculo cardíaco se activan, generan una corriente eléctrica que es recogida, amplificada y filtrada por el marcapasos que determina que el corazón esta funcionando adecuadamente y se inhibe, es decir se mantiene apagado y no descargará un estímulo. Si por el contrario no detecta ninguna actividad eléctrica, pasado un determinado tiempo producirá un estímulo. A esta función de alerta se la llama "Demanda", queriendo decir que el marcapasos funciona cuando se *demanda* su uso. Al contar con esta capacidad de respuesta, este tipo de marcapasos se llama "Sincrónico". El circuito electrónico y la batería se encuentran protegidos en una caja metálica (figura 7), habitualmente de Titanio, sellada herméticamente, razón por la que una vez que se agota la batería debe reemplazarse toda la fuente del generador y no simplemente cambiar las baterías como en una radio de bolsillo.

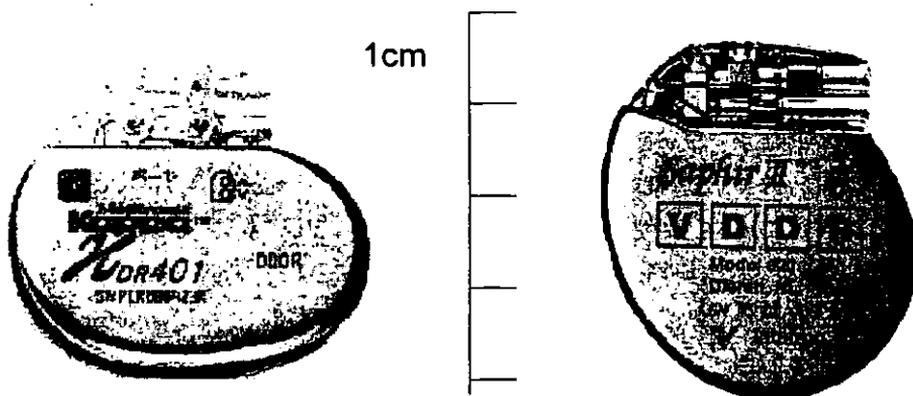


Figura 7

En la tabla I se dan algunos ejemplos del tamaño y peso de algunos generadores de pulso.

Tabla I

| Tamaño y peso de algunos Generadores de Pulso | | | | |
|-----------------------------------------------|---------|---------|--------|-------------|
| Modelo | Alto | Ancho | Grueso | Peso |
| <i>Cosmos DDD</i> <i>(Intermedics)</i> | 52 mm | 43 mm | 6 mm | 26 gramos |
| <i>Prodigy DDR</i> <i>(Medtronic)</i> | 50.3 mm | 47.9 mm | 7.5 mm | 28.5 gramos |
| <i>Premier</i> <i>(Medtronic)</i> | 57 mm | 45.4 mm | 6.5 mm | 25.8 gramos |

¿Puede afectarse el funcionamiento de mi marcapasos con el problema del año 2000 de las computadoras?

Como usted sabe, el "problema del año 2000" consiste en que algunos sistemas de cómputo, servidores, computadoras personales, etc. tienen sólo dos dígitos en los relojes de su estructura interna (incluso aún cuando a veces despliegan la información en cuatro dígitos). Esto puede provocar que al comenzar el año 2000, la computadora interprete ese dato como el año 1900, provocando errores en la información que pueden llegar a ser importantes como en el caso de reservaciones de avión y hotel, cuentas y tarjetas bancarias, etc.

Por otro lado sabemos que algunos marcapasos poseen algunas funciones programables que al momento de ser interrogados por la programadora nos genera un informe que incluye la fecha en que se realizó el evento. Por si solas estas funciones despliegan únicamente el rango de tiempo en el cual se recolectó

la información, pero la fecha que aparece en los reportes es asignada por la programadora con la del día en que se interroga al marcapasos, ya que éste no posee ningún reloj interno, sino solamente contadores de tiempo. Las programadoras están adaptadas para no tener ninguna inconsistencia al entrar el año 2000, pues sus relojes tienen cuatro dígitos, por lo que usted no tendrá ningún problema con su marcapasos al comenzar el año 2000.

La batería

En el marcapasos el voltaje o fuerza electromotriz esta dado por una batería, la que actualmente es de Yodo-Litio. Una de sus características más importantes es la longevidad en uso clínico; aunque la vida útil es difícil de calcular con precisión debido a que son muchos los factores que la afectan, las baterías de casi todos los marcapasos comerciales están diseñadas para durar entre 6 y 10 años.

Es importante hacer notar que la vida de la batería no es igual a la del marcapasos, pues pueden producirse fallas en el circuito o en el cable-electrodo que causen disfunción del marcapasos a pesar del buen funcionamiento de la batería.

Cable-electrodo

El cable-electrodo conduce la electricidad desde el generador de pulsos hasta el corazón (figura 8). Debido a la gran cantidad de contracciones cardíacas (aproximadamente 40 millones por año) este componente es altamente resistente para evitar una fractura y permanece flexible indefinidamente. Esta hecho de una aleación metálica que permite la buena conducción de la corriente y esta enredado en espiral para hacerlo más resistente a la fatiga mecánica.

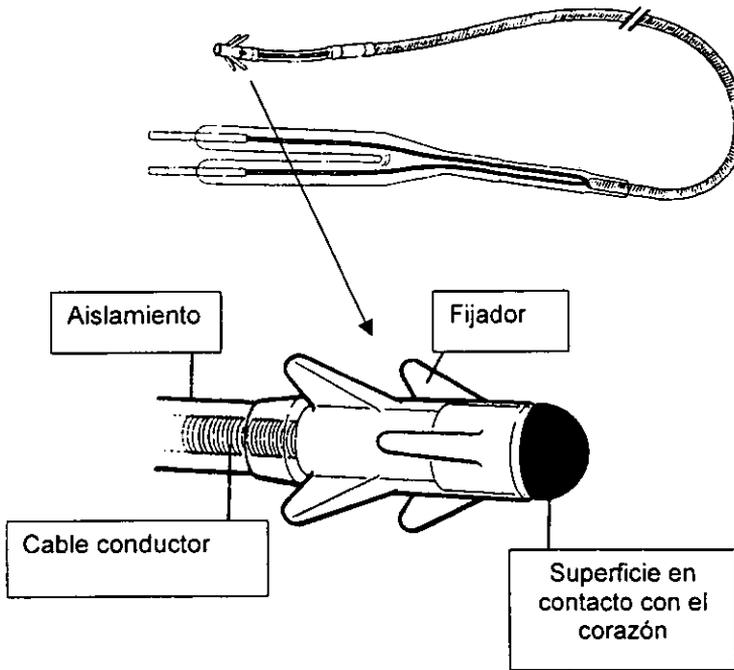


Figura 8

El alambre se encuentra aislado de los tejidos del paciente con Silastic o poliuretano, y solo la punta metálica del electrodo esta expuesta para entrar en contacto con el músculo cardíaco.

En el circuito eléctrico del marcapasos la corriente de electrones que salen por el polo negativo de la batería se mueven a través del cable-electrodo, por efecto de la fuerza electromotriz de la misma, y al llegar al músculo cardíaco lo atraviesan así como a los tejidos y fluidos que le rodean. Estos electrones deben regresar a la batería para cerrar el circuito eléctrico (figura 6), el camino que siguen puede ser a

través de los tejidos del tórax hasta la caja metálica del Generador de Pulsos y de ahí a la batería o por un cable-electrodo paralelo al primero y que termina unos milímetros antes que este. En el primer caso la estimulación se llama "Unipolar" (figura 9) porque únicamente se tiene un cable por donde llega la corriente al corazón, mientras que el regreso de los electrones a la batería se hace por los tejidos del paciente.

En el segundo caso la estimulación se llama "Bipolar" porque los dos cables están en el interior del corazón. En realidad aunque se trata de dos cables, externamente se ven como uno pues tienen forma de espiral y uno está metido dentro del otro (cable coaxial). Debe destacarse que en ambos tipos de estimulación los electrones deben volver a la batería y que la diferencia está en el camino que siguen.

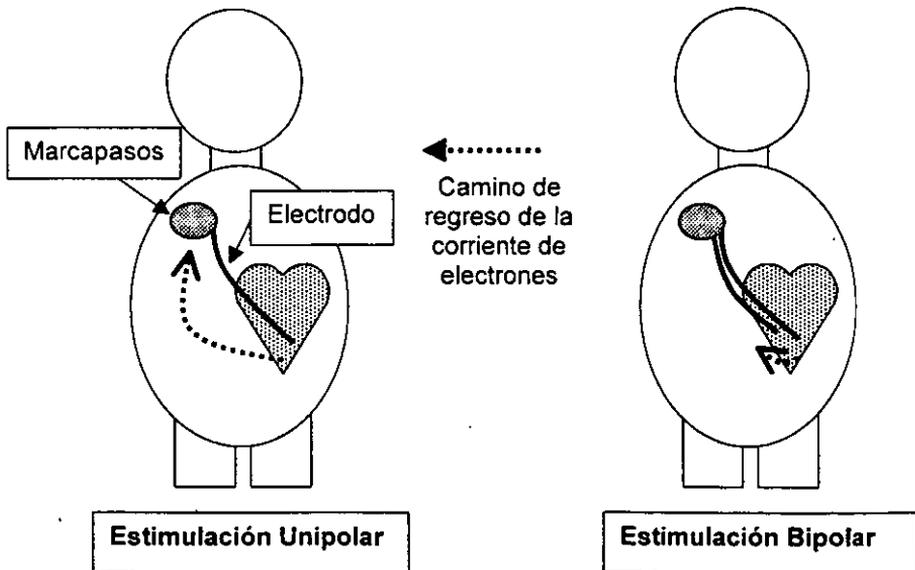


Figura 9

6- ¿Cómo funcionan los distintos tipos de marcapasos?

La estimulación cardíaca se puede hacer en el ventrículo derecho, en el atrio derecho o en ambos, por lo que existen dos variedades de generadores de pulso para implantación permanente: Los marcapasos *unicamerales* que estimulan únicamente en una de las cámaras del corazón derecho, ya sea el atrio o el ventrículo y los *bicamerales* que estimulan en ambas cámaras del corazón derecho, por lo que también se llaman de doble cámara: atrial y ventricular.

Los marcapasos unicamerales tienen un solo cable-electrodo que se pone en contacto con el músculo cardíaco, mientras que los marcapasos de doble cámara exigen el instalar dos cables-electrodo, uno para cada cámara. Existe una compañía que ofrece la estimulación de las dos cámaras con un solo cable. También es posible el sensar la actividad de la cámara atrial, pero no estimularla, y sensar y estimular el ventrículo con un solo cable-electrodo instalado en el ventrículo derecho.

¿Cómo funciona un marcapasos Unicameral?

El circuito eléctrico del marcapasos tiene un reloj contador que cada determinado tiempo produce un estímulo eléctrico (figura 10). A pesar del bloqueo, el ventrículo puede tener actividad propia o intrínseca, aunque con frecuencia lenta, y si el marcapasos no es capaz de detectar esta actividad, sus estímulos compiten con el ritmo del paciente, lo que eventualmente puede resultar peligroso. Al evolucionar la tecnología se pudo agregar la capacidad de detectar la actividad eléctrica intrínseca del corazón; es como si el marcapasos tuviese un electrocardiograma miniatura y pudiera responder de manera programada (figura 10-B).

A esta función de no producir un estímulo cuando se detecta actividad intrínseca del corazón se la llama "inhibición". Obsérvese que en la figura 10-B el primer latido es el resultado de la estimulación del marcapasos y el segundo latido es intrínseco, el que es detectado por el marcapasos y como resultado de esto pone su contador de tiempo nuevamente en cero. El marcapasos se esperó el tiempo que estaba programado para ver si no se producía una nueva actividad eléctrica intrínseca, pero no habiendo ocurrido esto y llegado el tiempo programado produjo el estímulo que causó el tercer latido.

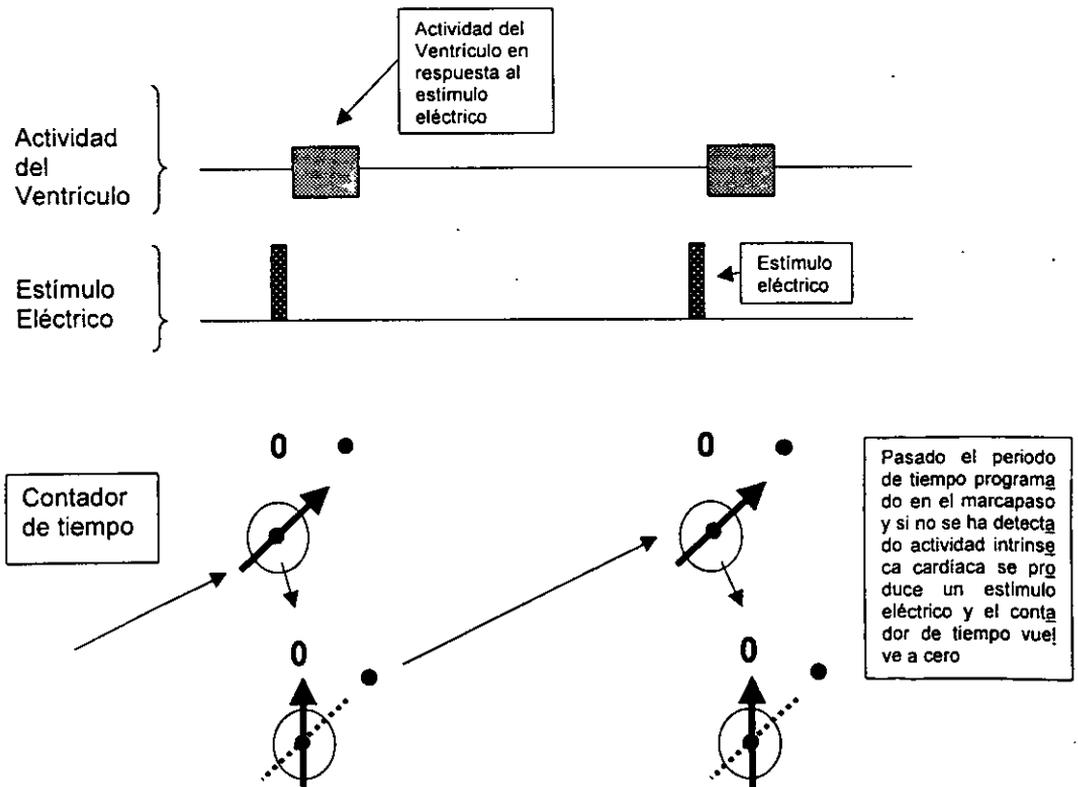


Figura 10 A - Funcionamiento del marcapasos de una cámara

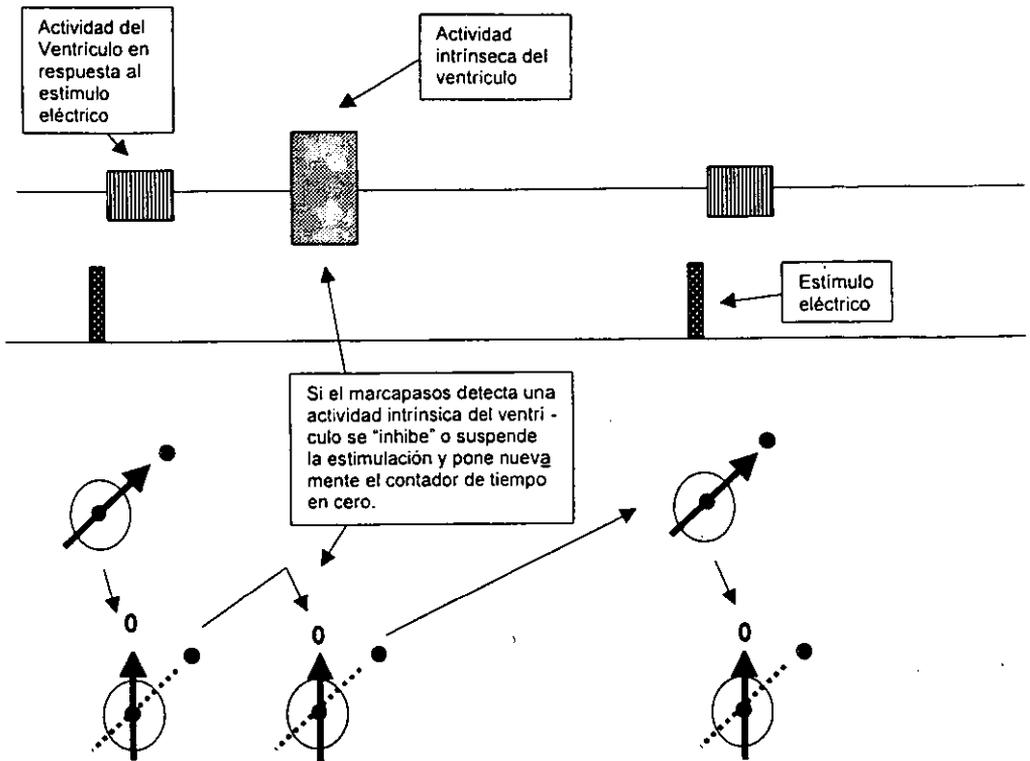


Figura 10 B - Funcionamiento del marcapasos de una cámara

¿Cómo funciona un marcapasos bicameral?

El próximo paso en la evolución de la tecnología de los marcapasos, se debió a que si bien se lograba aumentar la frecuencia de los latidos cardíacos y con esto mejorar sustancialmente al paciente, aún no podíamos simular lo que hace un corazón normal, esto es primero se contrae el atrio y un tiempo después el ventrículo. Con un solo cable-electrodo en el ventrículo derecho y teniendo el paciente un bloqueo atrioventricular completo, los atrios y ventrículos se contraen cada uno por su lado, lo que reduce la eficiencia del corazón como bomba y en un

grupo de pacientes es causa de molestias adicionales (ver Síndrome de Marcapasos). Además un marcapasos, como lo hemos descrito, estimula al corazón a una frecuencia fija, pero en condiciones normales un corazón varía su frecuencia de acuerdo a las necesidades del organismo. La frecuencia cardíaca no es la misma mientras se duerme que cuando se está despierto subiendo una escalera de cuatro pisos; para esta última se necesita que el corazón lata más rápido. Existen ciertos pacientes que tienen la llamada "Incompetencia Cronotrópica" la que consiste en que el Nodo Sinusal, que es el "director de la orquesta" que dirige la actividad eléctrica de los atrios, no responde a las necesidades del organismo variando su frecuencia y cuando el paciente hace un esfuerzo no se acelera lo suficiente para que el corazón bombee lo requerido por el organismo. En estos casos los marcapasos pueden simular la respuesta normal de dos maneras: con un marcapasos de doble cámara, que cuenta con un electrodo en atrio y otro en el ventrículo, el cable-electrodo atrial puede detectar la actividad eléctrica intrínseca del atrio y un tiempo después (programable) producir un estímulo en el ventrículo (Figura 11A), de esta manera, en un paciente con bloqueo atrio-ventricular se puede tener una buena aproximación al funcionamiento de un corazón normal.

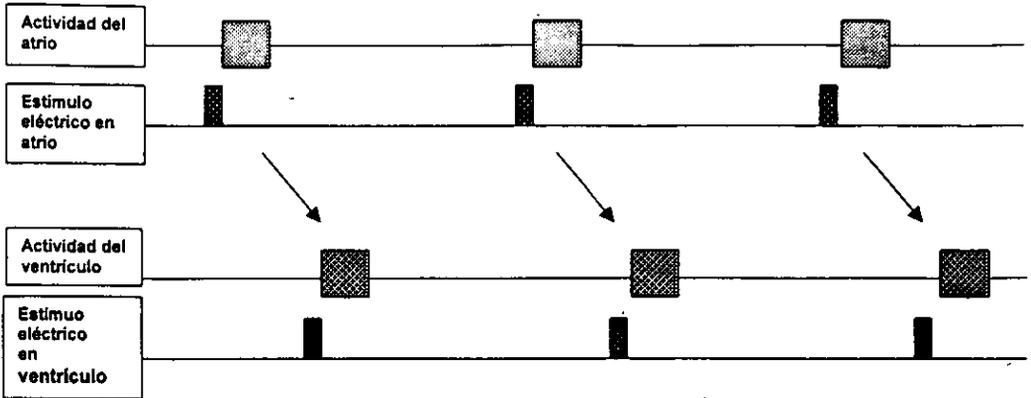


Figura 11 A – Marcapasos de dos cámaras: Atrio y Ventriculo

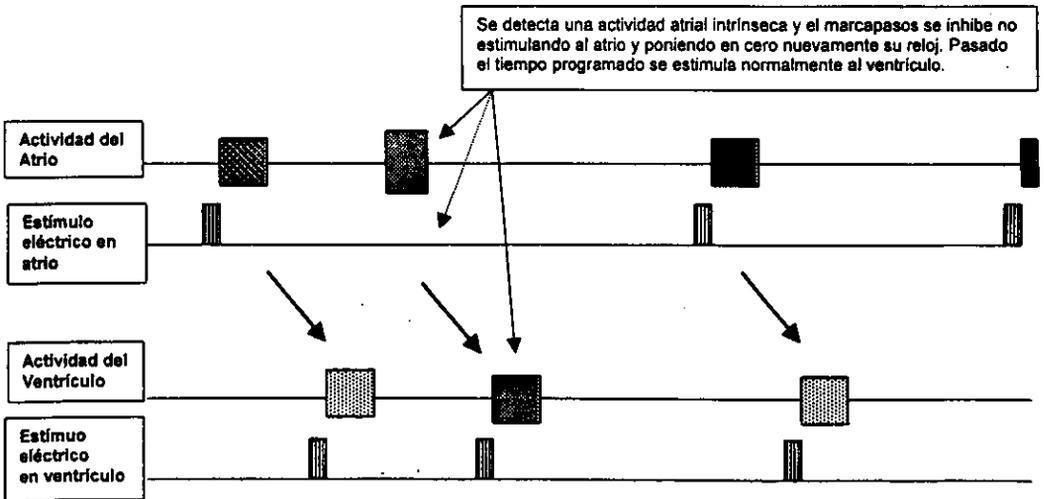


Figura 11 B

En estas condiciones el generador de pulsos funciona como si fueran dos marcapasos unicamerales sincronizados (Figura 11B). Como en el caso del marcapasos unicameral ventricular, ambos tienen la capacidad de inhibirse si detectan actividad cardíaca intrínseca en cualquiera de las cavidades.

La otra manera de simular la actividad cardíaca normal en un paciente con bloqueo atrioventricular es agregar al marcapasos un sensor que detecta la necesidad de que el corazón aumente su frecuencia y en consecuencia el marcapasos eleva el número de estímulos por minuto. Se dice que estos marcapasos tienen *modulación de frecuencia* y sus sensores pueden ser de muy diversos tipos respondiendo a señales físicas, químicas o eléctricas (tabla II).

Tabla II

| <i>Clasificación de los sensores según el tipo de estímulo</i> | |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A. Físicos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Movimiento- actividad física ▪ Temperatura- de la sangre venosa mezclada en el atrio derecho (sangre que viene del cuerpo) |
| B. Químicos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Porcentaje de oxígeno en las venas ▪ Acidez de la sangre, que se mide con un índice llamado pH. |
| C. Eléctricos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Frecuencia respiratoria, ventilación por minuto, gasto cardíaco ventricular derecho. |

El sensor más usado en la actualidad es de tipo físico llamado acelerómetro que detecta movimientos bruscos o aceleramientos. Es así que si el paciente camina o sube una escalera el marcapasos detectará el golpe de los pasos y de acuerdo a su programación aumentará la frecuencia de estímulos, mientras que si el

paciente se encuentra en un automóvil o un elevador con movimiento uniforme el marcapasos no registrará el cambio de posición y no modificará su frecuencia. El sistema de modulación de frecuencia de estimulación se ha instalado tanto en los marcapasos uni como bicamerales.

7- ¿Cómo se identifican los marcapasos según su modo de funcionar?

Debido a la gran variedad de marcapasos en función de sus capacidades de funcionamiento, los expertos de la Sociedad Norteamericana de Marcapasos y Electrofisiología y del Grupo Británico de Marcapasos y Electrofisiología han ideado un código de 3 a 5 letras que resume el modo de funcionamiento de los marcapasos definitivos (Tabla III). La información más importante es proporcionada por los tres primeros caracteres. Las letras que le siguen son para cualquier información de diseño adicional.

Tabla III

| <i>EL CODIGO DE MARCAPASOS NASPE/BPEG</i> | | | |
|-------------------------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------------------|
| Cámara Estimulada | Cámara Sensada | Respuesta al Evento Sensado | Programabilidad Respuesta de Frecuencia |
| 0 (ninguna) | 0 | 0 | 0 |
| A (atrio) | A | I (inhibido) | R (respuesta de frecuencia) |
| V (ventrículo) | V | T (triggered) | P (programación simple) |
| D (doble) | D | D (I+T) | M (multiprogramable) |
| S (cámara sencilla) | | | |
| A o V | S | | C (con comunicación) |

paciente se encuentra en un automóvil o un elevador con movimiento uniforme el marcapasos no registrará el cambio de posición y no modificará su frecuencia. El sistema de modulación de frecuencia de estimulación se ha instalado tanto en los marcapasos uni como bicamerales.

7- ¿Cómo se identifican los marcapasos según su modo de funcionar?

Debido a la gran variedad de marcapasos en función de sus capacidades de funcionamiento, los expertos de la Sociedad Norteamericana de Marcapasos y Electrofisiología y del Grupo Británico de Marcapasos y Electrofisiología han ideado un código de 3 a 5 letras que resume el modo de funcionamiento de los marcapasos definitivos (Tabla III). La información más importante es proporcionada por los tres primeros caracteres. Las letras que le siguen son para cualquier información de diseño adicional.

Tabla III

| <i>EL CODIGO DE MARCAPASOS NASPE/BPEG</i> | | | |
|-------------------------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------------------|
| Cámara Estimulada | Cámara Sensada | Respuesta al Evento Sensado | Programabilidad Respuesta de Frecuencia |
| 0 (ninguna) | 0 | 0 | 0 |
| A (atrio) | A | I (inhibido) | R (respuesta de frecuencia) |
| V (ventrículo) | V | T (triggered) | P (programación simple) |
| D (doble) | D | D (I+T) | M (multiprogramable) |
| S (cámara sencilla) | | | |
| A o V | S | | C (con comunicación) |

Las tres primeras letras se refieren al tipo de marcapasos o al modo de estimulación que se emplea. La primera letra nos indica en cual (es) de las cavidades del corazón se efectúa la estimulación eléctrica, la segunda letra se refiere a la cámara (s) que es sensada o donde se esta detectando si hay o no actividad intrínseca. La letra A indica sensado o estimulación del atrio, y la V se refiere al sensado o estimulación del ventrículo. Si ambas cavidades: A y V son sensadas o estimuladas se designa con la letra D, de doble cámara sensada y/o estimulada. La tercera letra se refiere a que respuesta va a dar el marcapasos ante un evento intrínseco sensado. El marcapasos se puede inhibir (I) es decir no produce ningún estímulo para no competir con el ritmo intrínseco del corazón. O puede producir un estímulo (T, del inglés trigger) estimulando a un intervalo programado después de sensar una actividad intrínseca del corazón; En los marcapasos DDD, la tercera D significa que una vez sensada la actividad intrínseca del atrio, y pasado un periodo de tiempo, se producirá un estímulo en el ventrículo con lo que se demuestra que se sensó el evento atrial.

La cuarta letra nos informa sobre la capacidad de programación que tiene ese marcapasos o si es capaz de tener una respuesta de frecuencia. En el uso común, solamente la respuesta de modulación de frecuencia la que se anota con una letra R. Por último la quinta letra representa dispositivos cardíacos que son capaces de tratar arritmias cardíacas.

En la práctica diaria los marcapasos más usados son los siguientes:

VVI = V (estimula en Ventrículo)
 V (sensa la actividad intrínseca de Ventrículo)
 I (se Inhibe cuando hay actividad intrínseca del corazón)

- VVIR = Igual que el anterior más
 R (tiene Respuesta de modulación de frecuencia, esto es se adapta a las necesidades de frecuencia del corazón).
- DDD = D (estimula Doble: en atrio y en ventrículo)
 D (sensa Doble: en atrio y en ventrículo)
 D (tiene función Doble: se inhibe o estimula cuando sensa actividad intrínseca en el corazón).
- DDDR = Igual que el anterior más
 R (tiene Respuesta de modulación de frecuencia, esto es se adapta a las necesidades de frecuencia del corazón).

8- ¿Cuanto tiempo duran las baterías? ¿Cuáles son los indicadores de que la batería se está agotando?

Las baterías del marcapasos se encuentran junto con el circuito eléctrico, alojadas en la caja metálica que llamamos *Generador de Pulsos*. Esta caja es habitualmente de Titanio, totalmente sellada y en su interior se ha reemplazado el aire por un gas inerte, de manera que si las baterías se agotan hay que cambiar todo el generador.

Para estimular al músculo cardíaco se requiere una mínima cantidad de energía eléctrica que se llama umbral de estimulación. Si se emplea una cantidad menor a este umbral, no se obtiene respuesta alguna y si es mayor, se estará desperdiciando energía lo que hará que la batería se consuma antes. Sin embargo no podemos fijar la salida del marcapasos en exactamente la energía umbral, pues uno de los componentes de la fórmula: la resistencia a la corriente, varía en

- VVIR = Igual que el anterior más
 R (tiene Respuesta de modulación de frecuencia, esto es se adapta a las necesidades de frecuencia del corazón).
- DDD = D (estimula Doble: en atrio y en ventrículo)
 D (sensa Doble: en atrio y en ventrículo)
 D (tiene función Doble: se inhibe o estimula cuando sensa actividad intrínseca en el corazón).
- DDDR = Igual que el anterior más
 R (tiene Respuesta de modulación de frecuencia, esto es se adapta a las necesidades de frecuencia del corazón).

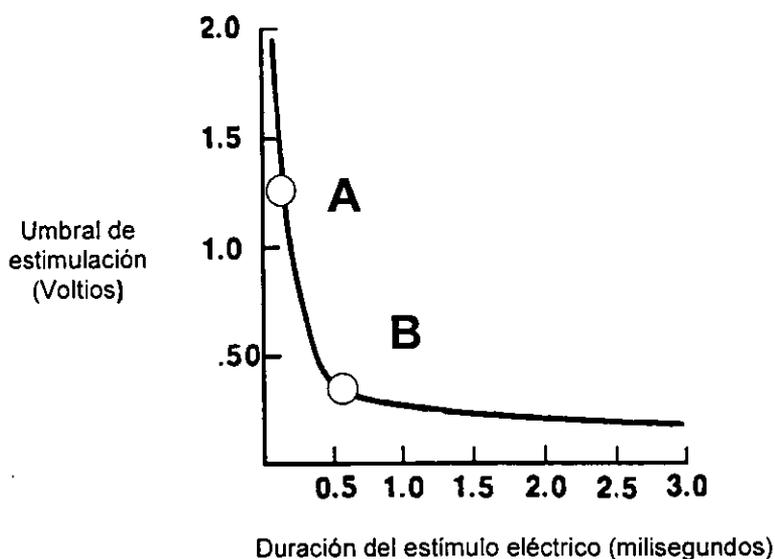
8- ¿Cuanto tiempo duran las baterías? ¿Cuáles son los indicadores de que la batería se está agotando?

Las baterías del marcapasos se encuentran junto con el circuito eléctrico, alojadas en la caja metálica que llamamos *Generador de Pulsos*. Esta caja es habitualmente de Titanio, totalmente sellada y en su interior se ha reemplazado el aire por un gas inerte, de manera que si las baterías se agotan hay que cambiar todo el generador.

Para estimular al músculo cardíaco se requiere una mínima cantidad de energía eléctrica que se llama umbral de estimulación. Si se emplea una cantidad menor a este umbral, no se obtiene respuesta alguna y si es mayor, se estará desperdiciando energía lo que hará que la batería se consuma antes. Sin embargo no podemos fijar la salida del marcapasos en exactamente la energía umbral, pues uno de los componentes de la fórmula: la resistencia a la corriente, varía en

condiciones normales y más aún en corazones enfermos que pueden estar bajo el efecto de medicamentos que la modifican. Por eso, como medida de seguridad el voltaje del estímulo eléctrico se fija en 2 o 3 veces más que el que corresponde al umbral de estimulación. Esto asegura que aunque varíe la resistencia a la corriente eléctrica y por lo tanto el umbral de estimulación, siempre se estará estimulando al corazón cuando este lo necesite.

La gráfica 2 relaciona la intensidad con el ancho o duración del pulso eléctrico en el punto del umbral de estimulación.



Gráfica 2

Se observa que un pulso muy estrecho requiere de una intensidad relativamente alta para causar la estimulación cardíaca (punto A), mientras que un pulso más

ancho requiere de menor voltaje (punto B). Sin embargo el aumentar el ancho de pulso por encima de los 2 milisegundos no tiene mayor efecto sobre el voltaje requerido para la estimulación.

Para mantener en todo momento la seguridad de la estimulación, el marcapasos, a medida que se consume la batería y baja el voltaje de estimulación, aumenta automáticamente la duración del ancho de pulso, con lo que se mantiene la misma energía de estimulación.

Mediante la telemetría el cardiólogo podrá modificar las características del pulso eléctrico para que se estimule al corazón dentro de los límites de seguridad y que por otro lado no se derroche energía, de manera tal que la batería dure el mayor tiempo posible. Estos ajustes del marcapasos se hacen generalmente a las seis semanas de implantado, una vez que ha pasado la inflamación y la consecuente cicatrización que acompaña al implante del cable-electrodo en el corazón. Cada vez más se usan cables-electrodos que tienen en su punta medicamentos derivados de la cortisona que minimizan el proceso inflamatorio.

Como dijimos al comenzar a agotarse la batería se produce un ensanchamiento progresivo y automático del ancho del pulso eléctrico, sin embargo para detectar este cambio se requiere de un equipo especializado no siempre disponible en todos los hospitales de manera que los fabricantes de marcapasos han programado que cuando la batería comienza a agotarse o aproximándose al Indicador de Reemplazo Electivo (ERI: Elective Replacement Indicator en inglés) al mismo tiempo que se ensancha el pulso eléctrico, también se reduce la frecuencia de estimulación (entre un 10% y 23%) y esto es muy fácil de medir tomando la frecuencia del pulso o con un electrocardiógrafo.

Al aplicar un imán sobre la piel que cubre al marcapasos se activa una llave dentro de él y se producen cambios en su funcionamiento que ayudan al cardiólogo, que simultáneamente registra un electrocardiograma, a valorar el estado de las baterías. Los cambios que se observan al aplicar el imán son, en general: el modo de funcionamiento pasa de demanda (o sincrónico) a fijo (o asincrónico), es decir se pone transitoriamente fuera de funcionamiento la demanda, la frecuencia de estimulación puede subir ligeramente a un valor predeterminado y que si no llega a este nivel esto indica que la batería se está agotando.

Otra manera de saber que la batería se está agotando, en ciertos modelos de marcapasos, es interrogándolos con un aparato programador quien nos puede indicar el voltaje de la pila y su impedancia.

Actualmente se usan los siguientes términos para indicar la necesidad de cambiar el marcapasos por consumo de la batería: Indicador de Reemplazo Electivo o Sustitución Facultativa ya que el término EOL (End of Life) ha quedado en desuso. Para contestar la pregunta de ¿Cuánto va a durar la batería de mi marcapasos? debemos saber cuanta energía se está consumiendo, y como vimos más arriba, depende fundamentalmente de tres variables: qué amplitud o voltaje tiene la descarga eléctrica programada y esto como vimos está relacionado con los márgenes de seguridad de la estimulación; en segundo lugar la resistencia que encuentra la corriente al atravesar los tejidos, y finalmente con qué frecuencia el marcapasos estimula al corazón en relación a los periodos que no lo hace porque la frecuencia cardíaca intrínseca se encuentra por encima del límite inferior de estimulación programado para ese marcapasos.

El agotamiento de la batería es paulatino y una vez que la frecuencia de estimulación programada comienza a disminuir, deberá hacerse un examen médico más frecuente: cada dos o tres meses dependiendo del cambio en la frecuencia. En todo caso los primeros signos de agotamiento de la batería difícilmente hace peligrar la vida del paciente, siempre y cuando se sujete al programa de vigilancia que le indique su cardiólogo.

Para tener una idea muy aproximada los marcapasos actuales tienen baterías que pueden durar entre 7 y 12 años dependiendo de la manera en que interactúan los factores arriba señalados. Otro aspecto a tener en cuenta en cuanto a la duración, es el tamaño de la batería, cuando mayor sea esta, tendrá más capacidad de producir energía en el tiempo, sin embargo esto aumentará el tamaño del marcapasos y su peso, que en la actualidad se encuentra entre los 25 y 30 gramos.

9- ¿Cómo se implanta un marcapasos?

Los marcapasos transitorios

Los marcapasos temporales o transitorios son aparatos externos, que no se implantan bajo la piel del paciente y únicamente se conectan a un cable-electrodo que hacen llegar la electricidad al corazón. Su estructura y función es más sencilla que la de los marcapasos definitivos, tienen el tamaño de una pequeña caja de cigarrillos y en una de sus caras los controles de función, por lo que no es necesaria la telemetría para modificar sus parámetros (Figura 12)

El agotamiento de la batería es paulatino y una vez que la frecuencia de estimulación programada comienza a disminuir, deberá hacerse un examen médico más frecuente: cada dos o tres meses dependiendo del cambio en la frecuencia. En todo caso los primeros signos de agotamiento de la batería difícilmente hace peligrar la vida del paciente, siempre y cuando se sujete al programa de vigilancia que le indique su cardiólogo.

Para tener una idea muy aproximada los marcapasos actuales tienen baterías que pueden durar entre 7 y 12 años dependiendo de la manera en que interactúan los factores arriba señalados. Otro aspecto a tener en cuenta en cuanto a la duración, es el tamaño de la batería, cuando mayor sea esta, tendrá más capacidad de producir energía en el tiempo, sin embargo esto aumentará el tamaño del marcapasos y su peso, que en la actualidad se encuentra entre los 25 y 30 gramos.

9- ¿Cómo se implanta un marcapasos?

Los marcapasos transitorios

Los marcapasos temporales o transitorios son aparatos externos, que no se implantan bajo la piel del paciente y únicamente se conectan a un cable-electrodo que hacen llegar la electricidad al corazón. Su estructura y función es más sencilla que la de los marcapasos definitivos, tienen el tamaño de una pequeña caja de cigarrillos y en una de sus caras los controles de función, por lo que no es necesaria la telemetría para modificar sus parámetros (Figura 12)

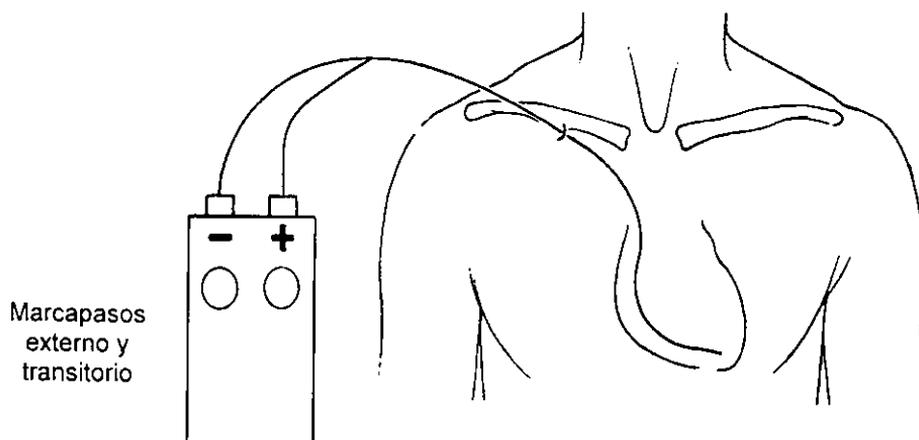


Figura 12

Se utilizan en situaciones de emergencia en problemas de conducción pasajeros o de forma profiláctica en los casos en que se prevee que puedan aparecer arritmias que requieran de un marcapasos para su tratamiento, como en el caso del postoperatorio de cirugía cardíaca, para el control de bradicardias o la supresión de otras arritmias o situaciones especiales de la fase aguda del infarto del miocardio. El marcapasos transitorio puede utilizarse como una reserva en casos de situaciones críticas, como en el cateterismo cardíaco de alto riesgo o en una angioplastia coronaria.

Un marcapasos transitorio puede servir de ayuda para valorar los resultados que se puedan lograr con un marcapasos definitivo. Por ejemplo si al aumentar la frecuencia cardíaca mejora los síntomas causados por la bradicardia, es posible

que se puedan lograr beneficios aún cuando exista otra enfermedad, como por ejemplo la insuficiencia vascular cerebral, que puede ser causa de los mismos síntomas. Otras indicaciones para el marcapaso temporal son: intoxicación medicamentosa y antes de la implantación de un marcapasos definitivo.

En los marcapasos transitorios la corriente eléctrica puede llegar al corazón a través de cables electrodos introducidos por vía de una vena (Figura 12), por punción directa de la piel y el corazón (Figura 13), o ser no invasivos al emplear electrodos que se pegan a la piel en la cara anterior y posterior del tórax (Figura 14). Por lo general se utilizan por menos de tres días.

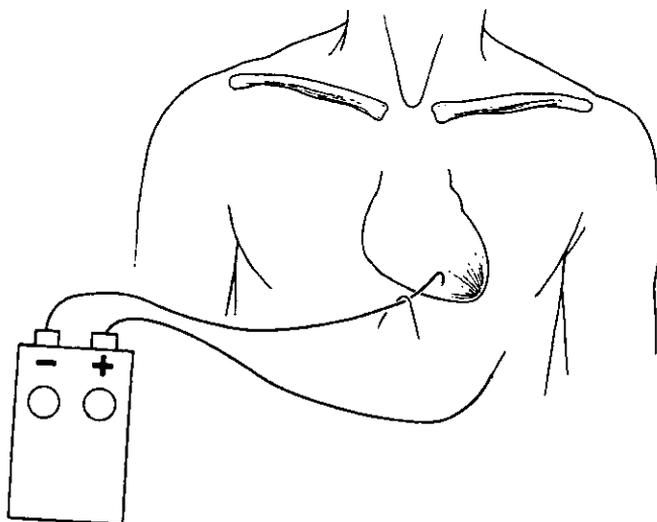


Figura 13

Marcapaso transitorio transtorácico.

Este procedimiento invasivo lo realiza el médico, insertando una aguja a través de la piel de la parte anterior del pecho y por su interior un cable-electrodo que llega al ventrículo derecho y se conecta al generador de pulso externo (figura 13). Esta técnica ha demostrado tener un valor limitado debido a las complicaciones frecuentes y los éxitos escasos. Por estas razones se utiliza muy poco en la actualidad.

Marcapaso transvenoso transitorio

Debido a que es un método confiable y bien tolerado por el paciente, el marcapaso transvenoso es el más utilizado cuando se requiere una estimulación de urgencia y por un periodo corto de tiempo. La técnica consiste en introducir un cable-electrodo en el ventrículo derecho por una vena del cuello (vena yugular interna) o del hombro (vena subclavia) (figura 12), la que se conecta a un generador de pulsos externo. Las desventajas de esta técnica consisten en que debe de ser insertado por un médico con experiencia, se usa fluoroscopia y es necesaria la asistencia por parte de personal de enfermería. También existe la posibilidad, aunque poco frecuente, de complicaciones como son: infección, sangrado y tromboembolismo pulmonar.

Estimulación transitoria transtorácica.

Es un tipo de estimulación cardíaca de urgencia y provisoria, de ninguna manera permanente. Como su nombre lo indica la estimulación se hace a través de la pared del tórax, mediante unos parches-electrodos (figura 14) que se pegan en la cara anterior (entre el esternón y el pezón) y posterior en la espalda por debajo de

la escápula y al lado de la columna vertebral del lado izquierdo del paciente y se conectan a una fuente de marcapasos externa. Su instalación es fácil y rápida, sobretodo en casos de urgencia. Es fácil de aplicar y requiere de un entrenamiento mínimo. Si luego fuera necesario insertar un electrodo de marcapasos por vía venosa puede hacerse con más tranquilidad, disminuyendo así los riesgos y complicaciones.

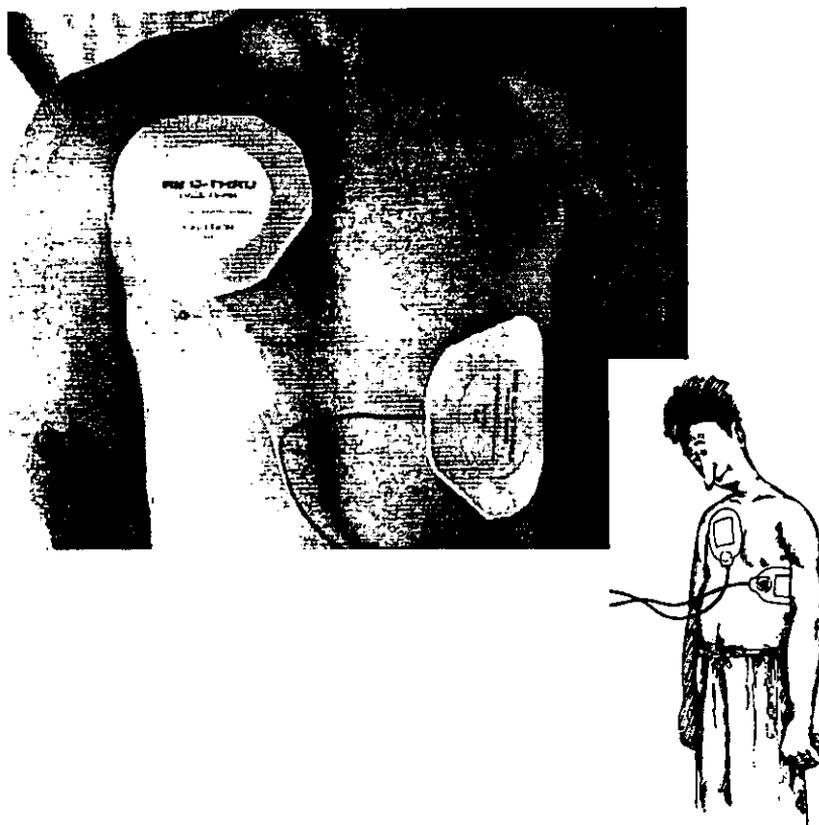


Figura 14

Esta técnica no invasiva puede usarse cuando no es deseable o es potencialmente peligrosa la estimulación transvenosa, como por ejemplo pacientes con problemas de sangrado, infecciones, depresión del sistema inmune, etc.

Sus inconvenientes consisten en que la estimulación eléctrica puede causar contractura de los músculos del tórax y espalda, causando dolor, el cual se puede mejorar utilizando técnicas de relajación, como la respiración profunda. En el caso de no ceder el dolor se tratará de controlar con analgesia o sedación.

Marcapasos definitivos

El implante de un marcapasos definitivo se hace en una sala de Hemodinámica o en el quirófano, con técnica estéril y en donde se cuenta con un equipo de rayos x para visualizar la posición del cable-electrodo y además existen todos los recursos necesarios para tratar una emergencia en caso de que esta se presente.

El paciente se prepara de la siguiente forma:

- Previa información al paciente y su familia sobre los riesgos y beneficios del procedimiento, se le pedirá que firme la autorización escrita.
- El paciente debe estar en ayunas por lo menos de 6 a 8 horas.
- Debe informar al médico y enfermera sobre los medicamentos que toma, especialmente si alguno de ellos es un anticoagulante (Sintrom o Coumadin), los que frecuentemente se deben suspender con varios días de anticipación.
- En algunos casos, dependiendo del criterio del médico, se puede administrar antes del implante un tranquilizante y/o antibiótico.
- Se instalará una infusión intravenosa de una solución de Glucosa o Fisiológica.
- Se realizará un examen físico completo, exámenes de laboratorio y se tomará un electrocardiograma.

- En la sala de Hemodinamia o en el quirófano se le acuesta, aplica una solución antiséptica en el tórax desde la parte media del cuello hasta la mitad del pecho y el sitio de la incisión se rodea con sábanas (en el lenguaje quirúrgico se llaman "campos").
- El implante se hace con anestesia local, excepto cuando se trata de electrodos epicárdicos, caso en el que se usa anestesia general.

Instalación de los electrodos

De acuerdo al sitio en donde el cable-electrodo se pone en contacto con el músculo cardíaco, se los clasifica en: a) Epicárdicos – La cara interna del músculo cardíaco se llama "Endocardio" y la externa "Epicardio" (figura 15).

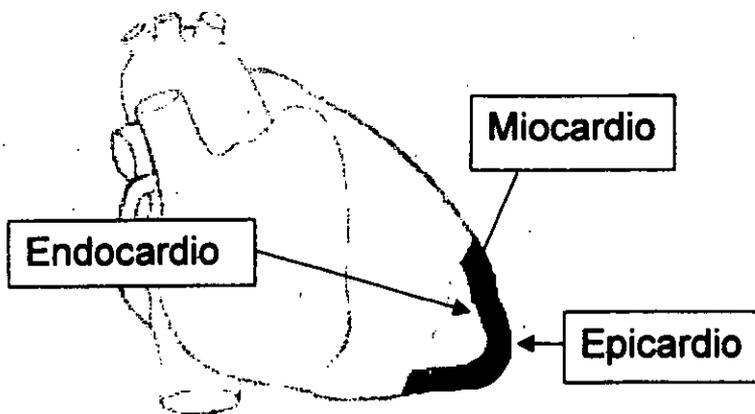


Figura 15

Cuando el electrodo es instalado por la parte externa del ventrículo, se le llama "Epicárdico". En este caso el implante requiere de una incisión en el tórax para

tener acceso al corazón y el generador de pulsos se fija en una pequeña bolsa por debajo de la piel del abdomen. Esta técnica requiere de anestesia general, lo que conlleva un aumento en el riesgo del procedimiento y B) Endocárdicos- Es la técnica más común, en ella el electrodo es instalado por la parte interna del ventrículo (endocardio) (figura 16)

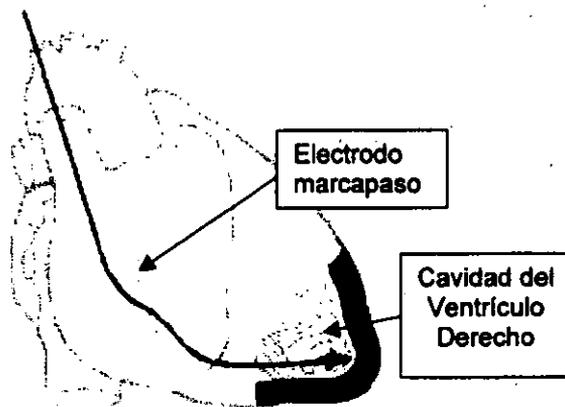


Figura 16

El procedimiento se realiza con anestesia local y consiste en una pequeña incisión por debajo de la clavícula derecha (por lo general) o izquierda para localizar la vena subclavia, por donde se introduce el electrodo que se avanza por las venas, con ayuda de los rayos x, hasta el interior del ventrículo derecho, donde se quedará fijada la punta del mismo. La fuente del marcapasos se fija en una pequeña bolsa subcutánea en el mismo lugar de la incisión.

Tanto las venas del miembro superior derecho como del izquierdo llegan a una gran vena que es la Vena Cava Superior, la que se conecta con el atrio derecho,

de manera que cualquiera sea el sitio de entrada al sistema venoso, el electrodo llegará al ventrículo derecho. El que frecuentemente se elija el lado derecho se debe a que los equipos de rayos X están hechos para trabajar del lado derecho del paciente lo que facilita su implante. Por otro lado, hay que tener en cuenta que la mayoría de los pacientes son diestros y si el paciente realiza importante esfuerzo físico con su miembro superior derecho tendrá golpes frecuentes, como en un aficionado a la caza con escopeta, es conveniente el instalarlos del lado izquierdo.

Otro aspecto a tener en cuenta en el implante de un electrodo endocárdico es la forma de acceder a la vena subclavia. Esto puede hacerse por punción de la vena con una aguja especial, a través de la cual se pasa una guía metálica y una vez que esta se encuentra en la vena cava superior, se retira la aguja la que se reemplaza por un introductor vascular que permite la introducción del electrodo en la vena. La otra técnica es la de aislar la vena "cefálica", que es una pequeña vena que asciende por el antebrazo y cruzando sobre la cara anterior del pecho va a desembocar en la vena "subclavia". Una vez localizada se abre y por ella se introduce el electrodo. En el caso de los marcapasos de doble cámara (Atrio y Ventrículo) los dos electrodos se introducen por la misma vena. El electrodo atrial se fija en el atrio derecho y el ventricular en el ventrículo derecho.

Finalizada la instalación del marcapasos, el paciente se regresa a su cuarto y puede mantener ligeramente elevada la cabeza. Los alimentos serán los que indique el médico teniendo en cuenta la enfermedad cardíaca asociada, de otra manera no existe contraindicación para una dieta normal. Al día siguiente puede levantarse y bañarse, preferentemente con regadera. La herida se puede

descubrir y lavar con agua y jabón, cubriéndola luego con una gasa estéril para que la ropa no la roce. En una semana se retiran los puntos. Se recomienda que por unas dos semanas el paciente no realice movimiento amplios y bruscos con el miembro superior del lado en que se implantó el marcapasos o conduzca un automóvil, pero no está limitado para escribir, comer o bañarse por sí mismo.

10- ¿Qué complicaciones se pueden presentar cuando se implanta un marcapasos definitivo?

Las complicaciones del implante de un marcapasos pueden ocurrir al momento del implante, o en forma tardía. En la Tabla IV se anotan algunas de ellas, aunque debe destacarse que hoy en día son muy poco frecuentes.

Complicaciones del implante de un marcapasos.

Existen muchas complicaciones potenciales en la implantación quirúrgica de un marcapasos aunque felizmente poco frecuentes. Algunas de estas están relacionadas con la punción de la vena subclavia en el hombro e incluye la punción de la arteria subclavia, neumotorax (paso de aire a la cavidad pleural), hemotorax (paso de sangre a la cavidad pleural) y embolia gaseosa.

La perforación cardíaca es una complicación potencialmente seria, especialmente cuando el paciente toma anticoagulantes. Si se sospecha de perforación y el paciente está hemodinámicamente estable, a menudo la observación clínica es el curso prudente a seguir.

Las infecciones relacionadas a un implante de marcapasos son raras. En casos especiales como por ejemplo los diabéticos, se utilizan antibióticos profilácticos por 24 horas. Ocasionalmente las infecciones de marcapasos se diagnostican

descubrir y lavar con agua y jabón, cubriéndola luego con una gasa estéril para que la ropa no la roce. En una semana se retiran los puntos. Se recomienda que por unas dos semanas el paciente no realice movimiento amplios y bruscos con el miembro superior del lado en que se implantó el marcapasos o conduzca un automóvil, pero no está limitado para escribir, comer o bañarse por sí mismo.

10- ¿Qué complicaciones se pueden presentar cuando se implanta un marcapasos definitivo?

Las complicaciones del implante de un marcapasos pueden ocurrir al momento del implante, o en forma tardía. En la Tabla IV se anotan algunas de ellas, aunque debe destacarse que hoy en día son muy poco frecuentes.

Complicaciones del implante de un marcapasos.

Existen muchas complicaciones potenciales en la implantación quirúrgica de un marcapasos aunque felizmente poco frecuentes. Algunas de estas están relacionadas con la punción de la vena subclavia en el hombro e incluye la punción de la arteria subclavia, neumotorax (paso de aire a la cavidad pleural), hemotorax (paso de sangre a la cavidad pleural) y embolia gaseosa.

La perforación cardíaca es una complicación potencialmente seria, especialmente cuando el paciente toma anticoagulantes. Si se sospecha de perforación y el paciente está hemodinámicamente estable, a menudo la observación clínica es el curso prudente a seguir.

Las infecciones relacionadas a un implante de marcapasos son raras. En casos especiales como por ejemplo los diabéticos, se utilizan antibióticos profilácticos por 24 horas. Ocasionalmente las infecciones de marcapasos se diagnostican

erróneamente como una reacción alérgica o a cuerpo extraño. Los signos de infección incluyen inflamación local y formación de absceso, erosión de la piel y fiebre con cultivo de sangre positivo sin un foco de infección identificable.

Tabla IV

| Complicaciones Quirúrgicas Tempranas | Otras Complicaciones Tempranas | Complicaciones Tardías |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Neumotorax Hematoma Perforación cardíaca Punción de la arteria subclavia Lesión del Plexo braquial Dehiscencia de la herida Infección Dolor | Desplazamiento del electrodo Síndrome de marcapasos Tornillo flojo Umbrales altos Estimulación diafragmática | Umbrales altos Falla del electrodo Tornillo flojo Estimulación diafragmática Dolor Infección Erosión de la piel Agotamiento de la batería Falla del marcapasos Trombosis venosa Síndrome de marcapasos |

Las complicaciones relacionadas a los electrodos venosos incluyen oclusión venosa por formación de un trombo o coágulo. La trombosis aguda es tratada con anticoagulantes de manera conservadora. La mayoría de las oclusiones parciales

o completas, pueden ocurrir con el tiempo y tender a ser asintomáticas debido a la formación de circulación venosa colateral.

Complicaciones mecánicas.

Durante el implante, los electrodos son conectados al generador mediante un mecanismo de tornillos. Si el tornillo está flojo o suelto puede ocurrir un malfuncionamiento del marcapasos, haciéndose manifiesto por un aumento en la resistencia eléctrica y con falla intermitente o completa de la estimulación cardíaca.

Los electrodos del marcapasos están sujetos a complicaciones a largo plazo. Puede romperse el aislamiento de los electrodos, ocasionando problemas de sobresensado (debido al ruido eléctrico), subsensado y falla de captura (debido a fuga de corriente). Estos problemas frecuentemente se manifiestan en forma intermitente. El paciente puede quejarse de estimulación del músculo pectoral debido a la fuga de corriente alrededor de la ruptura del aislamiento. Una baja impedancia anormal junto con un malfuncionamiento del electrodo es usualmente diagnóstico de ruptura del aislamiento. En el pasado el aislamiento con poliuretano parecía tener más problemas con la ruptura a largo plazo del aislamiento, que con el actual de silicón.

El síndrome de rotación es un término aplicado a pacientes que manipulan su generador rotándolo debajo de la piel y torciendo los cables, lo que lleva a una separación o fractura del electrodo. Este síndrome también puede ser debido a una bolsa de marcapasos excesivamente grande lo que permite la rotación del marcapasos.

11- ¿Con qué frecuencia debo visitar al médico?

El buen cuidado del paciente comienza con su educación antes del implante del marcapasos, este proceso se extiende a la familia desde el preoperatorio a la vigilancia postoperatoria, abarcando los exámenes de rutina, observaciones y ajustes requeridos para tratar cualquier problema adicional.

El objetivo del seguimiento del paciente con marcapaso es evaluar en forma sistemática a largo plazo, como se relacionan el paciente y su marcapasos, así como sus necesidades específicas, no únicamente la vigilancia del funcionamiento del aparato. Los objetivos son:

- Monitoreo del funcionamiento del generador de pulsos y del cable-electrodo.
- Optimizar la efectividad clínica de la estimulación cardíaca, haciendo los ajustes al sistema de acuerdo a las necesidades.
- Maximizar la longevidad del generador con la programación adecuada del voltaje y ancho de pulso dentro de los márgenes de seguridad.
- Optimizar los parámetros de estimulación adecuados a las necesidades del paciente durante el reposo y ejercicio.
- Minimizar los síntomas relacionados con la estimulación artificial del corazón.
- Anticipar la necesidad de reemplazar el generador y/o el cable-electrodo.
- Educar y dar confianza al paciente y su familia sobre la función del marcapasos.

- Mantener contacto con el paciente, teniendo actualizados dirección y número telefónico para avisarle en caso de que ocurran avisos de alerta por parte de la industria sobre el generador y cable-electrodo.
- Llevar un registro del desempeño del marcapasos y los electrodos.

Es aconsejable realizar un seguimiento por lo menos una vez al año. Con una visita al cardiólogo que le atiende regularmente. Frecuentemente se solicita la asistencia de un técnico de la compañía que fabricó el marcapasos, y es él, el que a pedido del cardiólogo controla el equipo de monitoreo telemétrico y reprogramación del marcapasos en caso de que esto fuera necesario. Si el paciente es dependiente del marcapasos los controles serán más frecuentes, al igual que en los casos en los cuales exista un aviso de alerta.

En la mayoría de los marcapasos existe un periodo estable que va desde los 6 a 12 meses postimplante hasta el tiempo esperado de agotamiento de la batería. En pacientes con marcapasos de cámara única, en los cuales no se requiere de una nueva programación, el seguimiento puede prolongarse a intervalos de un año o más, informándole que debe acudir al médico en cuanto note algún problema.

Las prioridades principales del seguimiento son:

- Agotamiento de la batería.
- Mejoría de síntomas.
- Problemas del cable-electrodo.
- Umbral de estimulación y captura.
- Malfuncionamiento del generador.
- Tolerancia para actividades diarias.

- Problemas relacionados a la herida.

Menos importantes:

- Tolerancia al ejercicio.
- Optimización hemodinámica.
- Molestias debido al sistema implantado.
- Problemas clínicos no relacionados al marcapasos.

En la consulta el médico le interrogará sobre sus síntomas, como realiza las actividades físicas de su vida diaria, que limitaciones tiene y en que manera han desaparecido los síntomas que usted tenía antes del implante del marcapasos. El examen físico completo de rutina, incluida la toma de presión arterial y un electrocardiograma que muestra la forma en que esta funcionando el marcapasos (figura 17).

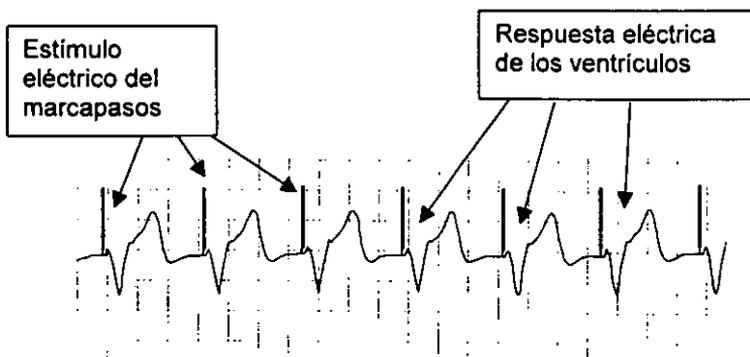


Figura 17- Ejemplo de electrocardiograma en donde se observan los estímulos eléctricos producidos por el marcapasos y la respuesta eléctrica de los ventrículos

Adicionalmente le puede aplicar un imán sobre la piel en el sitio donde se encuentra el marcapasos; le campo magnético del mismo activa una llave que modifica transitoriamente su funcionamiento. El cambio producido dependerá del modelo y marca, pero en general se modifica la frecuencia con que estimula y esto indirectamente nos informa del estado de la batería. Información más completa se obtiene cuando el técnico de la compañía aplica sobre el marcapasos, una antena que esta conectada a una pequeña computadora (figura 18), lo que permite recibir información que el marcapasos ha guardado en su memoria, lo que incluye, por ejemplo, las veces que estimuló al corazón, o las que se quedó apagado porque detectó una actividad intrínseca. También nos puede informar sobre la forma en que esta estimulando, la amplitud y duración del estímulo, la cantidad de energía que gasta en cada descarga, como se encuentra la batería y que vida útil aún le queda. Esta información se imprime y quedará archivada en su expediente médico. Si se considera necesario, se pueden enviar órdenes al marcapasos para que cambie su forma de estimular, de manera que se adapte mejor a las necesidades de su vida diaria, especialmente cuando usted realiza ejercicios. Por otro lado, siempre que se conserven los adecuados márgenes de seguridad, se puede ajustar la energía eléctrica que se consume con cada estímulo, de manera que no se desperdicie la misma y las baterías, que no son cambiables independientemente, puedan durar lo más posible.

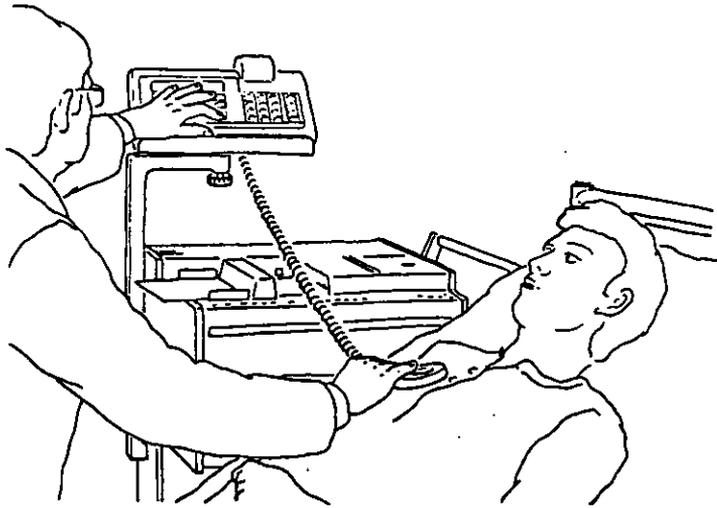


Figura 18

Para intercambiar la información con el marcapasos la computadora usa un código especial, que es enviado por señales de radiofrecuencia, por lo que no es posible alterar involuntariamente el funcionamiento de su marcapasos.

Monitoreo transtelefónico

En ciertas circunstancias, no siempre disponibles, es posible hacer el seguimiento por vía telefónica (TTM por sus iniciales en inglés) (figura 19), lo que es de utilidad sobretodo cuando el paciente tiene problemas para trasladarse.

El monitoreo transtelefónico es un método para detectar precozmente problemas que posteriormente deberán ser valorados directamente por el médico. En la práctica común el monitoreo telefónico consta de dos componentes básicos: un transmisor que convierte la señal del electrocardiograma del paciente en un tono

audible para ser transmitido sobre la línea telefónica convencional, junto con los resultados codificados de las medidas de la duración del estímulo. Un receptor en el centro de seguimiento regenera la señal electrocardiográfica y la imprime en papel. Este es un método confiable que identifica cambios en la frecuencia del marcapasos y generalmente es capaz de detectar problemas de estímulo como son la falla de salida, de captura o del sensado.

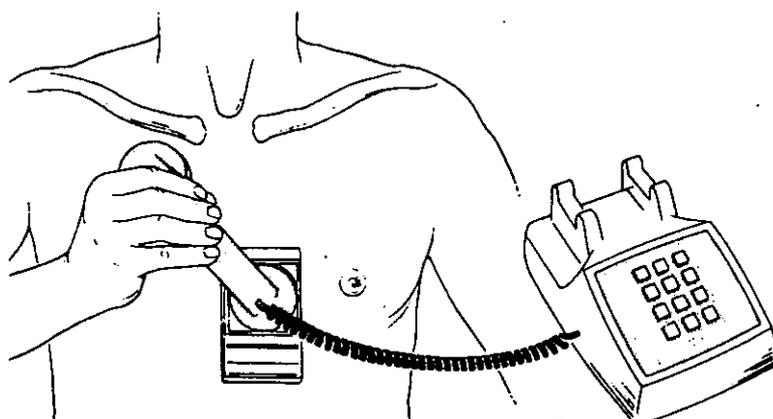


Figura 19

El monitoreo transtelefónico es un método para detectar precozmente problemas que posteriormente deberán ser valorados directamente por el médico. En la práctica común el monitoreo telefónico consta de dos componentes básicos: un transmisor que convierte la señal del electrocardiograma del paciente en un tono audible para ser transmitido sobre la línea telefónica convencional, junto con los resultados codificados de las medidas de la duración del estímulo. Un receptor en

el centro de seguimiento regenera la señal electrocardiográfica y la imprime en papel. Este es un método confiable que identifica cambios en la frecuencia del marcapasos y generalmente es capaz de detectar problemas de estímulo como son la falla de salida, de captura o del sensado.

Guía práctica de seguimiento

1. Antes de ser dado de alta el paciente del hospital, dentro de la primera semana postimplante, se realizará:

- Evaluación clínica completa.
- Rayos X de tórax, para documentar la posición del electrodo y marcapasos.
- Electrocardiograma.
- Prueba del imán, se coloca un imán sobre el sitio del implante del generador, esto hace que el marcapasos funcione en forma fija, el médico valora el funcionamiento del marcapasos mediante un trazo electrocardiográfico.
- Revisión de la herida quirúrgica.
- En caso de que se vaya a usar el monitoreo transtelefónico, enseñar al paciente su funcionamiento, la posición que debe tener el transmisor y se indicará que no dude utilizarlo en caso de síntomas que piense estén relacionados con el marcapaso.

- Educación sobre el cuidado de la herida quirúrgica, el paciente puede bañarse, secar la herida con una gasa estéril y aplicar alguna solución antiséptica, cubrirla con una gasa estéril.

2. A los ocho días postimplante.

- Retirar los puntos quirúrgicos y revisión de la herida.

3. A las semanas 6 u 8 postimplante.

- Evaluación completa
- Prueba del imán.
- Establecimiento de parámetros definitivos del marcapaso, incluyendo la selección apropiada de parámetros de salida (para una captura confiable consistente en una máxima longevidad de la batería) . Umbral de sensado.
- Revisión de la educación del paciente, evaluación de retención y reforzamiento en caso necesario.

4. Período de vigilancia temprana (de 3 - 5 meses).

- Se realizará una evaluación directa o por vía telefónica.

5. Período de mantenimiento (comienza a los 6 meses aproximadamente).

- Mínimo una evaluación directa anual.
- Contacto con el paciente (evaluación directa o por vía telefónica) a intervalos de 3 meses.

6. Período de seguimiento.

- Este período termina con el reemplazo del generador del marcapasos.
- Requiere de por lo menos una evaluación directa anual.

- Evaluación directa mensual o por vía telefónica con entrevista personal del paciente cuando aparezcan los indicadores de reemplazo electivo.

7. Consideraciones especiales a pacientes con marcapaso con modulación de frecuencia.

- Evaluación cronotrópica (la velocidad y grado de respuesta al ejercicio con documentación electrocardiográfica).
- Evaluación de la "actividad diaria" usando banda sin fin, caminar por un pasillo, levantamiento de brazos, subir escaleras.
- Evaluación de electrodos implantados crónicamente
- Control del marcapasos a distancia por vía telefónica.

12- ¿ Cómo se adapta el marcapasos a mis necesidades?

En la actualidad los marcapasos permiten que se modifique su modo de operar desde fuera una vez instalados, es decir, son programables, esto los hace más o menos adaptables a las necesidades del paciente y sus situaciones clínicas. Los nuevos marcapasos pueden enviar por telemetría la información almacenada acerca de la función del marcapasos y de su desempeño clínico. Tanto la programabilidad como la telemetría son de gran ayuda en optimizar la función del marcapasos, evitando una reoperación y extendiendo la vida del generador.

Síndrome de Marcapasos.

El síndrome de marcapasos es un conjunto de signos y síntomas que representan una reacción a la forma en que el marcapaso estimula al corazón. Dijimos que en un corazón normal los atrios se contraen antes que los ventrículos, si existe un

- Evaluación directa mensual o por vía telefónica con entrevista personal del paciente cuando aparezcan los indicadores de reemplazo electivo.

7. Consideraciones especiales a pacientes con marcapaso con modulación de frecuencia.

- Evaluación cronotrópica (la velocidad y grado de respuesta al ejercicio con documentación electrocardiográfica).
- Evaluación de la "actividad diaria" usando banda sin fin, caminar por un pasillo, levantamiento de brazos, subir escaleras.
- Evaluación de electrodos implantados crónicamente
- Control del marcapasos a distancia por vía telefónica.

12- ¿ Cómo se adapta el marcapasos a mis necesidades?

En la actualidad los marcapasos permiten que se modifique su modo de operar desde fuera una vez instalados, es decir, son programables, esto los hace más o menos adaptables a las necesidades del paciente y sus situaciones clínicas. Los nuevos marcapasos pueden enviar por telemetría la información almacenada acerca de la función del marcapasos y de su desempeño clínico. Tanto la programabilidad como la telemetría son de gran ayuda en optimizar la función del marcapasos, evitando una reoperación y extendiendo la vida del generador.

Síndrome de Marcapasos.

El síndrome de marcapasos es un conjunto de signos y síntomas que representan una reacción a la forma en que el marcapaso estimula al corazón. Dijimos que en un corazón normal los atrios se contraen antes que los ventrículos, si existe un

bloqueo atrio-ventricular y el marcapasos úicamente puede estimular al ventrículo, por ejemplo uno de tipo VVI, en ese caso el atrio continuará latiendo a su ritmo e independientemente del ventrículo. La mayoría de los signos del síndrome de marcapasos se relacionan a la pérdida de esta sincronía atrio-ventricular. Los síntomas incluyen hipotensión al ponerse de pié, síncope o casi síncope, fatiga, intolerancia al ejercicio, malestar, debilidad, tos, conciencia de los latidos cardíacos, sensación de plenitud del tórax y cuello, dolor de cabeza, dolor de pecho y otros síntomas no específicos. Al examen físico se encuentran grandes ondas en las venas del cuello (llamadas "ondas de cañón") intermitentes o persistentes. La contracción atrial asincrónica cuando las válvulas atrio-ventriculares se encuentran cerradas causa distensión del atrio y un aumento de la presión venosa, causando tos y malestar en los pacientes con función cardíaca intacta e insuficiencia cardíaca en pacientes con enfermedad estructural del corazón. La distensión atrial puede ser causa de fibrilación atrial.

El manejo del paciente con síndrome de marcapasos por lo general requiere de la restauración de la sincronía atrio-ventricular con el implante de un marcapasos de doble cámara. En algunos pacientes con conducción sinusal y conducción atrio-ventricular intacta, el disminuir la frecuencia del marcapasos en el modo VVI y utilizando el modo de histéresis se puede promover más el ritmo sinusal, disminuyendo los síntomas. Es importante hacer notar que muchos pacientes pueden experimentar síntomas moderados del síndrome de marcapasos y aprenden a vivir con ellos. Es común que estos pacientes no reconozcan los síntomas del síndrome de marcapasos sino hasta que se les implanta un marcapasos de doble cámara y experimentan mejoría.

13- ¿De qué interferencias debo cuidarme?

En el mundo actual, vivimos inmersos en un ambiente cargado de ondas electromagnéticas de toda naturaleza, que pasan desapercibidas para nuestros sentidos. Cuando estas ondas tienen suficiente intensidad y ciertas características pueden eventualmente interferir con el funcionamiento de los circuitos eléctricos del marcapasos. Los efectos de la interferencia electromagnética varían de acuerdo a la fuente, intensidad y al tipo de marcapasos, si por ejemplo la interferencia es interpretada por el marcapasos como una actividad intrínseca atrial, puede producir una estimulación ventricular inadecuada en pacientes con marcapasos DDD. Si la interferencia es muy intensa es probable el marcapasos funcione "con parámetros de protección al paciente", previamente programados. La manera de funcionamiento en este modo difiere entre los distintos modelos y marcas de marcapasos pero en general pasan a una forma de estimulación asincrónica, esto es: deja de funcionar la demanda, al desaparecer la interferencia los marcapasos generalmente revierten a su modo de operación previo.

Ocasionalmente, la interferencia electromagnética causa daño permanente al generador de pulso. Por ejemplo la radiación terapéutica puede dañar los semiconductores de óxido metálico que forman parte de los circuitos electrónicos. Se trata en general de dosis que exceden los 5000 rads, pero niveles tan bajos como 1000 rads, pueden producir este tipo de daño. Si el marcapasos no puede ser protegido del campo de radiación, deberá considerarse la reimplantación a un sitio más distante.

Electrocauterio

El uso de cauterio electroquirúrgico, cerca de un generador de impulsos/cables implantados, puede inducir a la fibrilación ventricular y hacer que el dispositivo funcione de modo errático o que cese de funcionar de forma permanente, por lo tanto se recomienda encarecidamente que se evite siempre que sea posible su uso en pacientes con marcapasos.

Vibraciones fuertes/ Presión externa

Debido a la naturaleza del sensor de actividad, la exposición a vibraciones extremadamente fuertes y/o presión externa puede producir un aumento de la frecuencia de estimulación. El portador de un marcapasos deberá evitar la exposición a bajas frecuencias e intensas, como por ejemplo en las discotecas donde la música está a un volumen excesivamente fuerte.

Restricciones de área

Se deberá consultar al médico antes de que el paciente entre en un área en que haya un cartel de prohibición a pacientes con un marcapasos implantable.

Detectores de robo

Algunos tipos de equipo contra robo, como los localizados a las puertas de los comercios, podrían inhibir al marcapasos o causar que éste pase a funcionar automáticamente en forma asincrónica, esto es, se apague su sistema de sensado. La respuesta, sin embargo es temporal y el marcapasos recupera su operación normal al alejarse el paciente de este equipo. La protección más importante es el conocimiento de la posibilidad de interferencia electromagnética por lo que debe evitarse la exposición prolongada a estos sistemas.

Interferencia electromagnética.

En general, la interferencia electromagnética (EMI por sus siglas en inglés) puede originarse de una variedad de fuentes que tienen el potencial de afectar adversamente la función del marcapasos. En la Tabla V está la lista de algunas de las fuentes más comunes junto con la respuesta posible del marcapasos.

Tabla V

| <i>Tipo de interferencia</i> | <i>Posible respuesta</i> | | |
|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | <i>Daño al marcapasos</i> | <i>Inhibición total</i> | <i>Aumento frecuencia</i> |
| Resonancia Magnética | Si | No | Si |
| Teléfono celular digital | No | Si | Si |
| Electrocauterio | Inusual | Si | Si |
| Desfibrilación externa o interna | Inusual | No | No |
| Litotirpsia | Inusual | Si | Inusual |
| Radioterapia | Si | Inusual | Inusual |
| Ablación con radiofrecuencia | Inusual | Si | Inusual |
| Terapia electrochoque | Inusual | Inusual | Inusual |

Los marcapasos unipolares son generalmente más susceptibles a la interferencia electromagnética que los marcapasos bipolares debido a que el circuito de sensado abarca un área mayor comparada con el sensado bipolar. Los factores

que afectan la interferencia electromagnética tienen que ver con la fuente de interferencia y la proximidad al generador del marcapasos. Muchas de estas fuentes están localizadas en el ambiente hospitalario o en sitios especiales como las construcciones (especialmente por las soldadoras eléctricas de arco). Las fuentes de interferencia electromagnética en el hogar (hornos de microondas, rasuradoras eléctricas, batidoras, etc.) y la oficina (computadora personal, máquina de escribir eléctrica, etc.) usualmente no causan problemas a los pacientes.

Procedimientos médicos y situaciones ambientales que pueden influir en el funcionamiento del marcapasos

Un paciente portador de un marcapasos no deberá recibir tratamiento que implique el uso de:

- Litotripsia directamente en el área de implantación.
- Diatermia de microondas directamente en el área de implantación.
- Los marcapasos no deberán exponerse nunca a niveles terapéuticos acumulados de radiación ionizante (superiores a 500 cGy).
- Resonancia magnética

Cualquiera de los procedimientos médicos indicados anteriormente podrían producir daños permanentes en el marcapasos.

Teléfonos celulares e inalámbricos

¿Puedo usar un teléfono celular? Si, pero es recomendable que siga las siguientes recomendaciones: Muchos marcapasos están diseñados específicamente para resistir la interferencia de los teléfonos celulares, sin embargo la tecnología celular

está cambiando constantemente. Lo recomendable como precaución, es evitar poner el teléfono muy cerca del marcapasos. Cuando se ponen a menos de 15 cm del marcapasos, en cierto tipo de ellos puede haber un efecto temporal, debido a las señales de radiofrecuencia del teléfono. En teléfonos con potencia superior a 3 watts (no son los modelos de bolsillo habituales) se recomienda una distancia de 30 cm. Sin embargo el efecto es temporal y simplemente al alejar el teléfono el marcapasos retornará a su funcionamiento normal.

También se recomienda sostener el teléfono sobre la oreja opuesta al sitio donde se tiene implantado el marcapasos y no poner el teléfono encendido en la bolsa de la camisa o saco que quede a menos de 10 cm donde está implantado el marcapasos, debido a que algunos teléfonos emiten señales cuando están encendidos aún cuando no se esté hablando por ellos.

Aunque los teléfonos celulares digitales emiten una serie de señales de radio frecuencia pulsátiles lo que podría hacer que interfieran más con el funcionamiento del marcapasos, sin embargo no es necesario que se tomen precauciones extras o diferentes. Los marcapasos tienden a ser más sensibles a las señales pulsadas porque están diseñados para detectar señales similares del corazón, por esa razón algunos médicos prefieren que el paciente use teléfonos celulares analógicos y no digitales.

¿Puedo usar el teléfono inalámbrico de mi casa? Si, no tiene usted ningún inconveniente en usarlo y no se debe tomar ninguna precaución con ellos ya que transmiten en una frecuencia de radio mucho más baja que la de los teléfonos celulares.

¿Qué es la tarjeta de identificación?

Es una tarjeta provista por el fabricante, la que contiene su nombre, dirección teléfono, nombre de su médico y la marca y modelo de su marcapasos. Es importante que siempre la lleve consigo.

Alrededor del mundo existen cientos de miles de personas a quienes como a usted, se les ha implantado un marcapasos y han reanudado una vida activa y productiva. Sin embargo no piense que eso es todo en su plan de tratamiento, también es importante que tome regularmente las medicinas, siga la dieta y realice ejercicio, para completar así su recuperación y prevenir otras complicaciones.

Espero que este manual haya aclarado sus dudas y que esto aleje los temores que frecuentemente acometen a los pacientes con un marcapasos cardíaco. Si aún quedan preguntas sin responder, no deje de aclararlas con su enfermera o cardiólogo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mitrani R.D., Myerburg R.J., Castellanos A. – Cardiac Pacemakers – En Hurst's The Heart. Alexander R.W., Schlant R.C., Fuster V. – McGraw-Hill, 1998. Pag 1023 -1055.
2. Mortalidad 1994. SSA. Subsecretaría de planeación. Dirección general de Estadística e Informática. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
3. Dislipidemias y Aterosclerosis. C. Posadas Romero. Editorial Interamericana – McGraw-Hill. México 1995.
4. Barold S.S., Zipes D.P. – Cardiac Pacemakers and Antiarrhythmic Devices – En Heart Disease a Textbook of Cardiovascular Medicine. Braunwald E. – W.B. Saunders Company, 1992. Pag 726 – 755.
5. ACC/AHA guidelines for implantation of cardiac pacemakers and antiarrhythmia devices: Executive Summary. Gregoratos G., Cheitlin M.D., Conill A., Epstein A.E., Fellows C., Ferguson T.B., Freedman R.A., Hlatky M.A., Naccarelli G.V., Saksena S., Schlat R., Silka M.J. - Circulation 1998;1325-1335.
6. Guidelines for implantation of cardiac pacemakers and antiarrhythmia devices. Dreifus L.S., Fisch C., Griffin J.C., Gillette P.C., Mason J.W., Parsonnet V. - Circulation 1991;18:1-13.
7. Controversial issues in the 1998 ACC/AHA guidelines for implantation of cardiac pacemakers. Freedman R.A. – Circulation 1999;8:31-35.
8. Birnbaum M. Pacing Reference Guide – Medtronic Co., 1994.
9. Lindgren A., Jansson S. – Heart Physiology and Stimulation – Siemens Co., 1992.

10. Hayes D.L. – Pacemakers – En Comprehensive Cardiovascular Medicine . Topol E.J. – Lippincott – Raven, 1998. Pag 2099 –2131.
11. Moses H.W., Taylor G.J., Schneider J.A., Dove J.T. – A practical Guide to Cardiac Pacing – Little, Brown and Company, 1983.
12. Samet P., El-Sherif N. – Cardiac Pacing – Grune & Stratton, 1980.
13. Crockett P., McHugh L.G. – Non Invasive Pacing. What you should know. Physio-Control Corporation, 1988.
14. Stahl W. – Optimizing battery longevity: key factors. Pacing Dynamics. First Quarter, 1993.
15. Hauck M., Kallinen L. – Educational concerns for patients with adaptative-rate pacemakers. – Pacing Dynamics. First Quarter, 1993.
16. Iturralde P. – Arritmias Cardíacas. McGraw - Hill Interamericana, 1997.
17. Benedek Z.M., Gross J., Furman S. – Rate Modulated Pacemakers. The Newspaper of Cardiology, 1993.
18. Benditt D.G. – Atrial – Based Pacing Modes: A review of their important contributions to the care of paced patients. Medtronic News, vol 20, issue 2.
19. Santucci P.A., Haw J., Trohman R.G., Pinski S.L. – Interface with an implantable defibrillator by an electronic antitheft-surveillance device. N Eng J Med 1997;339:1371-1374.
20. Hayes D.L., Wang P.J., Reynolds D.W., Mark Estes N.A., Griffith J.L., Sterrens R.A., Carlo G.L., Findlay G.K., Johnson C.M. – Interference with cardiac pacemakers by cellular telephones. N Eng J Med 1997;336:1473-1479.
21. Bernstein A.D., Irwin M.E., Parsonet V., Wilkoff B.L., Black W.R., Buckingham T.A., Maloney J.D., Reynolds D.D., Saksena S., Singer I., Nickelson D.E.,

Schurig L. – Report of the NASPE policy conference on antibradycardia pacemaker follow-up: Effectiveness, Needs, and Resources. *Pacing Clin Electrophysiol* 1994;17:1714-1727.

22. Haskin S.B., Woods S.L. – Pacemakers and electrical hazards. En *Cardiac Nursing*. Underhill S.L., Woods, S.L., Sivarajan E.S., Halpenny C.J. – J.B. Lippincott Company, 1982. Pag. 517-541.

GLOSARIO

Asincrónico (marcapasos asincrónico) – Marcapasos con una frecuencia fija; la frecuencia es independiente de la actividad del corazón.

Asistolia: Cese de la actividad ventricular, falta de latidos o pulsos periféricos.

Arritmia : Ritmo anormal del corazón.

Atrio: También llamado aurícula. Cavidad superior del corazón, una localizada al lado derecho llamado atrio derecho y otra al lado izquierdo llamado atrio izquierdo.

Automatismo: Es la propiedad inherente de las células miocárdicas para generar un impulso eléctrico.

Bradycardia: Ritmo cardíaco lento, generalmente inferior a 60 latidos por minuto.

Bloqueo cardíaco: Condición en la que el estímulo eléctrico procedente de los atrios no se transmite normalmente a los ventrículos.

Bloqueo de rama: Bloqueo de una de las vías conductoras especiales de los ventrículos.

Captura – Circunstancia en la que el impulso del marcapasos consigue que lata o se contraiga el corazón.

Cable-electrodo: Cable que conduce impulsos eléctricos del marcapasos al corazón y señales eléctricas del corazón en sentido inverso.

Cateterismo cardíaco: Procedimiento en el cual se introduce al corazón un catéter (tubo fino) a través de una vena o arteria.

Cierre hermético: Proceso por el cual se cierra hermeticamente la pila y el circuito del generador de pulsos dentro de una caja metálica para evitar la penetración de fluidos corporales.

Cirugía transtorácica: Incisión que se hace por debajo de las costillas para fijar los electrodos epicárdicos en la pared exterior del corazón (epicardio).

Conducción: Es la transmisión de un impulso eléctrico.

Demanda: Tipo de marcapasos que detecta la actividad espontánea del corazón y proporciona estímulos solamente cuando el ritmo del corazón desciende por debajo de un cierto nivel.

Despolarización: Reacción de las células del corazón a la actividad eléctrica resultante en una contracción o latido.

Detección: Facultad del marcapasos para reconocer un impulso eléctrico de un latido del corazón.

Diástole: Relajación del corazón entre contracciones.

Electrocardiograma: Registro gráfico de las corrientes eléctricas producidas en el corazón:

Endocardio: Capa interna del corazón. El electrodo endocárdico se fija en la superficie interior del corazón.

Epicardio: Capa externa del corazón. El electrodo epicárdico se fija en la superficie exterior del corazón.

Estímulo: Descarga eléctrica sobre el corazón procedente del marcapasos.

Fibras de Purkinje: Fibras musculares especiales que forman una red en la pared de los ventrículos, son las responsables de la contracción ventricular.

Fibrilación: Contracciones rápidas e irregulares del músculo cardíaco. Puede haber fibrilación arial o ventricular.

Flutter. Contracciones rápidas y regulares. En español se llama "aleteo". Puede haber flutter atrial o ventricular.

ESTRATEGIA
DE
TESTES
DE
LA
BIBLIOTECA
SAUB DE LA
UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Gasto cardíaco: Volumen de sangre bombeado por el corazón por minuto.

Generador de pulsos: Parte del marcapasos que contiene la fuente de poder (batería) y el circuito electrónico que produce los impulsos eléctricos que son llevados al corazón a través del cable-electrodo.

Haz de His: También llamado Fascículo de His. Es un haz de fibras musculares especiales que conduce los impulsos eléctricos entre los atrios y los ventrículos.

Holter: Monitoreo del electrocardiograma durante 24 horas. La persona realiza sus actividades diarias con una grabadora conectada a unos electrodos colocados en el pecho para registrar su actividad cardíaca.

Infarto del Miocardio: Muerte de determinadas partes del músculo cardíaco (miocardio), ocasionado por una deficiencia de riego sanguíneo en esa zona.

Insuficiencia cardíaca: Gasto cardíaco inadecuado debido a la incapacidad del corazón para bombear con efectividad la sangre.

Isquemia: Deficiencia de riego sanguíneo para mantener la función normal.

Yodo-Litio: Batería de larga duración que se utiliza como fuente de energía de los marcapasos.

Marcapasos: Instrumento electrónico que se utiliza para estimular en forma artificial al corazón. Un marcapasos es la combinación del generador de pulsos y el o los electrodos.

Miocardio: Músculo que forma la pared del corazón.

Nodo Atrio-ventricular (Nodo A-V): Vía de conducción formada por células especializadas que transmiten el impulso eléctrico de los atrios a los ventrículos.

Nodo Sinusal: Centro de células musculares especiales localizadas en el atrio derecho, que inicia normalmente cada latido.

Percutáneo: A través de la piel, por punción.

Presión arterial: Presión sanguínea contra las paredes de los vasos. Es determinada por la fuerza de contracción del corazón, la resistencia del flujo de la sangre en las arterias, la elasticidad de las paredes de los vasos y la densidad de la sangre. La presión sanguínea se expresa como un número sobre otro en milímetros de mercurio (mmHg). Por ejemplo: 120/80 mmHg. El primero representa la presión sistólica y el segundo la diastólica.

Prueba de esfuerzo: Es un ejercicio medido y controlado que puede hacerse en una banda sin fin o en una bicicleta.

Ritmo intrínseco: Ritmo espontáneo propio del corazón.

Ritmo Sinusal: Ritmo normal del corazón.

Sensibilidad: Grado en el cual el marcapasos detecta actividad eléctrica intrínseca.

Síncope o Crisis de Stokes Adams: Desvanecimientos provocados por una disminución temporal del flujo sanguíneo al cerebro. Por lo general se asocia al bloqueo cardíaco completo.

Sístole: Contracción del corazón.

Taquicardia: Ritmo rápido del corazón, generalmente excede los 100 latidos por minuto.

Telemetría: Característica de los marcapasos para transmitir señales desde su interior. Estas señales comunican el estado de varias funciones del marcapasos. La transmisión de telemetría NO requiere de operación quirúrgica.

Transvenoso: A través de una vena.

Umbral de estimulación: Mínima cantidad de energía eléctrica necesaria del estímulo de un marcapasos para hacer que se contraiga el corazón.

Ventriculo: Cavity inferior del corazón. Son dos ventrículos, derecho e izquierdo. Estas cavidades bombean la sangre a los pulmones y al resto del cuerpo.