

La Estimulación Cardíaca no invasiva.

2ª Parte

Paula Crockett*, Lynn Grose McHugh**



Aplicaciones

La estimulación no invasiva tiene muchos usos tanto en el ambiente prehospitalar como en el hospital, ya sea para casos de urgencia o para uso profilático.

En el medio prehospitalario, más del 30% de los paros cardíacos desarrollan ritmos que pueden responder a la estimulación.^{24,25} Los niveles de supervivencia han sido bajos.^{24,25,26} Entre estos pacientes se incluyen los que están en asistolia (o pasan a asistolia durante la resucitación), pacientes con ritmos idioventriculares carentes de pulso, así como pacientes bradicárdicos que no responden al sulfato de atropina, al isoproterenol o a ninguno de los dos.²⁷ La causa de estas disritmias puede ser: enfermedad de la arteria coronaria, infarto del miocardio, muerte

cardíaca repentina, embolia pulmonar, sobredosis de droga, insuficiencia renal aguda, traumatismo, hipoxia o fallo de los marcapasos implantados.

Los niveles de supervivencia bajos se supone que son en parte el resultado de retrasos en el tratamiento prehospitalar.²⁷ El corazón se hace hipóxico y refractario al tratamiento a medida que transcurre el tiempo. Ha habido varios estudios que han tratado de fijarse en el tiempo de respuesta y el tiempo que toma iniciar la estimulación.^{25,26,27,28,29} Si bien no se ha probado, se cree que la pronta iniciación de la estimulación mejora los niveles de supervivencia.

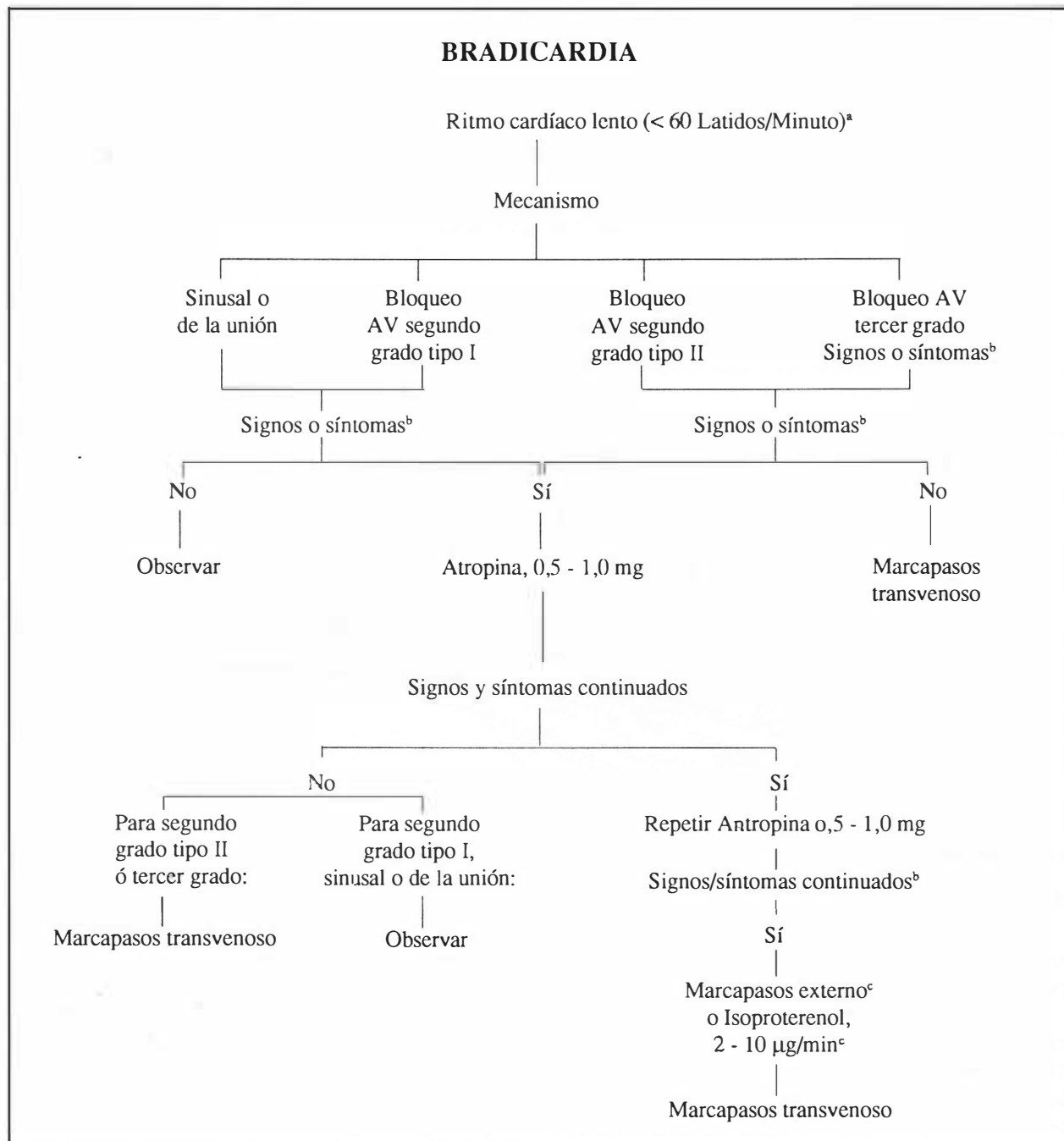
La American Heart Association ha reconocido el valor de los marcapasos no invasivos y afirma lo siguiente:

“A medida que los marcapasos externos temporales se encuentren más disponibles, es probable que sustituyan al isoproterenol (e incluso a la atropina) para el tratamiento de emergencia de la bradicardia. Ambas medidas son temporales y a ellas debe seguir la implantación de un marcapasos transvenoso temporal”.³⁰

Correspondencia: *Jefe especialista clínico Physio-Control Corporation. Redmond, Washington.

** Enfermera coordinadora de investigaciones clínicas. División de cuidados críticos y respiratorios Harborview Medical Center. Seattle; Washington.

La estimulación no invasiva se ha sumado a los algoritmos correspondientes a la bradicardia y asístole en las Normas y guías para la resucitación cardiopulmonar y el cuidado cardíaco de emergencia.³⁰ Ver a continuación.



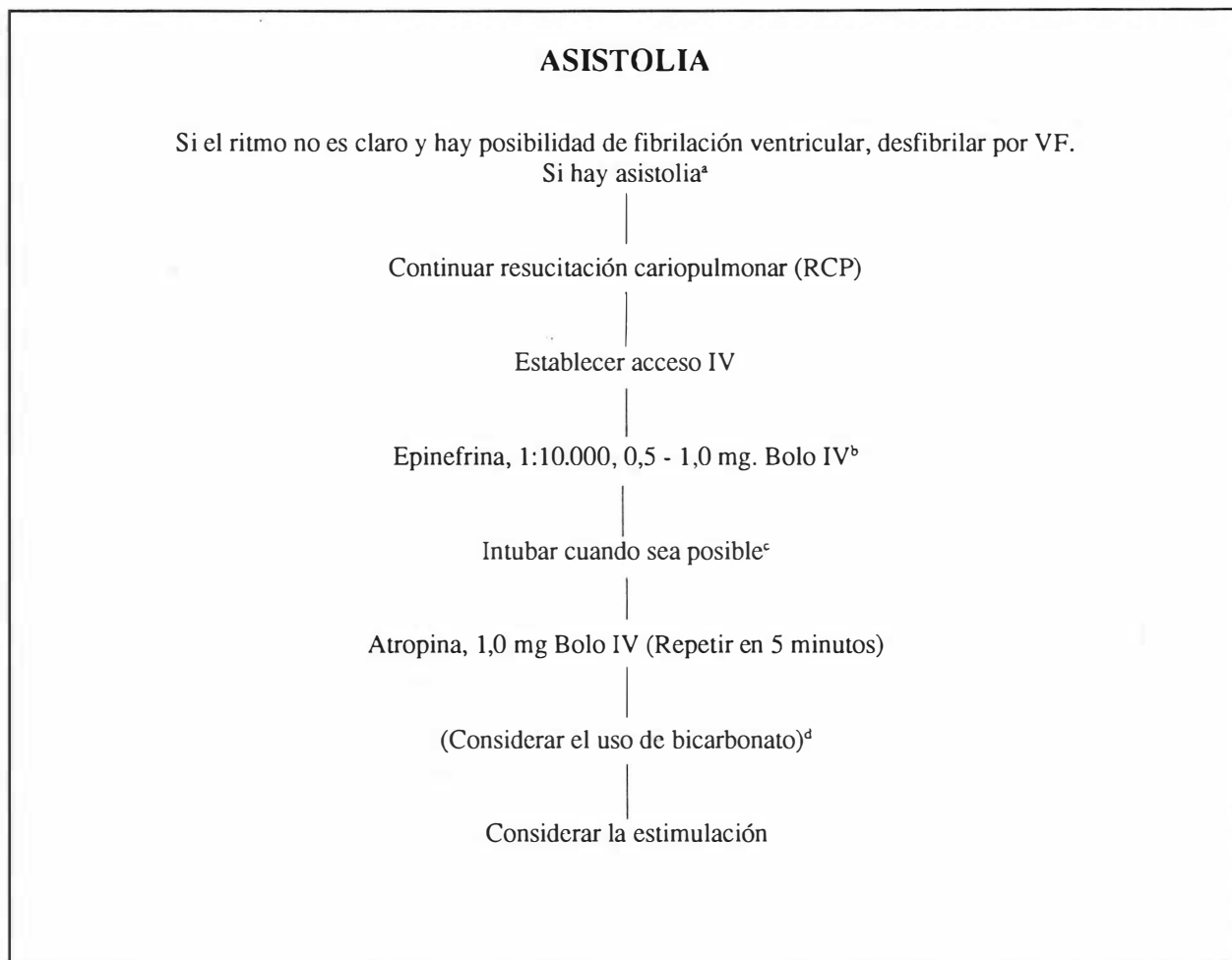
Tomado del *Textbook of Advanced Cardiac Life Support*, página 242, con el permiso de la American Heart Association.

Figura 5. Bradicardia. Esta secuencia se desarrolló como una ayuda para enseñar la forma en que se debe tratar a una amplia gama de pacientes con bradicardia. Algunos de los pacientes pueden requerir cuidados no especificados aquí. Este algoritmo no debe interpretarse como que prohíba tal flexibilidad. AV significa auriculoventricular. (SA = sinoauricular, AV = auriculoventricular).

a) Un único golpe en el tórax o tos puede estimular la actividad eléctrica cardíaca y conseguir un mejoramiento en la salida cardíaca y puede utilizarse en este punto.

b) Hipotensión (presión arterial < 90 mm Hg), contracción ventricular prematura, status mental alterado o síntomas (p. ej., dolor de tórax o disnea), isquemia o infarto.

c) Terapia temporizadora.



Tomado del *Textbook of Advanced Cardiac Life Support*, página 239, con el permiso de la American Heart Association.

Figura 2. Asistolia (paro cardíaco). Esta secuencia se desarrolló como una ayuda para enseñar la forma de tratar una amplia gama de pacientes en asistolia. Algunos pacientes pueden requerir cuidados no especificados aquí. Este algoritmo no debe interpretarse como que prohíba tal flexibilidad. El flujo del algoritmo presume que continúa la asistolia. VF significa fibrilación ventricular; IV, intravenoso.

a) La asistolia debe confirmarse en dos indicios.
b) La epinefrina debe repetirse cada cinco minutos.
c) Es preferible la intubación; si puede realizarse simultáneamente con otras técnicas, entonces cuando antes mejor. Sin embargo, la resucitación cardiopulmonar (RCP) y el uso de la epinefrina son más importantes si se puede ventilar al paciente sin intubación. (Se puede usar epinefrina endotraqueal).

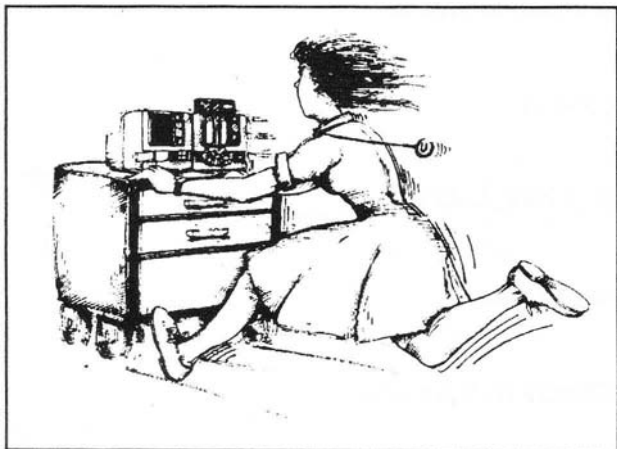
d) El valor del bicarbonato sódico es cuestionable durante un paro cardíaco y no se recomienda en la rutina de la secuencia del paro cardíaco. En este punto es apropiado considerar su utilización en una dosis de 1 mEq/Kg. Si se llega a utilizar, se puede repetir cada diez minutos la mitad de la dosis original.

La estimulación no invasiva resulta útil también en el hospital. En una situación de emergencia, se puede iniciar rápidamente la implantación de un marcapasos no invasivo para estabilizar el ritmo del paciente. Este método se puede usar para "ganar tiempo" mientras se toman decisiones adicionales sobre la terapia del paciente. Si se debe insertar un marcapasos intravenoso, se puede hacer en un medio más controlado, disminuyendo así el riesgo de complicaciones. En el hospital, al igual que un medio prehospitalar, si se inicia la implantación de un marcapasos no invasivo al comienzo de la alteración del ritmo, se puede lograr que aumente el nivel de supervivencia del paciente.³¹

La estimulación no invasiva se puede utilizar en aplicaciones en las que no sea deseable la estimulación transvenosa o ésta sea potencialmente peligrosa. En estas aplicaciones se incluyen los pacientes con válvula tricúspide artificial, los pacientes cuyo sistema inmune se encuentra debilitado, incrementado la posibilidad de una infección, pacientes con una infección sistémica y pacientes con trastornos de hemorragias³².

Los pacientes con infarto de miocardio agudo que

están siguiendo una terapia trombolítica con estreptoquinasa o activador plasminógeno de tejido (APT), puede que no sean unos buenos candidatos a la estimulación transvenosa debido al riesgo de hemorragia. Si es necesario implantaran marcapasos en una emergencia a estos pacientes, el marcapasos no invasivo es una alternativa al marcapasos transvenoso.



La estimulación no invasiva también se puede utilizar en situaciones preventivas o de "espera", tales como los pacientes con infarto de miocardio agudo con un bloqueo cardíaco potencial, también en el laboratorio de cateterismo cardiovascular, en las bradicardias postcardioversión y en pacientes seleccionados de cirugía que se encuentren en riesgo por trastornos de conducción. En el pasado, los médicos insertaban marcapasos transvenosos en los pacientes de alto riesgo aunque no desarrollaran la necesidad de un marcapasos. En el caso de estos pacientes, la estimulación no invasiva evita las complicaciones de la estimulación transvenosa y es menos costosa.

Entre otras aplicaciones de la estimulación no invasiva se incluyen el uso pediátrico y la terminación de la taquiarritmia por medio de un marcapasos para aumentar o disminuir la frecuencia cardíaca.

La estimulación no invasiva en pacientes de pediatría no se ha estudiado de forma extensiva. Un investigador usó la estimulación en niños anestesiados (en edades comprendidas entre 10 meses y 17 años) durante cirugía cardíaca electiva, usando electrodos de tamaño para adulto y dos tamaños más pequeños.³³ Los electrodos de tamaño para adulto resultaron apropiados para pacientes que pesaban por lo menos 15 Kg. Los electrodos más pequeños resultaban más idóneos para los pacientes que pesaban menos debido a que tenían una zona torácica más reducida para la colocación del electrodo. Mientras la estimulación no invasiva se encontró que era segura y efectiva en este estudio pediátrico, no se pudo medir el dolor debido a la anestesia. Se necesita hacer una investigación adicional en pacientes de pediatría conscientes.

Otra aplicación potencial para la estimulación no

invasiva es la terminación de taquicardia auricular o ventricular usando un marcapasos para aumentar o disminuir la frecuencia cardíaca. Estimulando el corazón hasta lograr captura, interrumpe la taquicardia y puede permitir que el nódulo sinoauricular recupere el control del corazón, restaurando así un ritmo normal. El ritmo del marcapasos, cuando se aumenta la frecuencia cardíaca, es más lento. Una de las ventajas de los marcapasos sobre la cardioversión sincronizada es que el paciente puede requerir menos sedante. Sin embargo, una desventaja importante es que el marcapasos puede acelerar la taquiarritmia y/o provocar una fibrilación ventricular.^{34,35}

Aumentar o disminuir la frecuencia cardíaca por medio de un marcapasos, se realiza normalmente por personal experimentado con un cable de estimulación invasiva en un medio controlado, tal como un laboratorio de electrofisiología. Sin embargo, algunos investigadores han utilizado con éxito marcapasos no invasivos para terminar taquicardias auriculares y ventriculares en número limitado de pacientes.^{32,34,35} Debe destacarse que esta aplicación no es para un uso clínico amplio; más bien, debe utilizarse por médicos experimentados en pacientes seleccionados cuidadosamente.³⁴

Tanto en medios prehospitalares como en el hospital, es más probable que el marcapasos temporal se use con más éxito en pacientes con paros cardíacos breves o con trastornos de conducción transitorios sin lesiones extensas del miocardio. Es menos probable que el marcapasos beneficie a los pacientes con paros prolongados, desórdenes metabólicos críticos, infarto de miocardio extenso, traumatismo cardíaco y disociación electromecánica. En estas situaciones, el miocardio no puede responder a los estímulos del marcapasos debido a una lesión en el sistema de conducción del mismo miocardio.

En resumen, la estimulación no invasiva se puede utilizar en medios prehospitalares y de hospital en situaciones de emergencia, con el fin de ganar tiempo hasta que se puedan prestar cuidados definitivos y para permitir una inserción más controlada del cable de estimulación. Puede reducir la estimulación invasiva profiláctica y proporciona una alternativa terapéutica en los casos en que la estimulación transvenosa no sea aconsejable, o esté contraindicada.



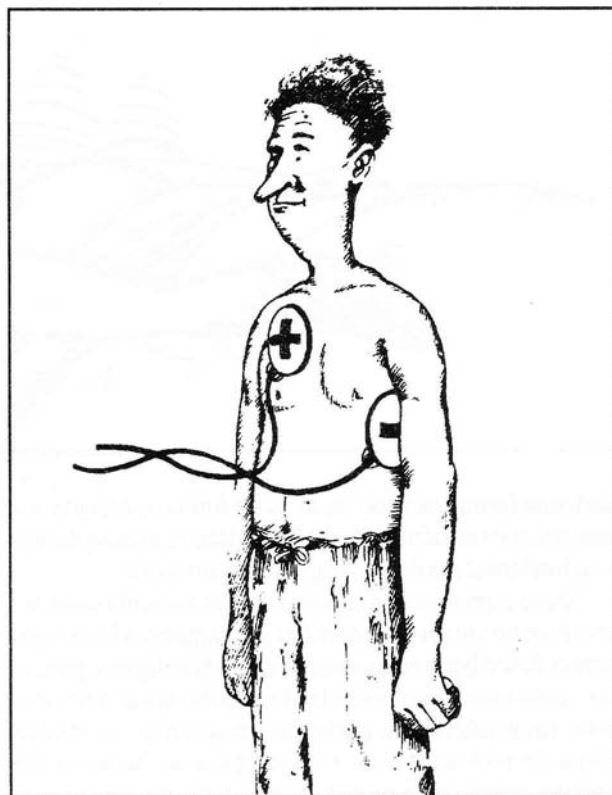
Las siguientes páginas tratan sobre los puntos específicos de la estimulación no invasiva, incluyen la preparación del paciente, la colocación de los electrodos, la respuesta a la estimulación y la localización y solución de problemas. También se incluye un procedimiento gradual, un plan de cuidados profesionales y una sección de preguntas y respuestas.

Preparación del paciente y de la familia

Como ocurre con cualquier procedimiento, es importante preparar al paciente y a la familia para la implantación del marcapasos no invasivo. Una simple explicación sobre cómo funciona el marcapasos y por qué es necesario ayudar al paciente consciente a sobrellevar el procedimiento. Se debe incluir también una explicación sobre las posibles molestias, junto con técnicas de relajación, tales como la respiración profunda. Además, el paciente necesita saber que puede recibir analgésicos o sedantes si fuera necesario. Hay que darle aliento y confianza durante el procedimiento para implantar el marcapasos.

Colocación del electrodo del marcapasos

La colocación del electrodo y la polaridad del marcapasos son importantes porque pueden afectar el umbral de la corriente del marcapasos y la comodidad del paciente.³⁶ Los electrodos deben dejarse en su lugar durante un período de tiempo comprendido entre 24 y 72 horas. Comprobar si hay instrucciones específicas del fabricante. Los electrodos deben aplicarse sobre la piel seca y limpia.



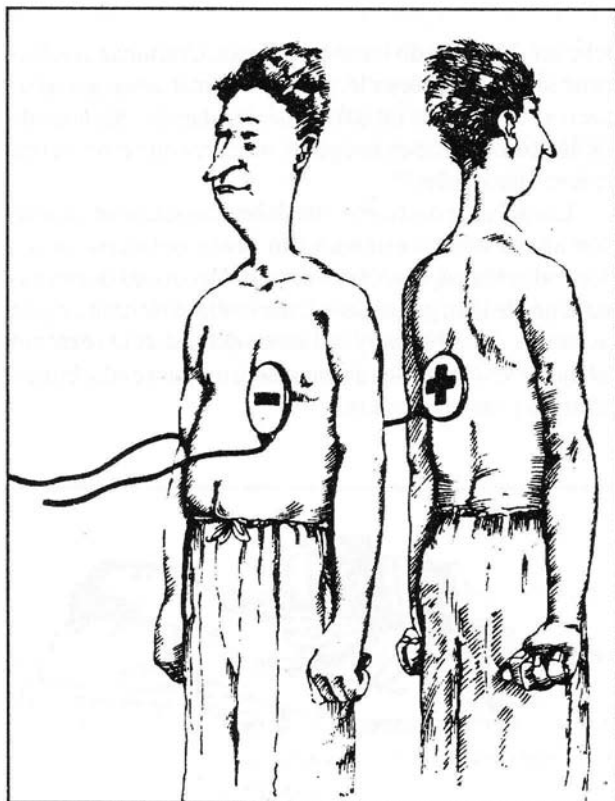
Si el paciente tuviera un exceso de pelo en el pecho, éste debe recortarse en vez de afeitarse, ya que el afeitado origina minúsculos cortes en la piel que pueden aumentar las incomodidades.

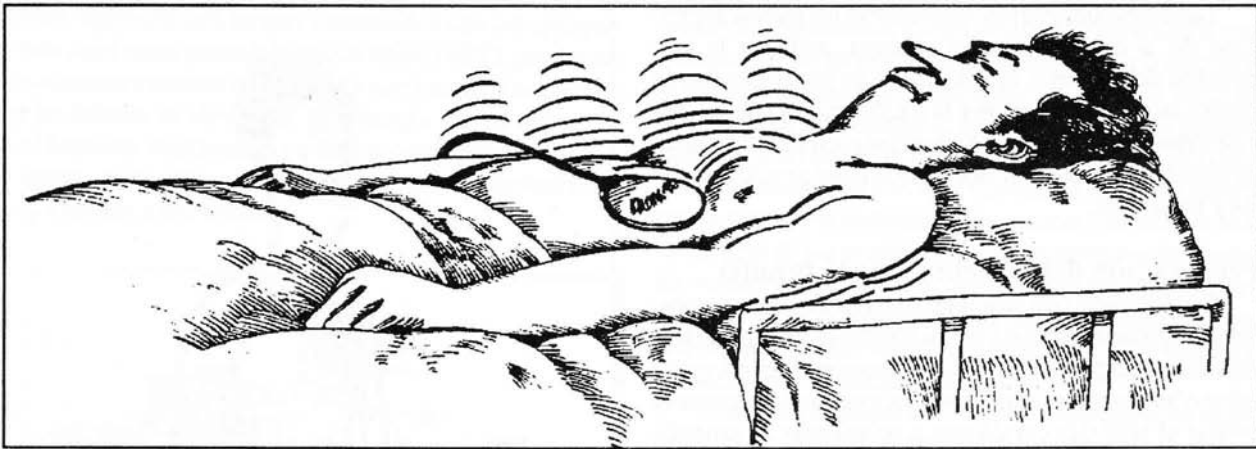
La colocación preferida es la posición anterior-posterior. El electrodo negativo se coloca en la parte anterior izquierda del tórax, a medio camino entre apófisis xifoides y el pezón izquierdo, con el borde superior del electrodo debajo de la línea del pezón. Esto corresponde a la posición del electrodo V_{2-3} ECG. El electrodo positivo debe colocarse en la parte posterior izquierda del tórax, debajo del omóplato y a un lado de la espina dorsal.

Si está contraindicada la colocación anterior-posterior se puede utilizar la posición anterior-anterior. El electrodo negativo se coloca en la parte izquierda del tórax, región media-axilar sobre el cuarto espacio intercostal. El electrodo positivo se coloca en la parte anterior derecha del tórax en el área subclavicular. La colocación anterior-anterior resulta menos deseable debido a que interfiere con la colocación de las paletas de desfibrilación y tiende a causar estimulación del músculo pectoral.³⁶

Reacción a la estimulación no invasiva

Durante la implantación del marcapasos, se debe inspeccionar visualmente al paciente en todo momento, y debe ser evaluado tanto en la captura mecánica como en la eléctrica. Ambos pueden ser beneficiosos al paciente. Los protocolos normales para la dirección de los canales de aire, la resucitación cardiopulmonar (RCP) y la terapia



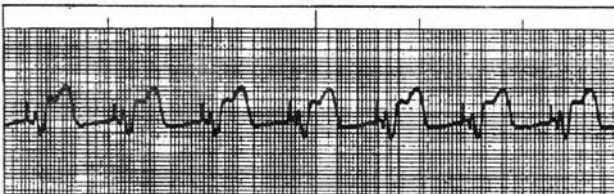


mediante fármacos debe seguirse de forma apropiada. La resucitación cardiopulmonar (RCP) debe realizarse durante la implantación del marcapasos no invasivo.

Debe esperarse una contracción del músculo esquelético. Esto no indica la captura del marcapasos. Muchos pacientes describen esta sensación como hormigueo, punzadas, palmadas o golpes, clasificándola desde tolerable hasta intolerable. Los pacientes conscientes se pueden quejar de molestias con el marcapasos no invasivo. En algunos casos, si se mueve el electrodo de marcapasos anterior o negativo a la posición del electrodo V_6 ECG o al área epigástrica, se consigue un umbral de captura menor, con lo que se reducen las molestias. En otros casos, puede ser necesario el uso de analgésicos y/o sedantes.

La captura eléctrica se evidencia normalmente por medio de un QRS ancho y una onda T ancha y alta. Es muy parecida a la captura que se observa en las estimulaciones tranvenosas temporales o en las permanentes. En algunos pacientes, la captura puede ser menos obvia, apareciendo solamente como un cambio en la configuración del QRS.

CAPTURA ELECTRICA



Ejemplo de captura eléctrica en la que se muestra un QRS ancho y una onda T alta.

La captura mecánica o ventricular se evidencia mediante signos de una mejor salida cardíaca entre los que se incluye un pulso palpable, una elevación de la presión arterial, un mejor nivel de consciencia y mejor color de piel y temperatura corporal.

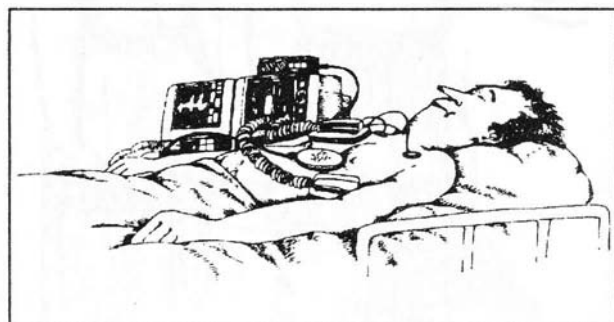
Desfibrilación durante la estimulación no invasiva

Si se produce una fibrilación ventricular, el paciente



debe ser desfibrilado inmediatamente. Consultar al fabricante sobre si es necesario, o no, que el marcapasos se apague o se desconecte durante la desfibrilación. Algunos de los dispositivos deben apagarse, mientras que otros deben dejarse encendidos.²⁴

Las palas de desfibrilación deben colocarse en la posición apex-esternón estándar. No deben colocarse en los electrodos marcapasos. Si se utilizan electrodos de marcapasos que tengan gel, se debe tener cuidado de limpiarlo de las manos del cirujano y del tórax del paciente (excepto debajo de los electrodos del marcapasos) para evitar el arco eléctrico y las quemaduras.³⁷



Procedimientos para la estimulación no invasiva

(Consultar el manual de instrucciones de uso del equipo provisto por el fabricante para detalles específicos)

I. Montaje

- A. Equipo necesario
 1. Marcapasos no invasivo
 2. Monitor cardíaco/electrodos ECG
 3. Desfibrador
 4. Electrodo de marcapasos autoadhesivos
 5. Carro de resucitación o suministros avanzados para el mantenimiento de vida cardíaca
- B. Enseñanza del paciente: Explicar el procedimiento al paciente y a su familia, si es apropiado. Incluir explicación de posibles molestias y el uso de respiración profunda u otras técnicas de relajación que sean necesarias.

II. Procedimiento

- A. Conectar el paciente al monitor cardíaco y obtener la tira del ritmo.
- B. Obtener la línea básica de los signos vitales.
- C. Aplicar electrodos adhesivos de marcapasos a la piel limpia y seca en la posición anterior izquierda/posterior izquierda.
- D. Recortar, en vez de afeitar, el pelo excesivo del pecho.
- E. Conectar el cable de estimulación a los electrodos y al dispositivo de estimulación siguiendo las instrucciones del fabricante.
- F. Si el dispositivo tiene un selector de modo, seleccionar el modo de demanda (síncrono) o no demanda (asíncrono).
- G. Si se selecciona la estimulación a demanda, asegurarse de la detección adecuada de QRS intrínsecos.
- H. Seleccionar la frecuencia de estimulación.
- I. Poner la corriente al mínimo.
- J. Activar el marcapasos. Ajustar la corriente, observando al paciente y el ECG.
- K. Obtener las tiras del ritmo apropiadas.
- L. Medir el nivel de confort del paciente.
- M. Anticipar la terapia adicional, tal como la inserción de un marcapasos transvenoso temporal.

Puntos clave

- Esencial para medir la frecuencia cardíaca
- Un registrador de anotaciones resulta útil para la documentación en curso.
- Base para medir la eficacia de la estimulación.
- Proporciona el camino de corriente más corto al corazón.
- Puede necesitar un ligero ajuste para amoldarse a la anatomía del paciente.
- Minúsculos cortes en la piel pueden ocasionar molestias.
- El modo de demanda es más seguro; minimiza el riesgo de provocar una fibrilación ventricular.
- Esto se hace normalmente ajustando la amplitud ECG o el control de sensibilidad.
- La captura eléctrica se evidencia normalmente por medio de un QRS ancho y una onda T alta y ancha. En algunos pacientes puede ser menos obvio, se nota solamente por un cambio en la configuración del QRS. La captura mecánica puede evidenciarse por un pulso palpable, aumento de la presión arterial, mejora del nivel de consciencia, del color de la piel y de la temperatura.
- Proporciona documentación para los registros médicos.
- Los pacientes conscientes pueden requerir sedantes.
- La estimulación no invasiva está generalmente indicada para utilización a corto plazo.

III. Documentación

- A. Fecha y hora en que se inició la estimulación; línea de base y tiras del ritmo del marcapasos.
- B. Corriente requerida para la captura.
- C. Frecuencia de estimulación y modo seleccionados.
- D. Evaluación de la reacción del paciente a la estimulación: captura eléctrica/mecánica.
- E. Medicamentos usados.
- F. Fecha y hora de terminación de la estimulación.

Guía para la localización y solución de problemas

La siguiente tabla puede ser útil en la localización y solución de problemas de estimulación cardíaca no invasiva.

<i>Problema</i>	<i>Causa posible</i>
I. Molestias durante la estimulación	<ul style="list-style-type: none"> A. Explicar el procedimiento al paciente; darle confianza. B. Mover el electrodo anterior del marcapasos al área epigástrica o a la posición V₆. C. Usar sedantes y/o analgésicos.
II. No hay captura eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> A. Incrementar la corriente. B. Cambiar la posición del electrodo como se indica arriba. C. Corregir la acidosis metabólica. D. Si no hay contracciones espasmódicas en el músculo esquelético, comprobar que: <ul style="list-style-type: none"> 1) el marcapasos se está usando correctamente 2) la batería está cargada (en caso contrario, enchufarla a la corriente de la red) 3) probar otro marcapasos si hay disponible. E. Intentar una estimulación intravenosa. F. Puede que el paciente no sea viable (paro cardíaco prolongado, extenso MI, etc.)
III. Hay captura eléctrica pero no hay captura mecánica	<ul style="list-style-type: none"> A. Puede que el paciente no sea viable.
IV. Incapaz de detectar en el modo de demanda	<ul style="list-style-type: none"> A. Aumentar la sensibilidad. B. Cambiar la derivación ECG. C. Reposicionar los electrodos del ECG para obtener la señal del ECG con complejos QRS prominentes. D. Si la señal es ruidosa, ver a continuación. <ul style="list-style-type: none"> A. Lavar y secar la piel antes de colocar los electrodos. B. Usar electrodos de ECG frescos. C. Colocar los electrodos LL de ECG en la parte inferior izquierda del tórax, más abajo del nivel de los electrodos de marcapasos D. La derivación I puede producir una señal más clara en algunos pacientes.
V. Señal ECG ruidosa	

Plan de cuidados profesionales

Plan de cuidados profesionales adaptado con el permiso C.V. Mosby Company, Journal of Emergency Nursing, 12:352, 1986.

Diagnosis profesional

Alteración en la perfusión del tejido relacionada con las disritmias

Resultado esperado

Mantenimiento de la función de los órganos vitales hasta que exista un tratamiento definitivo.

Planteamientos profesionales

Continuar las medidas básicas cardiológicas y de soporte vital para sostener la circulación hasta que resulte eficaz la estimulación. Seguir las indicaciones de seguridad eléctrica para marcapasos con el fin de prevenir los microchoques. Mantener secas las sábanas de la camilla y el suelo.

Determinar y documentar la captura.

- Comprobar el ECG para ver si aparece una espiga seguida por un QRS ancho y una onda T alta.
- Comprobar el pulso en la carótida o femoral para la perfusión.
- Diferenciar entre artefacto muscular, onda de "choque" del marcapasos y pulso.

Medir los signos vitales y el nivel de consciencia para determinar la eficacia de la estimulación.

Poner el nivel de corriente en la posición más baja que pueda asegurar la captura.

Proporcionar analgésicos o sedantes según se haya ordenado para las molestias ocasionadas por la estimulación del músculo esquelético.

Colocar los electrodos para evitar la estimulación de los músculos esqueléticos grandes y para proporcionar el umbral de estimulación más bajo (electrodo anterior, posición ECG V₂₋₃; electrodo posterior, parte izquierda posterior del tórax, debajo del omóplato, al lado de la espina).

Continuar la ayuda respiratoria hasta que el paciente respire espontáneamente.

Determinar y registrar frecuentemente el status respiratorio.

- Evaluar las determinaciones de gases en la sangre arterial.
- Comprobar los sonidos de aliento bilateral.
- Comprobar el retorno de la respiración espontánea.
- Mantener los pasajes de aire artificiales (tubo endotraqueal, pasaje oro faríngeo) hasta que esté preparado para la extubación.

Alteración en el intercambio de gases relacionada con el paro cardíaco

Oxigenación de los órganos vitales

Ansiedad relacionada con la falta de conocimiento y la emergencia cardíaca

Aceptación óptima

Ayudar a los miembros de la familia durante la situación de emergencia.
Motivar al paciente y a su familia para instruirlos a medida que lo permita el estado de aquél.

Explicar, en términos sencillos, la función del marcapasos externo.

Poner hincapié en que la situación es temporal y que es posible que se requiera implantar un marcapasos transvenoso.

Asegurar al paciente y a su familia que no existe peligro de electrocución.

Explicar al paciente que hay medicinas para las molestias causadas por la contracción de los músculos esqueléticos.

Reforzar la explicación del cirujano sobre el marcapasos transvenoso y preparar al paciente para la inserción (si fuera necesaria).

Repetir la información y las explicaciones las veces que sean necesarias ya que el paciente y su familia pueden tener dificultades para comprender la información a causa de su nivel alto de ansiedad.

Respuestas a las preguntas más frecuentes sobre la estimulación cardíaca

P. ¿Puede realizarse una resucitación cardiopulmonar (RCP) durante una estimulación no invasiva?

R. Sí. Pero se debe asegurar de que los electrodos del marcapasos estén firmemente adheridos al tórax. El contacto con la superficie conductora de los electrodos durante la estimulación puede ocasionar una transmisión de la corriente de estimulación al operador. El gel de desfibrilación debe quitarse del pecho después de la desfibrilación y las sábanas deben mantenerse tan secas como sea posible. Si se siguen estas pautas, se puede tocar al paciente como se haría normalmente. Ocasionalmente, el operador puede experimentar un ligero hormigueo o punzadas en los músculos de las manos. Si se tiene una sensación fuerte o dolorosa, la estimulación y la RCP no se deben realizar simultáneamente.

P. ¿Puedo usar el marcapasos cuando está lloviendo?

R. Sí, pero hay que limpiar y secar el tórax entre los electrodos del marcapasos. El agua de lluvia no es un buen conductor de la electricidad. Sin embargo, si se usó un gel o pasta para la desfibrilación, pueden disolverse con la lluvia y mejorar su conductividad. En medio de un aguacero resulta más seguro ponerse a

cubierto. Consultar al fabricante sobre la información específica relacionada con el marcapasos.

P. Aumenté la corriente del marcapasos hasta que el paciente sintió una sacudida pero no capturó. ¿Cuál es el problema?

R. Mientras que la corriente de estimulación se desplaza por la piel desde los electrodos del marcapasos hasta el corazón, también estimula el músculo esquelético. Una sacudida del músculo esquelético ni indica la existencia de una captura cardíaca. Siga incrementando la corriente de estimulación hasta que observe la captura en el cardioscopio; luego palpe el pulso de la carótida o del femoral para confirmar la existencia de una captura mecánica (ventricular).

P. ¿Se puede utilizar el marcapasos en un helicóptero o avión?

R. En este caso hay varias preguntas posibles. En un avión sin cabina presurizada no se puede garantizar el funcionamiento del marcapasos por encima de cierta altitud o presión y puede dejar de funcionar correctamente. Consulte al fabricante sobre estas especificaciones. Puede existir cierto tipo de interferencia eléctrica entre el equipo radiotransistor del avión y el marcapasos y/o el monitor. Esto puede minimizarse cambiando la posición del equipo. La distancia y el ángulo entre el

marcapasos y/o el monitor, y el equipo de radio son factores que hay que considerar.

- P.** ¿Puedo “recortar” los electrodos de tamaño para adultos para usarlos en pacientes de pediatría?
- R.** No. La modificación del tamaño o la forma de los electrodos de marcapasos puede alterar la distribución de la corriente. Usar sólo los electrodos comerciales que estén disponibles. Ver la página 17 para más información sobre la estimulación no invasiva en pediatría.

Referencias

- JAMES TN: *Anatomy of the conduction system in the heart*, in Willis J (ed): The Heart. New York, McGraw-Hill, 1978, p.48-57.
- SILVER MD, GOLDSCHLAGER N: *Temporary transvenous cardiac pacing in the critical care setting*. Chest, 93:607-613, 1988.
- ZOLL PM: *Resuscitation of the heart in ventricular standstill by external electric stimulation*. New England Journal of Medicine, 247:768-771, 1952.
- ZOLL PM, LINENTHAL AJ, NORMAN LR, et al: *Treatment of Stokes-Adams disease by external electric stimulation of the heart*. Circulation, 9:482-493, 1954.
- ZOLL PM, LINENTHAL I.R, et al: *External electric stimulation of the heart in cardiac arrest*. Archives of Internal Medicine, 96:639-653, 1956.
- SYVERUD SA, DALSEY WC, HEDGES JR, et al: *Transcutaneous cardiac pacing: Determination of myocardial injury in a canine model*. Annals of Emergency Medicine 12:745-748, 1983.
- TINTINALLI JE, WHITE BC: *Transthoracic pacing during CPR*. Annals of Emergency Medicine, 10:113-116, 1981.
- BROWN CG, GURLEY HT, HUTCHINS GM, et al: *Injuries associated with percutaneous placement of transthoracic pacemakers*. Annals of Emergency Medicine, 14:223-228, 1985.
- NIEMANN JT, ROSBOROUGH JP, GARNER D, et al: *External noninvasive cardiac pacing: A comparative hemodynamic study of two techniques with conventional endocardial pacing*. PACE, 7:230-236, 1984.
- ASTIN JL, PREIS LK, CRAMPTON RS, et al: *Analysis of pacemaker malfunction and complications of temporary pacing in the coronary care unit*. American Journal of Cardiology, 49:301-306, 1982.
- CHARDACK WM, GAGE AA, GREATBATCH W: *A transistorized, self-contained, implantable pacemaker for the long-term correction of complete heart block*. Surgery, 48:643-653, 1960.
- CHARDACK WM, GAGE AA, FEDERICO AJ, et al: *Five years' clinical experience with an implantable pacemaker. An appraisal*. Surgery, 58:915-922, 1965.
- FURMANS, ESCHERDJW, PARKER B: *Results of long-term pacemaker implantation in Dreifus L, Likoff W (eds): Cardiac Arrhythmias*. New York, Grune and Stratton, 1973, p. 599.
- SYVERUD SA, HEDGES JR, DALSEY WC, et al: *Hemodynamics of transcutaneous cardiac pacing*. American Journal of Emergency Medicine, 4:17-20, 1986.
- FELDMAN MD, ZOLL PM, AROESTY JM, et al: *Hemodynamic responses to noninvasive external cardiac pacing*. The American Journal of Medicine, 84:395-400, 1988.
- ZOLL PM, ZOLL RH, BELGARD AH: *External noninvasive electric stimulation of the heart*. Critical Care Medicine, 9:393-394, 1981.
- VARGHESE PJ, BREN G, ROSS A: *Electrophysiology of external pacing: A comparative study with endocardial pacing*. Circulation Supplement II, 349, 1982 (resumen).
- FALK RH, NGAI STA, KUMAKI DJ, et al: *Cardiac activation during external cardiac pacing*. PACE, 10:503-306, 1987.
- KICKLIGHTER EJ, SYVERUD SA, DALSEY WC et al: *Pathological aspects of transcutaneous cardiac pacing*. American Journal of Emergency Medicine, 3:108-113, 1985.
- MEIBOM J, MADSEN JK, PEDERSEN F, et al: *Non invasive transcutaneous pacing (NTP) does not traumatize the heart or affect left ventricular function*. PACE, 10:716 1987 (resumen).
- Cardiac Pacemakers, Incorporated: Troubleshooting pacing problems*, 1980.
- VOORHEES WD, FOSTER KS, GEDDES LA, et al: *Safety factor for precordial pacing: Minimum current thresholds for pacing and for ventricular fibrillation by vulnerable period stimulation*. PACE, 7:356-360, 1984.
- BÉLAND MJ, HESSLEIN PS, ROWE RD: *Ventricular tachycardia related to transcutaneous pacing*. Annals of Emergency Medicine, 17:279-281, 1988.
- WEIGEL A, WHITE RD: *Noninvasive pacing: A prehospital ALS alternative*. Journal of Emergency Medical Services, 10:35-38, 1985.
- EITEL DR, GUZZARDI LJ, STEIN SE, et al: *Noninvasive transcutaneous cardiac pacing in prehospital cardiac arrest*. Annals of Emergency Medicine, 16:531-534m 1987.
- WHITE JM, NOWAK RM, MARTIN GB, et al: *Immediate emergency department external cardiac pacing for prehospital bradysystolic arrest*. Annals of Emergency Medicine. 14:298-302, 1985.
- PARIS PM, STEWART RD, KAPLAN RM et al: *Transcutaneous pacing for bradysystolic cardiac arrests in prehospital care*. Annals of Emergency Medicine, 14:320-323, 1985.
- OLSON CM, JASTREMSKI MS, SMITH RW, et al: *External cardiac pacing for out-of-hospital bradysystolic arrest*. American Journal of Emergency Medicine, 3:129-131, 1985.
- SYVERUD SA, DALSEY WC, HEDGES JR: *Transcutaneous and transvenous cardiac pacing for early bradysystolic cardiac arrest*. Annals of Emergency Medicine, 15:121-124, 1986.
- American Heart Association.; *Textbook of Advanced Cardiac Life Support*, p. 239-243, 1987.
- O'TOOLE KS, PARIS PM, HELLER MB, et al: *Emergency transcutaneous pacing in the management of patients with bradysystolic rhythms*. Journal of Emergency Medicine. 5:267-273, 1987.
- ZOLL PM: *Noninvasive temporary cardiac pacing*. Journal of Electrophysiology, 1:156-161, 1987.
- BÉLAND MJ, HESSLEIN PS, FINLAY CD, et al: *Noninvasive transcutaneous cardiac pacing in children*. PACE, 10:1262-1270, 1987.
- LUCK JC, DAVIS D: *Termination of sustained tachycardia by external noninvasive pacing*. PACE, 10:1125-1129, 1987.
- BAROLD SS, FALKOFF MD, ONG LS, et al: *Termination of ventricular tachycardia by transcutaneous cardiac pacing*. American Heart Journal, 114:180-182, 1987.
- FALK RH, NGAI STA: *External cardiac pacing: Influence of electrode placement on pacing threshold*. Critical Care Medicine, 14:931-932, 1986.
- PERSONS CB: *External cardiac pacing in the emergency department*. Journal of Emergency Nursing, 12:348-353, 1986.

Glosario de Términos

Amperio (Amp o A): Unidad de medida de la corriente eléctrica.

Ancho de pulso: Duración del impulso eléctrico que se envía al corazón, expresado en milisegundos. También se llama duración de pulso.

Apex: Parte inferior del corazón, extremo superior de los ventrículos. El apex apunta hacia la izquierda, hacia abajo y hacia adelante.

Artefacto: Una onda producida por un estilete en la tira de papel ECG; normalmente se refiere a la espiga de estimulación pero puede ser una señal extraña, como las contracciones del músculo esquelético.

Arritmia (también disritmia): Ritmo anormal del corazón. El ritmo, regularidad o secuencia de propagación de despolarización puede ser anormal.

Asistolia: Período durante el que no se contrae el corazón; parada. Se observa en el ECG como una línea recta.

Automaticidad: La propiedad inherente a las células

miocárdicas individuales de generar un impulso eléctrico. **Bloqueo cardíaco:** Defecto en la conducción de impulsos desde las aurículas hasta los ventrículos. Entre los tipos comunes de bloqueos cardíacos se incluyen los siguientes: **Bloqueo cardíaco de primer grado:** Intervalo prolongado (más de 200 ms) entre las despolarizaciones auricular y ventricular. Se observa como un intervalo P-R prolongado en el ECG.

Bloqueo de segundo grado: Bloqueo de algunos impulsos, pero no todos, que se desplazan desde la aurícula hasta los ventrículos. Hay dos tipos: Mobitz I, también conocido como el fenómeno de Wenckebach, es la prolongación progresiva del intervalo P-R, hasta que una onda P no venga seguida por un QRS. Mobitz II es la pérdida ocasional de un QRS sin que se produzca ninguna prolongación en el intervalo P-R.

Bloqueo cardíaco completo: Estado en el que se bloquean todos los impulsos procedentes de la aurícula. En este estado, normalmente predomina un foco ectópico en el nódulo auriculoventricular o en los ventrículos.

Una variedad de bloqueos pueden también tener lugar en el fascículo de His y las ramas del fascículo.

Bloqueo cardíaco completo: Ver "Bloqueo cardíaco".

Bloqueo cardíaco de primer grado: Ver "Bloqueo cardíaco".

Bloqueo cardíaco de segundo grado: Ver "Bloqueo cardíaco".

Bradycardia o bradiarritmia: Ritmo bajo del corazón, normalmente definido como por debajo de 60 ppm.

Captura: Despolarización del corazón por medio de un estímulo artificial.

Cardioversión: Terminación de una taquiarritmia por medio de un estímulo eléctrico que está sincronizado con los complejos QRS. Esta energía, moderada en su cantidad, restaurará normalmente el ritmo sinusoidal.

Complejo QRS: Se conoce normalmente como la onda R; porción del ECG producida por la despolarización ventricular.

CPK: Enzima que se encuentra en las células miocárdicas; cuando las células están lesionadas, como ocurre en el caso de un infarto de miocardio, el CPK se libera y penetra en el torrente sanguíneo donde se puede medir como un indicador de la lesión del miocardio.

Desfibrilación: Terminación de la fibrilación ventricular por medio de un estímulo eléctrico de alta energía y asíncrono. A menudo, la desfibrilación restaura el ritmo sinusal normal.

Despolarización: En los músculos o tejido nervioso excitables, el cambio repentino del potencial eléctrico desde negativo a ligeramente positivo. En el corazón, la despolarización causa generalmente una contracción.

Detección insuficiente: Deficiencia para detectar el complejo QRS del paciente, lo que causa que el generador de pulso envíe impulsos de forma inapropiada.

Disminución de la frecuencia cardíaca: Envío de un estímulo para marcar el paso asíncrono a un ritmo menor que el ritmo intrínseco del paciente para terminar una taquiarritmia.

Electrocardiograma (ECG): Representación gráfica de la actividad eléctrica del corazón que se detecta por medio de la piel (externo) o por electrodos internos.

Electrodo: Elemento conductor de la electricidad que se pone en contacto con la piel.

Enfermedad o síndrome de Stokes-Adams: Conjunto de síntomas (incluye mareos, desmayos, etc.) debido a un bloqueo cardíaco completo.

Espiga: En el registro de un ECG, el artefacto de un impulso electrónico del marcapasos.

Estimulación de ráfaga: Envío de estímulos eléctricos múltiples y rápidos que se usan típicamente para interrumpir una taquicardia.

Fascículo de His: Banda de fibras de conducción que descienden desde el nódulo auriculoventricular hasta el tabique interventricular antes de separarse formando las ramas del fascículo.

Fibras de Purkinje: Red de fibras musculares ventriculares que comprenden el sistema de conducción ventricular.

Fibrilación (ventricular): Trepidación no sincronizada y caótica del miocardio que ocasiona un bombeo cardíaco ineficaz.

Fluoroscopia: Examen de una estructura interna por medio de una inspección de las sombras formadas por la transmisión diferencial de rayos X a través de objetos.

Forma de onda: Configuración o morfología de un pulso electrónico, a medida que pasa el tiempo, tal como se observa en un osciloscopio.

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

Generador de impulsos: Parte del marcapasos que contiene la fuente de alimentación y los circuitos, y que se conecta a los electrodos.

Hipoxia: Deficiencia de oxígeno en los tejidos corporales.

Impedancia: Oposición total al flujo de corriente en un componente eléctrico o circuito, incluye todos los efectos (resistencia, capacitancia e inductancia).

Impulso: La pulsación de salida de un generador de pulsaciones.

Infarto: Área de tejido que se ve privada del abastecimiento de sangre y resulta lesionada.

Intervalo de escape: Tiempo comprendido entre la detección de un latido espontáneo y el subsecuente estímulo del generador de pulsaciones.

Intervalo de pulso: Tiempo que transcurre entre pulsos y que normalmente se mide en milisegundos.

Intervalo P-R: Se extiende desde el inicio de una onda P hasta el principio de una onda W y es representativa del tiempo de conducción entre las aurículas y los ventrículos.

Intrínseco: Inherente; se origina en la estructura del órgano mismo. Por ejemplo, un latido intrínseco se refiere a un latido del corazón que se produce de forma natural.

Marcapasos artificial: Instrumento electrónico utilizado para estimular artificialmente el corazón; un marcapasos es una combinación del generador de pulso y electrodos.

Marcapasos asíncrono: Marcapasos con una frecuencia fija; la frecuencia es independiente de la actividad mecánica o eléctrica del corazón, ya que el marcapasos no contiene ningún mecanismo que sea capaz de detectar la actividad cardíaca.

Marcapasos de demanda: Marcapasos que detecta la actividad cardíaca espontánea y actúa mediante: 1) inhibición ó 2) provocando un impulso.

Marcapasos externo: 1) Marcapasos artificial no implantante que se usa fuera del cuerpo y que se aplica a cables marcapasos temporales para estimular el corazón o para medir la respuesta cardíaca a la terapia del marcapasos. 2) Marcapasos artificial no invasivo que se usa fuera del cuerpo utilizando electrodos autoadhesivos para piel con el fin de estimular el corazón.

Marcapasos ventricular inhibido (VVI): Generador de impulsos que detecta despolarizaciones ventriculares espontáneas y suprime su salida al detectar o estimular el ventrículo si no se produce ninguna actividad cardíaca espontánea al expirar el intervalo prefijado.

Miliamperio (mA): Un milésimo de amperio.

Milisegundo (ms): Un milésimo de segundo.

Miocardio: Pared muscular del corazón situada entre las capas interna (endocárdica) y externa (epicárdica) del corazón.

Nódulo auriculoventricular: Pequeño haz de células conductivas especializadas que transmiten impulsos eléctricos desde las aurículas hasta los ventrículos.

Nódulo auriculoventricular: Pequeño haz de células conductivas especializadas que transmiten impulsos eléctricos desde las aurículas hasta los ventrículos.

Nódulo sinoauricular: Un haz pequeño de células conductoras especializadas situadas en la parte superior de la aurícula derecha que inicia un impulso eléctrico 60-100 veces por minuto; es el marcapasos natural del corazón.

Onda P: Desviación que se presenta en un ECG que representa la despolarización de las aurículas.

Onda T: Desviación en el ECG que representa una recuperación eléctrica (repolarización) de los ventrículos.

Onda W: Ver "Complejo QRS".

Paro cardíaco: Cesación de la actividad ventricular; ausencia de latidos del corazón o de pulso periférico.

Percutáneo: Introducido a través de la piel; introducción de un conductor endocárdico por una pequeña incisión en la piel, entrando en la vena.

Período refractario: 1) En un marcapasos, es el período de tiempo que sigue a un impulso lanzado durante el cual el marcapasos es asíncrono; su mecanismo de detección es insensible. 2) En el corazón, el período de tiempo después de la despolarización en el que el corazón es incapaz de otra despolarización.

Período vulnerable: Período, representado por una onda

T, durante el cual un estímulo puede ocasionar una fibrilación ventricular, especialmente en un corazón enfermo.

Pulso de salida: Es el pulso eléctrico que se usa para estimular el corazón, medido en voltaje, corriente o energía y aplicado por una duración conocida de pulso.

Pulsos por minuto (ppm): Nivel de envío de estímulos de un marcapasos, a veces recibe el nombre de latidos por minuto (lpm).

Rama del fascículo: Cualquiera de las dos ramas situadas debajo del fascículo de His; las ramas del fascículo descienden por el tabique interventricular hasta los ventrículos.

Repolarización: Recuperación eléctrica del corazón; la repolarización de los ventrículos se observa como una onda T en el ECG.

Ritmo de unión: A veces recibe el nombre de ritmo nodal auriculoventricular; ritmo cardíaco que nace en el nódulo auriculoventricular; la frecuencia es normalmente de 40 a 60 ppm.

Ritmo idioventricular: Ritmo que nace en el foco ventricular.

Ritmo inherente: El ritmo de formación de impulsos en distintas áreas del sistema de conducción: Nódulo sinoauricular - 60 a 100 ppm

Nódulo auriculoventricular - 40 a 70 ppm

Ventrículo - 20 a 40 ppm

Sensibilidad: El grado en el que el marcapasos detecta la actividad eléctrica intrínseca.

Síncope: Un breve período de inconsciencia causado por un abastecimiento insuficiente de sangre al cerebro; también se puede usar para referirse a los vértigos.

Síndrome de la enfermedad del seno: Término amplio que describe una variedad de anomalías del nódulo sinoauricular que ocasionan ritmos del corazón irregulares o lentos.

Sobreestimulación: Estimular al corazón a un ritmo más rápido que el ritmo intrínseco del paciente para terminar una taquiarritmia o para suprimir las contracciones ventriculares prematuras.

Sobredetección: Inhibición de un marcapasos debido a la detección de señales excluyendo las ondas R, tales como el artefacto muscular o las ondas P o T.

Taquicardia: Ritmo rápido del corazón normalmente definido como más de 100 ppm.

Taquicardia supraventricular: Taquicardia originada en cualquier parte de la aurícula, del nódulo auriculoventricular o del fascículo de His.

Tejido isquémico: Tejido con un abastecimiento de sangre inadecuado para mantener su función normal.

Umbral de estímulo: Nivel mínimo de energía, tensión o corriente necesarios para despolarizar de forma consistente el corazón (umbral de energía, umbral de tensión, umbral de corriente, umbral de captura).