

Electrocardiograma: interpretación básica en podología

Beatriz Gómez Martín, Elena Escamilla Martínez, Lourdes Fernández Seguí

Profesor Asociado. Departamento de Enfermería. Centro Universitario de Plasencia. Universidad de Extremadura. (UEX).

Correspondencia:

Beatriz Gómez Martín

Urb. Gran Habitat 3, 2ºA

Arganda del Rey

28500 Madrid

E-mail: bgm@eresmas.com

Resumen

Pocos procedimientos diagnósticos en medicina han presentado a lo largo de los años una ayuda tan significativa para el médico como el electrocardiograma. La facilidad para su realización, la ausencia de efectos secundarios por tratarse de un procedimiento incruento y su fiabilidad en el diagnóstico de patologías cardíacas, hacen de él una de las pruebas complementarias diagnósticas más utilizadas. Estas ventajas han llevado al podólogo a plantearse su uso como prueba complementaria en preoperatorios de pacientes cardiopatas, donde el planteamiento de la cirugía es más cuidadoso.

Sin embargo, la interpretación del electrocardiograma no es fácil, no todos los podólogos poseen los conocimientos básicos necesarios para su buena interpretación.

Por eso este artículo pretende dar a conocer unas nociones básicas, para que el profesional sanitario, (podólogo en este caso), sea capaz de interpretar estos trazos por sí mismo y diferenciar lo principal de lo secundario, así como lo normal de lo patológico.

Palabras clave: Corazón. Electrocardiograma. Electrofisiología. Electrocardiografía.

Introducción

Al plantearnos realizar una definición clara del electrocardiograma, se podría decir que se trata de una técnica diagnóstica no invasiva consistente en el registro de la actividad eléctrica del corazón.

El aparato encargado de detectar esta actividad eléctrica y de registrar los datos obtenidos recibe

Summary

Few diagnostic procedures in medicine have presented throughout the years so significant help for the doctor as the electrocardiogram. The facility for its realitation, the absence of secondary effects for being a bloodless procedure and its reliability in the diagnosis of cardiac pathology, they do that of it one of the most used complementary diagnostic tests.

These advantages it has led the podiatrist to raise its use to as complementary test in preoperatory of chardiacal disease patients, where the preparation of the surgery is more careful.

Nevertheless the interpretation of the electrocardiogram is not easy, not all the podiatrist have the basic knowledges necessary for its good interpretation. Because of it this article tries to show some basic notions, in order that the professional (podiatrist in this case), to be able of interpreting these test and to separate the principal signs of the secondary signs, as well as the normal signs of the pathological signs.

Key words: Heart. Electrocardiograma. Electrofi-siologist. Electrocardiografist.

el nombre de electrocardiógrafo, y se ocupa también de simplificar al máximo un proceso tan complicado como es la actividad eléctrica del corazón.

En el corazón, el estímulo cardíaco es transmitido mediante una diferencia de potencial gracias a un equilibrio electrolítico a uno y otro lado de la membrana de las células del miocardio, pues bien,

el electrocardiograma se ocupa de registrar dichos estímulos (que no son más que modificaciones eléctricas) y registrarlos.

Electrofisiología; sistema de conducción específico del corazón

La bomba cardiaca debe mantener una actividad continua. La contracción tendrá una fuerza y un ritmo adecuado, además de efectuarse de forma ordenada y coordinada. En los vertebrados esto es posible al disponer de un sistema específico capaz de generar de forma autónoma los impulsos electrofisiológicos necesarios. Todas las células musculares cardíacas tienen la propiedad de despolarizarse (automatismo) rítmicamente y de conducir impulsos generados para producir una contracción de fuerza determinada. El automatismo o capacidad de estas células para cambiar de potencial, es más rápido en un conjunto de células específicas del corazón conocidas como sistema cardioneptor o sistema de conducción específico, cuyos elementos fundamentales explicaremos a continuación.

Nódulo sinusal, sinoauricular o de Keith y Flack

Se encuentra situado en la aurícula derecha, junto a la desembocadura de la vena cava superior. Podemos denominarlo "marcapasos fisiológico", ya que al ser el más rápido impone el ritmo de descarga al resto de las células cardíacas.

Nódulo aurículo-ventricular

Se encuentra situado en la parte inferior del tabique interauricular. La conducción desde el nódulo sinusal hasta el aurículo-ventricular se efectúa perfectamente por vías especializadas tales como los fascículos internodales anterior, medio y posterior. La conducción en el nódulo es lenta, lo que permite que la sístole auricular se complete antes del inicio de la contracción ventricular.

Haz de Hiss

Se trata de un grueso fascículo de fibras que se extienden desde el nódulo aurículo-ventricular hasta el tabique interventricular, donde se dispone en la parte muscular del mismo dividiéndose en dos ramas; izquierda y derecha. Cada una de

ellas de manera independiente desciende por la cara correspondiente del tabique hasta llegar a las paredes de sus respectivos ventrículos.

Fibras de Purkinje

Extensa red de pequeñísimas ramificaciones que surgen de las ramas derecha e izquierda del haz de Hiss en el final de su recorrido y se distribuyen por sus ventrículos correspondientes al nivel del miocardio.

Para que el corazón pueda contraerse, debe haber una estimulación eléctrica del mismo originada por el sistema de conducción eléctrica específico que acabamos de explicar (despolarización). Este impulso (o estímulo de despolarización normal) nace en el nódulo sinusal, y se transmite al nódulo aurículo-ventricular a partir del cual se extiende hacia el fascículo de Hiss y las células de Purkinje, y de ahí al resto del corazón.

Como se afirmaba en el inicio de este artículo, el electrocardiograma es el registro gráfico de la diferencia de potenciales eléctricos generados por el latido cardíaco. La despolarización del corazón constituye el acontecimiento inicial para la contracción cardíaca. El electrocardiograma registra los potenciales de despolarización (estímulo) y de repolarización (recuperación) generados por el miocardio auricular y ventricular. En condiciones de reposo las células miocárdicas se encuentran polarizadas. La carga media a través de las membranas celulares es de aproximadamente 90 milivoltios (mV), siendo el interior negativo con respecto al exterior. Si estas células son estimuladas por encima del valor umbral, rápidamente se despolarizan, invirtiendo su polaridad transmembrana. Este proceso se extiende en forma de onda de despolarización por las aurículas y ventrículos. Durante la repolarización las fibras miocárdicas vuelven a su estado de reposo original.

Fenómenos eléctricos del corazón: despolarización y repolarización

Por cada ciclo cardíaco de sístole y diástole se registra un trazo electrocardiográfico, que salvo arritmia, se repite con la misma cadencia y que viene a representar el paso del estímulo desde el nodo sinusal (NS), hasta el miocardio ventricular a través del sistema específico de conducción. A medida que va avanzando el estímulo, se van activando secuencialmente las aurículas, nodo

aurículo-ventricular (NAV), sistema Hiss, Purkinje y por último el miocardio ventricular. La activación de una célula o estructura cardiaca implica los siguientes aspectos.

Despolarización

La célula cardiaca en reposo, o sea, durante la diástole, está polarizada, existiendo un equilibrio entre las cargas positivas del exterior (fundamentalmente entre Na^+ y Ca^{++}) y las negativas del interior de la célula (fundamentalmente A^-) pues aunque el ión intracelular por excelencia es el K^+ , la negatividad viene dada por las importantes cargas negativas de proteínatos, aspatatos, etc. El automatismo celular se origina cuando se cruzan las permeabilidades o *conductancias* (*g*) (entendiendo por conductancia (*g*) el valor inverso de la resistencia de una membrana al paso de un ión) del K^+ disminuye, mientras el Na^+ y Ca^{++} aumentan, lo que da lugar a una corriente entrante de Na^+ y Ca^{++} superior a la saliente de K^+ .

Repolarización

Toda célula despolarizada tiene intrínsecamente la capacidad de recuperarse o repolarizarse. Fenómenos similares de la misma magnitud, pero en sentido contrario, se producen para que la célula vuelva a su estado inicial, con cargas negativas en su interior y positivas en el exterior. El proceso de repolarización comienza en el punto donde se inició la despolarización.

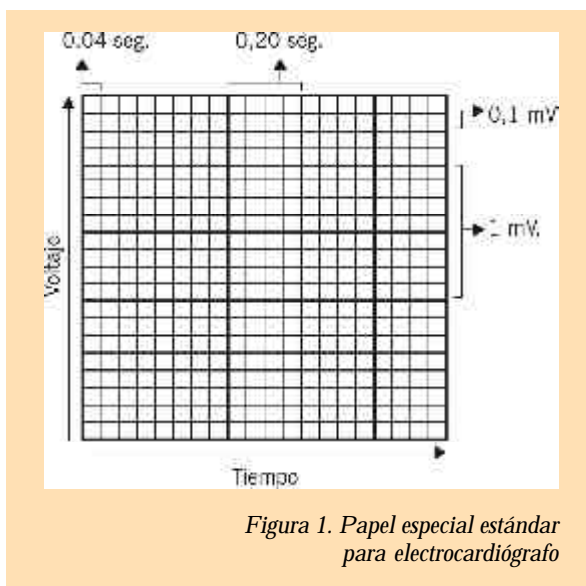


Figura 1. Papel especial estándar para electrocardiograma

Reposo eléctrico

Fase que continúa a la repolarización y que aparece reflejada en la electrocardiografía como una línea inactiva anterior a una nueva fase de despolarización.

El electrocardiograma normal: ondas e intervalos

El papel usado en el electrocardiógrafo es especial y sus características deben de ser estándar. Tiene rayas finas horizontales y verticales, de 1mm, formando cuadraditos de 1mm cuadrado. Cada cinco milímetros las líneas son más gruesas, formando cuadrados de cinco milímetros cuadrados.

El tiempo se mide a lo largo de las líneas horizontales, de tal forma que 1mm=0,04seg; 5mm=0,20seg. El voltaje se mide a lo largo de las líneas verticales y se expresa en mm, de tal forma que 1mm=0,1mV; 10mm=1mV.

La velocidad del papel es de 25mm/seg.

En determinadas circunstancias específicas, se utiliza a velocidad de 50mm/seg.

Por tanto, a mayor altura de la onda, mayor voltaje (Figura 1).

Podemos definir onda como cualquier dorsiflexión positiva o negativa en el trazo electrocardiográfico, entendiendo que es una dorsiflexión negativa si sobrepasa hacia abajo la línea isoelectrica y que es una dorsiflexión positiva si lo sobrepasa hacia arriba.

Se utilizan las letras mayúsculas: Q, R, S, para las ondas relativamente grandes, mayores de 5mm y las minúsculas; q, r, s, para las menores de 5mm. Si una onda, aunque de pequeño voltaje, predomina claramente sobre las demás, también se designa con mayúsculas.

Las ondas del electrocardiograma (ECG) reciben su nombre siguiendo el orden alfabético comenzando por la onda P. El complejo QRS se subdivide en diferentes ondas. Si la onda inicial de este complejo es negativa en una derivación determinada, se denomina onda Q; la primera deflexión positiva del complejo se denomina onda R y una segunda deflexión negativa después de una onda R se denomina onda S.

De existir más ondas positivas o negativas estas reciben el nombre de ondas R' y S', respectivamente. Las letras minúsculas "qrs" se emplean para ondas de pequeña amplitud. Un complejo QRS completamente negativo recibe el nombre de onda QS (Figura 2).

Onda P

Representa la despolarización del nódulo sinusal y, por tanto, la contracción de las aurículas, que son las que más potentemente reciben el estímulo.

En condiciones normales tiene un vértice redondeado, dura de 0,9 a 0,11 segundos y tiene un voltaje igual o menor a 0,25 mV.

Si por alguna razón el nodo sinusal deja de actuar como marcapasos cardíaco normal, otros focos auriculares pueden asumir su función por lo que la onda P tendrá una configuración diferente.

Intervalo P-R

Podemos definir un intervalo como el espacio del trazo que comprende entre una onda y un segmento (entendiendo como segmento el espacio del trazo entre dos ondas). Por tanto, el intervalo P-Q es la línea isoelectrica que indica el tiempo de conducción del estímulo desde el nódulo sinusal hasta el nódulo atrioventricular. Dura normalmente de 0,12 a 0,2 segundos. Cuando en la conducción a través de las aurículas, el nodo AV, el haz de His se enlentece el intervalo PR se alarga.

Complejo QRS

Es el principal indicador de la actividad ventricular. Representa la despolarización de los ventrículos que empieza por el septum interventricular, sigue al ventrículo izquierdo (donde es mayor porque la pared del ventrículo izquierdo es más gruesa) y acaba por el ventrículo derecho.

Dentro del complejo hay:

- Onda Q: primera onda negativa (por debajo de la línea isoelectrica).
- Onda R: Primera onda positiva (si hubiera más de una se nombrarían R', R").
- Onda S: Primera onda negativa precedida de una positiva.

En el complejo QRS está comprendida la repolarización auricular, pero queda eclipsada por la mayor magnitud de la despolarización ventricular.

En condiciones normales, es un complejo muy picudo debido a su gran rapidez de ejecución y a su mayor voltaje. Dura de 0,06 a 0,1, segundos (duración normal: 0,08 segundos).

Onda T

Registra el periodo de repolarización ventricular.

En condiciones normales es positiva, redondeada y dura unos 0,2 segundos. Es positiva excepto en derivación AVR.

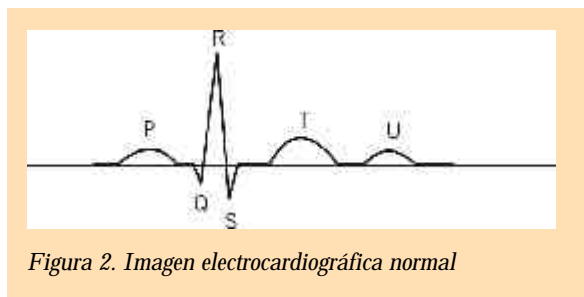


Figura 2. Imagen electrocardiográfica normal

Onda U

Es la deflexión generalmente positiva que sigue a la onda T y precede a la P del siguiente ciclo. Se cree que es el resultado de la despolarización lenta del sistema de conducción intraventricular de Purkinje o a postpotenciales. Normalmente también es positiva.

El electrocardiograma debe de analizarse teniendo en cuenta:

- La frecuencia (sinusal entre 60-100).
- El ritmo (ondas normales, pausas, irregularidades, presencia de P antes que QRS, anchura de QRS, presencia de QRS después de P).
- Eje cardíaco (QRS positivo en I y AVF, vector dentro de los límites normales [0 y 90°]; QRS negativo en I, discreta desviación del eje a la derecha; QRS negativo en I y AVF, importante desviación derecha del eje; QRS negativo en AVF y positivo en I desviación del eje a la izquierda).
- La zona del marcapasos dominante.
- Morfología de las ondas P y QRS.

Derivaciones

El impulso eléctrico o excitación se transmite a la superficie por medio de los líquidos corporales. Para explorar el corazón mediante un electrocardiograma, se colocan los electrodos en ciertos puntos "estratégicos" del cuerpo. Esta exploración se puede hacer desde diversos puntos, por lo que existen distintas derivaciones (entendiendo por derivaciones las distintas posiciones en las que se colocan los electrodos para variar el resultado de la electrocardiografía, según el punto de que deriva la corriente).

Existen 12 derivaciones convencionales del ECG, que registran la diferencia de potencial entre electrodos colocados en la superficie corporal. Estas derivaciones se dividen en dos grandes grupos: seis derivaciones de los miembros (tres bipolares y tres unipolares) y seis derivaciones precordiales.

Las derivaciones de las extremidades registran la actividad eléctrica del corazón en el plano frontal, mientras que las derivaciones precordiales registran los acontecimientos eléctricos en el plano horizontal.

Las derivaciones de los miembros o del plano frontal son:

- Bipolares: se registran los cambios eléctricos que hay entre dos extremidades en las que hemos colocado unos electrodos o exploradores.
 - Derivación I (DI): entre brazo izquierdo y brazo derecho.
 - Derivación II (DII): entre brazo derecho y pierna izquierda.
 - Derivación III (DIII): entre brazo izquierdo y pierna izquierda.
- Unipolares: en ellas sólo se registra la actividad eléctrica de un sólo punto.
 - AVR: se registra el brazo derecho (*right*).
 - AVL: se registra el brazo izquierdo (*left*).
 - AVF: se registra la pierna izquierda (*foot*).

Las derivaciones en el plano horizontal o derivaciones precordiales son unipolares, pero difieren de las anteriores en, que los electrodos se colocan en la pared torácica anterior. Los electrodos deben colocarse en:

- V1: cuarto espacio intercostal, a la derecha del esternón.
- V2: cuarto espacio intercostal, a la izquierda del esternón.
- V3: entre V2 y V4.
- V4: quinto espacio intercostal, línea medio-clavicular.
- V5: línea axilar anterior, a la misma altura que V4.
- V6: línea medioaxilar, a la misma altura que V4 y V5.

Normalmente cuando el podólogo recibe en consulta tras la petición del mismo un electrocardiograma, debería recibir registros de las doce derivaciones posibles, con trazados de seis complejos QRS por cada derivación. De esta manera la fiabilidad de la prueba queda patente.

Algunas alteraciones del E.C.G.

Hipertrofia

- Auricular: ondas P > 0,12 segundos en V₁.
- Auricular derecha: ondas P difásicas - inicial ancho en V₁.
- Auricular izquierda: ondas P difásicas- final ancho en V₁.

- Ventricular derecha:
 - R mayor que S en V₁.
 - R que disminuye de V₁ a V₆.
 - QRS ancho.
 - Persistencia de S en V₅ V₆.

Ventricular izquierda

- Desviación del eje a la izquierda.
- QRS ancho.
- Descenso progresivo de T con retorno a la línea basal.
- S en V₁ y R en V₅ > 25 mseg.

Infarto

- Ondas Q (infarto).
- Ondas T invertidas (isquemia).
- Segmento ST elevado (lesión).

Bloqueos

- Aurículo-Ventricular:
 - 1º grado PR > 0'20 seg.
 - 2º grado 2/1, 3/1, 4/1, o Wenckebach (PR aumenta hasta que falta respuesta QRS).
 - 3º grado. Bloqueo aurículo-ventricular completo (las aurículas y ventrículos actúan independientemente).
- Bloqueo de rama:
 - Bloqueo de rama, cuando el QRS > 0'12 seg.
 - Bloqueo de rama derecha: r R' en V₁ o V₂, S ancho en V₅ V₆.
 - Bloqueo de rama izquierda: R R' en V₅ V₆, S ancho en V₁ - V₂.

Conclusiones

La mayoría de las veces, cuando el profesional de podología se plantea realizar una cirugía, aunque la zona a intervenir se limite al pie y dentro del ámbito de la cirugía menor, es de todos sabido la importancia de un buen planteamiento preoperatorio. Por eso, en algunos casos, acuden a consulta pacientes cardíacos con afecciones podológicas en los que es necesario considerar la valoración de la función cardiaca mediante electrocardiografía, debido al riesgo añadido que supone intervenir a estos pacientes.

La no inclusión de la podología en el Sistema Nacional de Salud obliga al podólogo a realizar su ejercicio en el ámbito privado, donde la multidisciplinariedad de los profesionales resulta algo más que complicada que en el ámbito de la sanidad pública, por el escaso contacto entre profe-

sionales. Aparte de los médicos especializados en la materia, los profesionales de enfermería son los únicos diplomados sanitarios capacitados para realizar e interpretar básicamente un electrocardiograma. Algunos de nuestros compañeros podólogos juegan con ventaja, ya que son también enfermeros, pero existe un elevado número de podólogos que no han mantenido nunca ningún tipo de contacto con la enfermería y por tan-

to desconocen esta técnica y en lo que consiste. Es por eso que hemos pretendido plasmar unos conocimientos básicos, que creemos debieran tener cada uno de los que ejercen la profesión, para poder no sólo valorar mejor a un paciente cardíopata, sino para poder plantear una cirugía podológica, con unas mayores garantías para el paciente y un pleno conocimiento del estado del mismo por parte del cirujano.

Bibliografía recomendada

Dubin D. *Electrocardiografía práctica. Lesión, Trazado e Interpretación*. Tercera Edición. Madrid: Ed. Interamericana-Mc Graw-Hill, 1987.

Hernández Molera JM. *Interpretación rápida del electrocardiograma*. Madrid. Ed. GlaxoSmithKline, 1998.

Martín PG, Soto JM. *Enfermería anatómo-fisiológica*. Tomo II. Barcelona: Ed. Masson-Salvat Enfermería, 1994.

Peña García I, García Miguel M. Electrocardiografía y electrocardiograma normal: Fundamentos teóricos. *Revista ROL de Enfermería* 1997;221:63-8.

Rekarte Álvarez J, Oria García A. *Aspectos prácticos de electrocardiografía en Urgencias*. Madrid: Arán Ediciones, 2000.

Oliva Segura M, Oliveros Pros ML. Cardiología: Diagnóstico. El Electrocardiograma. *Revista ROL de Enfermería* 1983; 55: 32-7.