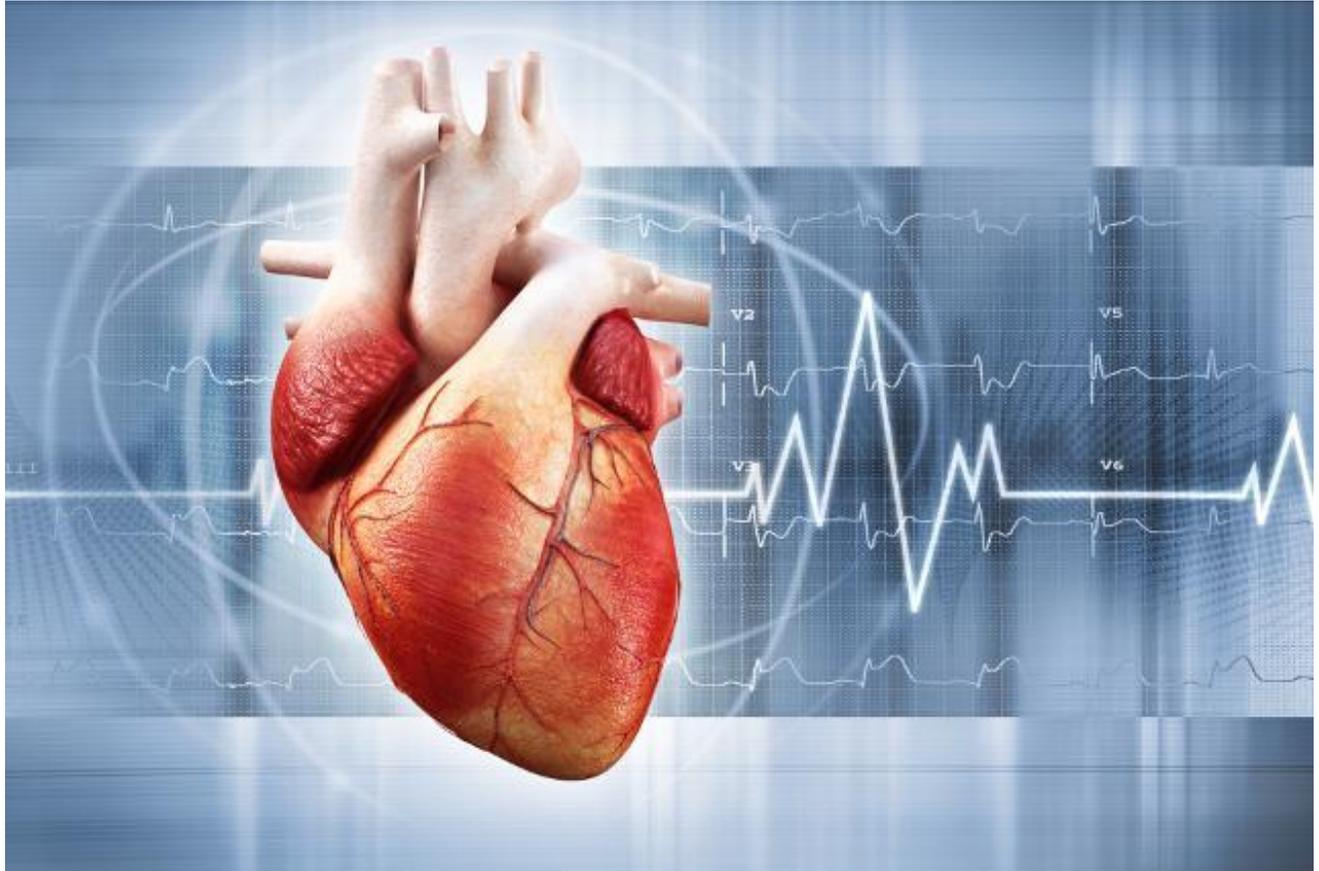


ENFERMERÍA AVANZADA I



Electrocardiografía

LIC. JAVIER CESPEDES MATA, ME

Jacema.jimdo.com

La historia de la electrocardiografía

“El que no sabe lo que busca, no ve lo que encuentra”

Claude Bernard

La observación de los fenómenos eléctricos se conoce desde hace más de 2.500 años. **Tales de Mileto**, en Grecia (s. VI a.C.), observó que el ámbar cuando se frota con lana atrae los objetos luminosos. De hecho, el antiguo nombre griego para el ámbar es elektron. el italiano **L. Galvani** demostró que la electricidad generada por los seres vivos es «un fluido eléctrico». L. Galvani creyó que el estímulo eléctrico precedía la contracción muscular. Así, pues, se convirtió en el primer electrofisiólogo del mundo.

A. Waller registró por primera vez la actividad eléctrica del corazón. En 1887 grabó las curvas de la actividad eléctrica del corazón humano mediante electrodos colocados en unos tubos de solución salina con el electrómetro capilar de Lippman. El primer electrocardiograma (ECG) humano se realizó a T. Goswell, un técnico de su laboratorio.

En un principio utilizó a menudo su perro Jimmy para realizar registros de ECG, pero fue acusado de crueldad hacia los animales, debido a las correas utilizadas para sujetarlo y a que ponía sus extremidades en agua salina. A. Waller fue el primero en registrar la actividad eléctrica del corazón, sin embargo, no tenía mucha fe en la utilidad de la electrocardiografía. Él afirmó: «no me imagino que la electrocardiografía sea usada mucho en el futuro... sólo de vez en cuando para grabar alguna anomalía rara del corazón».



Imagen 1. A. Waller y su perro, Jimmy

En los últimos años del siglo XIX, Einthoven (1860-1927) (Einthoven, 1912; Snellen, 1977; Moukabary, 2007; Kligfield, 2010) comenzó a estudiar los potenciales de acción de los animales con el electrómetro capilar. **Einthoven** pudo demostrar la mejora de los registros usando un galvanómetro de cuerda Este galvanómetro introducido en 1902 consistía en una fibra de cuarzo que, gracias a un metal conductor, la plata, quedaba suspendido entre los polos de un electroimán.

El campo magnético fijo creado por el electroimán establecía una fuerza constante que se movía desde un polo al otro. Las corrientes del corazón registradas desde la superficie del cuerpo se llevan a través del galvanómetro de cuerda, lo que creaba un campo magnético de fuerza variable en torno

al eje largo de la cuerda. La interacción entre los dos campos magnéticos, uno entre los polos del electroimán y el otro en función de la magnitud de la corriente que fluía a través de la cuerda del galvanómetro, originaba movimientos de la cuerda que se registraban como deflexiones bruscas en la curva del ECG.

El primer registro ECG se realizó en 1902. La calidad de los trazados, sin duda, era muy satisfactoria y similar a los actuales. Es interesante notar que, debido a que el laboratorio de Einthoven estaba situado a más de 1,5 km del hospital universitario de Leiden, desarrolló un método para registrar el ECG a distancia, que llamó «telecardiograma». Einthoven, a diferencia de A. Waller, intuyó el gran potencial de la ECG, afirmando: «Un nuevo capítulo se ha abierto en el estudio de las enfermedades del corazón... con el que se podrá ayudar a la humanidad que sufre». De hecho, publicó su primer artículo con registros de ECG normales y patológicos en 1906 (Einthoven, 2006). Con su nueva técnica, el registro de las curvas de ECG tenía una alta fidelidad y sensibilidad, y representaba un trazado limpio sin distorsiones, fácilmente interpretable de la actividad eléctrica del corazón.

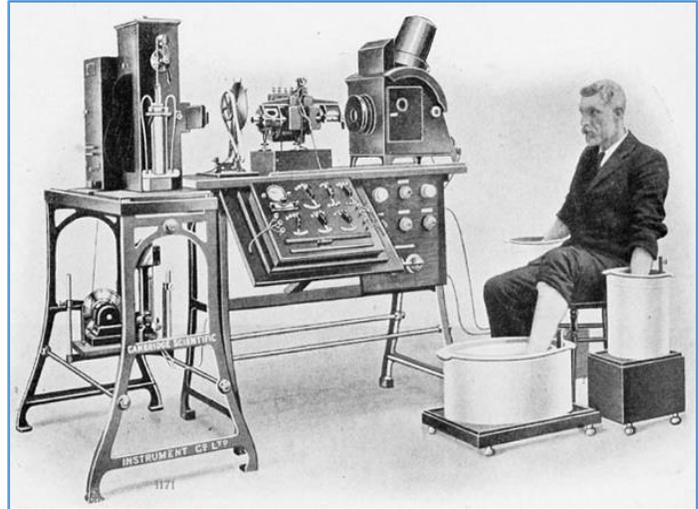


Imagen 2. Fotografía de un electrocardiógrafo mostrando la forma en que los electrodos están unidos al paciente. En este caso las manos y uno de los pies están inmerso en frascos de solución salina.

Es evidente que el premio Nobel que recibió Willem Einthoven en 1924 fue muy merecido. Él era un genio con una personalidad fascinante y creativa. Sólo buscaba la verdad. En una ocasión declaró: «Lo que usted o yo crea no es importante. Lo que importa es la verdad».

Wenckebach, en particular, se convenció de la importancia del ECG y de que gracias al mismo se podía identificar mejor muchos de los descubrimientos realizados por estos pioneros de forma más fácil y precisa. De hecho, Wenckebach fue capaz de descubrir con registros poligráficos los diferentes tipos de bloqueo auriculoventricular de segundo grado. Hay que reconocer que la influencia de estos dos investigadores en el campo de los trastornos del ritmo cardíaco, fue muy significativa.

Desde un punto de vista histórico, los dos pioneros más importantes de la ECG clínica fueron Sir Thomas Lewis y Frank N. Wilson. **Lewis** (1881-1945) demostró la importancia del descubrimiento

de Einthoven, especialmente en el campo de los trastornos del ritmo cardíaco. **Wilson** (1890-1952) fue el padre de las derivaciones precordiales y de la central terminal que permite registrar las derivaciones unipolares en el plano frontal (VR, VL, VF) y en el plano horizontal (precordiales) utilizando las derivaciones de los miembros como referencia (Wilson, 1944).

En 1942, el doctor **Goldberger** creó un electrodo indiferente que al compararse con el registro de los electrodos de las derivaciones unipolares, las “ampliaba” hasta en 50% permitiendo una mayor definición de estas ondas (aVR, aVL, aVF).

Weidmann (1921-2005), pionero de la electrofisiología cardíaca celular, que registró por primera vez el potencial de acción transmembrana (PAT) con **E. Coraboeuf** en 1949.

La concepción de la electrocardiografía

Desde hace muchos años se sabía que la actividad cardíaca estaba relacionada con una corriente eléctrica mensurable. En 1887, Ludwig y Waller, utilizando el electroscopio capilar fueron capaces de registrar esta fuerza electromotriz desde la región precordial.

Posteriormente, el descubrimiento del galvanómetro de cuerda en 1903, por Guillermo Einthoven, permitió la obtención del electrocardiograma (ECG). El galvanómetro de cuerda está constituido por un poderoso electroimán entre cuyos polos se encuentra suspendida una fina cuerda de cuarzo, revestida con platino, plata u oro, con el fin de permitir la conducción de una corriente eléctrica.



*Imagen 3, Electrocardiógrafo
1922 - 1923*

Se denomina campo magnético a un campo de fuerza constante originado por un electroimán, en el que la fuerza siempre se dirige desde el polo norte del electroimán hacia el polo sur. La corriente que se origina en el corazón se puede conectar, a través de electrodos de superficie, a la cuerda del galvanómetro con lo cual se crea otro campo de fuerza magnética.

Esta fuerza se orienta alrededor del eje longitudinal de la cuerda y sigue una dirección a favor o en contra de las agujas del reloj (vista desde el extremo inferior de la cuerda), de acuerdo con la dirección del flujo de la corriente en dicha cuerda. El campo de fuerza que rodea a la cuerda es un campo magnético de fuerza variable y los movimientos de la cuerda dependerán de las relaciones recíprocas que existan entre este campo y el originado por el electroimán.

ELECTROCARDIOGRAFÍA

“Edison fracasó 10,000 veces antes de hacer la luz eléctrica”.

No se desanimen si fracasan varias veces.

Napoleón Hill

La **electrocardiografía** es el registro de los impulsos eléctricos que se generan en el corazón. Estos impulsos producen la contracción del músculo cardíaco. El vector se utiliza para describir estos impulsos eléctricos. El vector es una forma esquemática para mostrar la fuerza y la dirección del impulso eléctrico. Los vectores se suman cuando van en la misma dirección y se disminuyen si apuntan en direcciones opuestas. Pero en el caso en que estén en un ángulo entre sí, suman o restan energía y cambian la dirección del flujo resultante. (Cardona Muñoz, 2014)

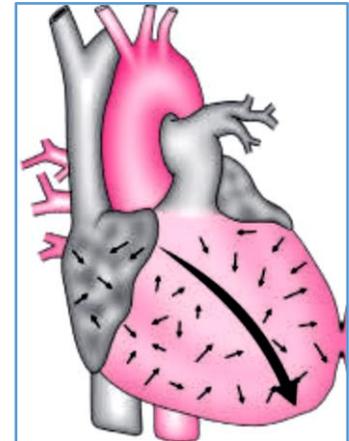


Ilustración 1, La suma de todos los vectores ventriculares es igual al eje eléctrico

La **ECG** es el método estándar utilizado para registrar la actividad eléctrica del corazón. Podemos registrar el proceso de despolarización y repolarización a través de electrodos de registro (derivaciones) colocados en diferentes lugares del cuerpo. (Bayés de Luna, 2012)

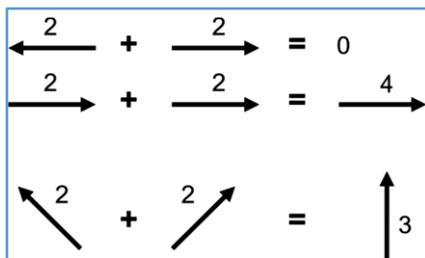


Ilustración 2, Ejemplos para la suma algebraica de vectores

Las derivaciones son electrodos que recogen la actividad eléctrica de (la suma algebraica) las células (es decir, los vectores generados por la célula) y el electrocardiógrafo los convierte en ondas. La información completa (tridimensional) solo se obtiene al juntar la información de todos los observadores (derivaciones).

Ahora vamos a definir al ECG, como una representación gráfica del movimiento eléctrico del vector principal en un punto, un electrodo o una derivación, en función del tiempo. “El ECG es una gráfica de voltaje o vectores vs tiempo”.

Los electrodos son los dispositivos sensitivos que captan la actividad eléctrica que ocurren bajo ellos. Cuando un impulso positivo se aleja del electrodo, la máquina del ECG registra una onda negativa. Cuando un impulso positivo se está moviendo hacia el electrodo, la máquina del ECG registra una onda positiva.

Pero cuando el electrodo está en medio del vector, el electrocardiógrafo lo registra como una deflexión positiva por la cantidad de energía que se dirige hacia el electrodo y como una onda negativa por la cantidad de energía que se aleja del electrodo.

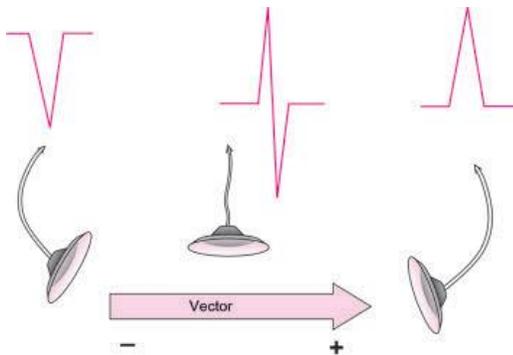


Ilustración 3, Tres registros de ECG's resultantes del mismo vector obtenidos con la colocación diferente de los electrodos.

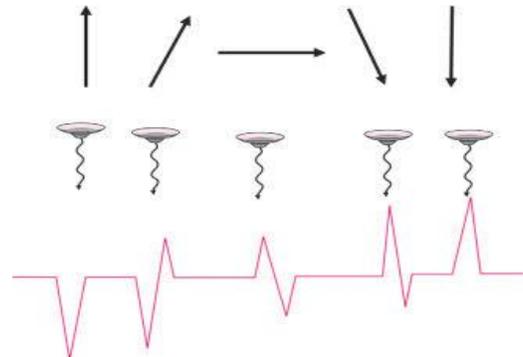


Ilustración 4, Distintos vectores mostrando diferentes deflexiones en los patrones de onda del ECG

Electrocardiógrafo

Es un aparato electromédico que registra la actividad eléctrica generada por el corazón en un papel milimétrico, la cual es obtenida a través de electrodos que están conectados a la superficie corporal del paciente y determinada por una variación de deplesiones, las ondas P, Q, R, S y T.

El electrocardiógrafo es un dispositivo diseñado para mostrar la dirección y magnitud de las corrientes eléctricas producidas por el corazón. Debido a que la corriente fluye en múltiples direcciones del músculo cardíaco, este aparato obtiene la resultante de todos los vectores que se generan en un momento dado mediante el uso de electrodos (contactos eléctricos) colocados en diferentes partes del cuerpo sobre la piel.



Imagen 4, Electrocardiógrafo CONTEC ECG 600G 6 Canales Digital Touch

El electrodo sobre la piel está conectado a otro electrodo a través del electrocardiógrafo, mediante un galvanómetro se mide la corriente que pasa por el aparato y se transmite directamente al inscriptor (estilo) para registrar las ondas y complejos que reciben en conjunto el nombre de Electrocardiograma de Superficie.

La representación gráfica de las corrientes eléctricas generadas en el corazón se difunde a través de electrodos que son colocados en la superficie corporal del paciente. Estos impulsos son captados

por electrodos externos o de superficie, y registrados en un papel milimétrico por medio de una línea delgada que representa distintas deflexiones, las cuales corresponden al estímulo eléctrico generado por el corazón, el cual tiene su origen en el nodo sinusal, llegando hasta los ventrículos a través del sistema específico de conducción.

El papel:

A fines prácticos, podemos decir que consta de dos tipos de cuadrículados: unos grandes que miden 20 mseg., y que incluyen a su vez a cinco cuadrados más pequeños que miden 0.04 mseg.

A su vez, en el electrocardiograma, podemos medir distancias, valiéndonos de los mismos cuadrículados a los que nos referimos antes. Así, cada cuadrado grande mide 5 mm de anchura (con lo que 2 cuadrados equivaldrán a 10 mm= 1 cm) y por tanto cada cuadrado pequeño equivale a 1 mm.

Finalmente, mediante estos cuadrículados también podemos medir en voltios, sabiendo que 2 cuadrados grandes miden 1 voltio.

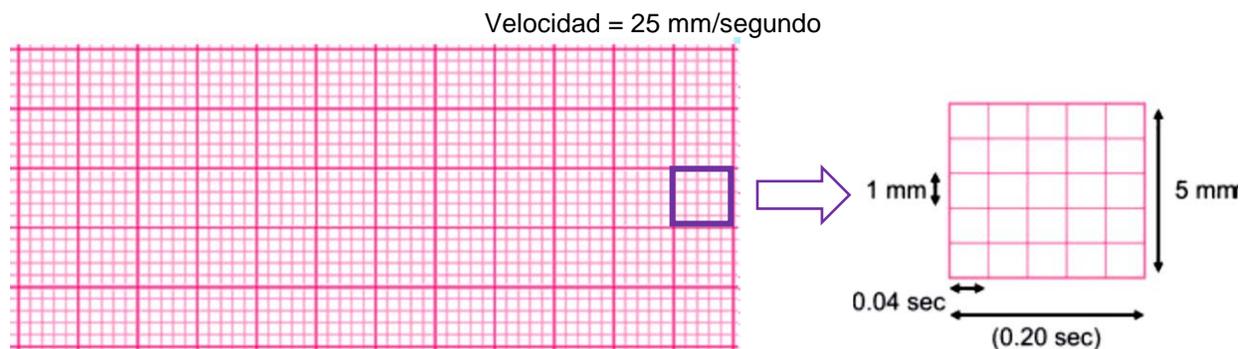


Figura 1, La altura se mide en milímetros (mm) y la anchura en milisegundos (ms). Gráfica de voltaje vs tiempo.

Colocación de las Derivaciones

Antes de colocar las derivaciones, vamos a entender lo que son. ¿Por qué se colocan en esos puntos particulares de referencia? Las derivaciones son electrodos que recogen la actividad eléctrica de (la suma algebraica) las células (es decir, los vectores generados por la célula) y el electrocardiógrafo los convierte en ondas.

La información completa (tridimensional) solo se obtiene al juntar la información de todos los observadores (derivaciones).

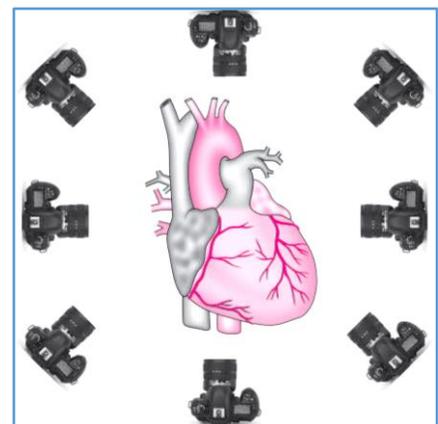


Ilustración 5, Derivaciones (cámaras) desde diferentes ángulos del corazón

Derivaciones Electrocardiográficas

Los potenciales eléctricos se recogen de la superficie de la piel mediante dos electrodos, conectándolos al polo positivo y negativo del electrocardiógrafo. Según dónde se sitúen los electrodos de registro, se detecta una parte concreta del flujo de corriente despolarizante y repolarizante de la estructura tridimensional que es el corazón.

La disposición específica que guardan los electrodos recibe el nombre de derivación. En el electrocardiograma estándar se emplean 12 derivaciones, que son:

- ✦ Bipolares de los miembros en el plano frontal, I, II y III.
- ✦ Monopolares de los miembros en el plano frontal, aVR, aVL y aVF.
- ✦ Monopolares precordiales en el plano horizontal, V1, V2, V3, V4, V5 y V6.

Colocación de las derivaciones en las extremidades:	
Brazo derecho (BD)	
Brazo izquierdo (BI)	
Pierna derecha (PD)	
Pierna izquierda (PI)	
Por sus siglas en inglés	
RL - Pierna derecha	
LL - Pierna izquierda	
RA - Brazo derecho	
LA - Brazo izquierdo	

En las derivaciones bipolares se registra la diferencia de potencial entre dos electrodos conectados a la superficie corporal, utilizando un tercer electrodo como masa. En las derivaciones monopolares se utilizan sólo dos electrodos, uno diferencial colocado sobre la superficie del cuerpo y otro electrodo indiferente (de potencial casi constante) que

se obtiene de la unión combinada de varios puntos de la derivación. A la línea que une los dos puntos de aplicación de los electrodos se la denomina eje de la derivación. Este eje define la dirección que debe tener un vector cardíaco para que genere la máxima diferencia de potencial entre el par de electrodos referidos.

Derivaciones Bipolares De Los Miembros

Este tipo de derivación registra la diferencia de potencial entre dos puntos de la superficie corporal (según *Einthoven*, entre dos extremidades en cada ocasión). Representa la actividad eléctrica del corazón analizada en el **plano frontal**.

- **Derivación I:** El terminal negativo del electrocardiógrafo se conecta al brazo derecho (BD) y el positivo al brazo izquierdo (BI). De esta forma se estudia la diferencia de potencial entre ambos brazos.
- **Derivación II:** El terminal negativo se conecta al brazo derecho y el positivo a la pierna izquierda (PI). Se registra de este modo la diferencia de potencial entre pierna izquierda y brazo derecho.
- **Derivación III:** El terminal negativo se conecta al brazo izquierdo y el positivo a la pierna izquierda. Se mide la diferencia de potencial entre pierna izquierda y brazo izquierdo.

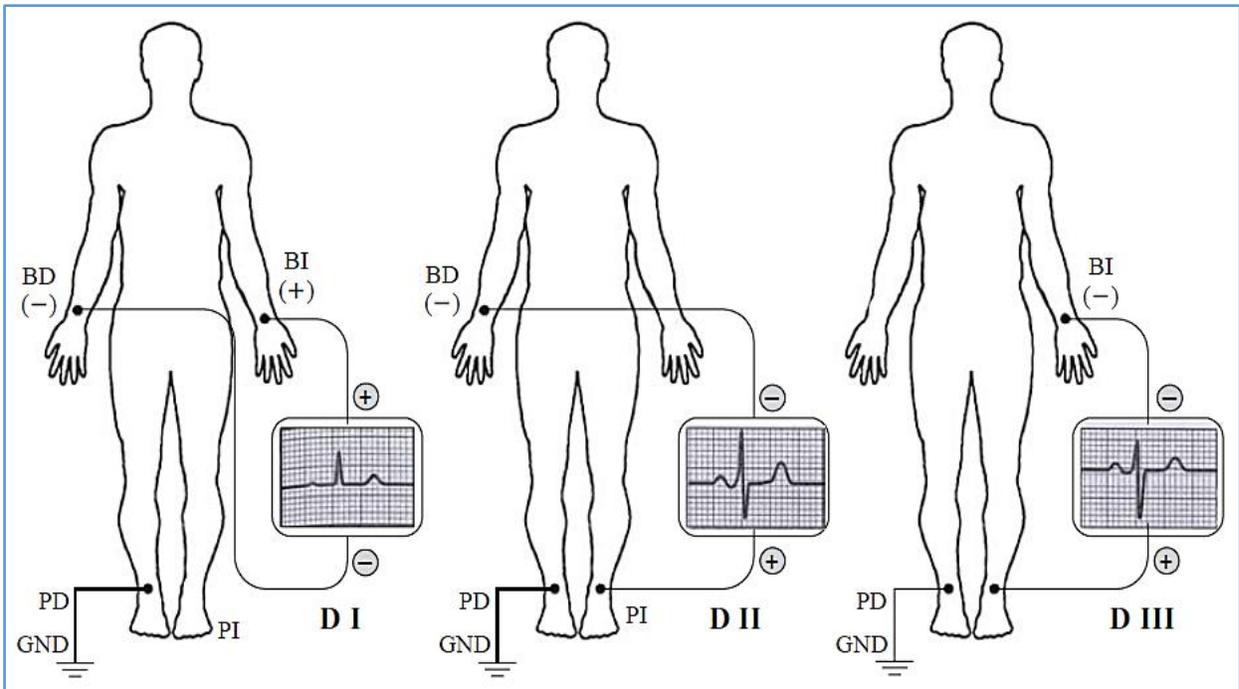


Ilustración 7, D Derivaciones bipolares de Einthoven en el plano frontal. Se utilizan tres electrodos. El electrodo conectado a la pierna derecha (PD) hace la función de masa (GND).

Nótese que, si se registra el potencial de dos derivaciones, el tercero puede ser determinado matemáticamente:

$$\text{Derivación II} = \text{Derivación I} + \text{Derivación III.}$$

Derivaciones Monopolares de los Miembros

Estas derivaciones, que son tres, representan la actividad eléctrica del corazón analizada también en el plano frontal como las bipolares, pero desde otros tres puntos de vista diferentes. Se denominan monopulares porque un electrodo se considera positivo y se sitúa sobre un miembro, mientras que el otro electrodo, considerado negativo, resulta de la combinación de los otros dos electrodos de los miembros. En realidad, el

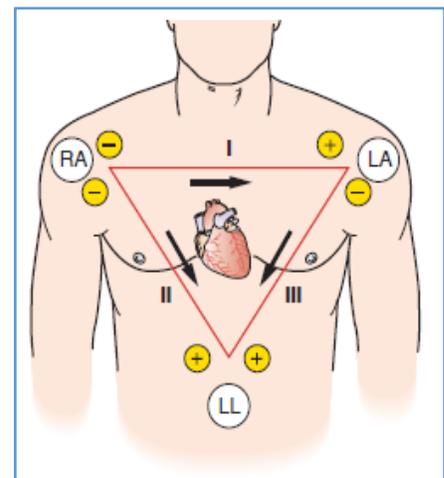


Ilustración 8, Los ejes de estas tres derivaciones forman un triángulo equilátero con el corazón en el centro (triángulo de Einthoven).

electrodo negativo puede considerarse como potencial cero, pues es insensible a las variaciones de potencial del corazón. Esto se consigue conectando estos dos electrodos al terminal de *Goldberger* (CTg), que los une mediante resistencias, y de esta forma su potencial combinado se puede considerar 0. En las anteriores condiciones el electrodo explorador funciona como monopolar.

Los electrocardiógrafos modernos en realidad aumentan el voltaje obtenido de estas derivaciones en 3/2, por lo que se le antepone el prefijo a que significa aumentada y V que indica (voltaje).

La disposición es la siguiente:

- ✓ **aVR**: Electrodo positivo en el brazo derecho (Right arm) y electrodo negativo al CTg. El eje definido es de -150° .
- ✓ **aVL**: Electrodo positivo al brazo izquierdo (Left arm) y el negativo al CTg. El eje definido es de -30° .
- ✓ **aVF**: Electrodo positivo a la pierna izquierda (left leg [Foot]) y el negativo al CTg. El eje definido es de $+90^\circ$.

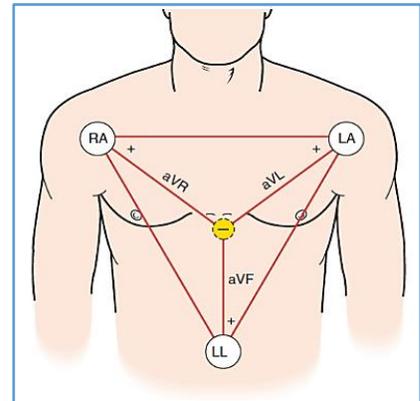


Ilustración 9 Las derivaciones aVR, aVL y aVF

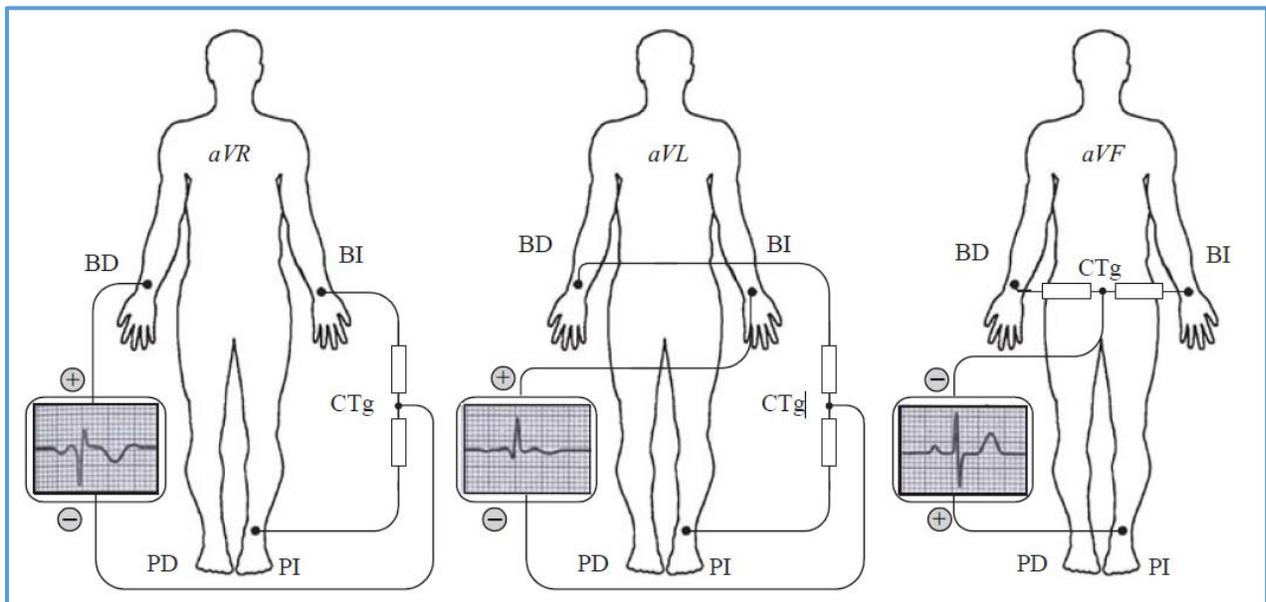


Ilustración 10, Derivaciones monopolares de los miembros.

En las derivaciones aumentadas, la abreviatura “a” se refiere a aumentada; V a voltaje; R, L y F al brazo derecho, brazo izquierdo y pie izquierdo (pierna), respectivamente. Estos registran el voltaje de la extremidad correspondiente.

Estas derivaciones analizan el plano frontal y nos informan acerca del vector si es derecho, izquierdo, superior o inferior, pero no visualiza lo anterior o posterior.

Sus valores también pueden calcularse a partir de las derivaciones bipolares estándar. Para otras derivaciones los cálculos son los siguientes:

$$aVR = - (D I + D II) / 2$$

$$aVL = (D I - D III) / 2$$

$$aVF = (D II + D III) / 2$$

Derivaciones Monoplares Precordiales

En este caso se estudia la actividad eléctrica del corazón en el plano horizontal. Para ello se registran las diferencias de potencial entre distintos puntos de la pared del tórax. A cada uno de estos puntos se lleva un electrodo que se considera positivo y el electrodo negativo o de referencia, como el potencial combinado de los tres electrodos de los miembros. Este electrodo se consigue uniéndolos mediante resistencias a la central terminal de Wilson (CTw), de tal forma que su potencial combinado puede considerarse cero al ser insensible a las variaciones eléctricas del corazón. Por tanto, las diferencias de potencial se registran entre el electrodo positivo y el corazón.

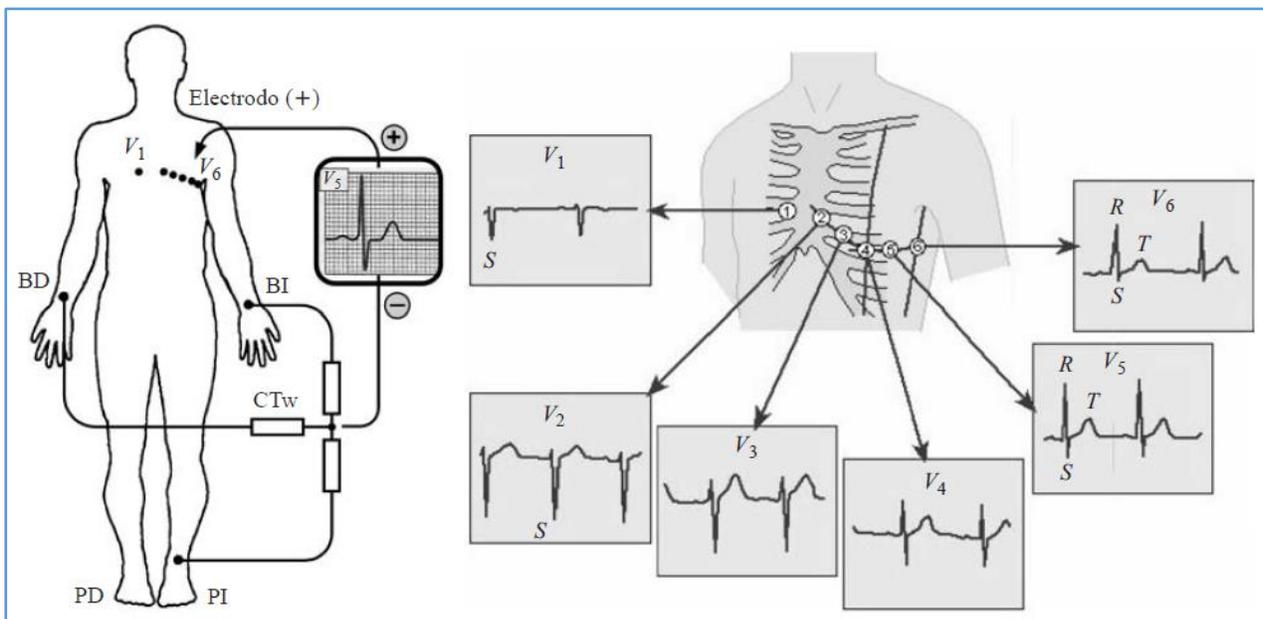


Ilustración 11, Derivaciones monoplares precordiales. Los electrodos conectados en los miembros se combinan a través de resistencias para obtener el voltaje de referencia (cero) en la central terminal de Wilson.

El electrodo positivo se conecta a seis sitios diferentes de la pared torácica. Estas seis derivaciones se denominan precordiales y la disposición de los electrodos es la siguiente:

- ✓ Sobre la parte derecha de corazón V1 y V2.
 - V1: El electrodo se coloca en el cuarto espacio intercostal, justamente a la derecha del esternón.
 - V2: En el cuarto espacio intercostal, en el lado izquierdo del esternón.

- ✓ Sobre el tabique interventricular V3 y V4.
 - V3: En situación intermedia entre V2 y V4.
 - V4: En el quinto espacio intercostal izquierdo, en la línea medioclavicular.
- ✓ Sobre el lado izquierdo del corazón V5 y V6.
 - V5: En el quinto espacio intercostal izquierdo, en la línea axilar anterior.
 - V6: Corresponde al quinto espacio intercostal izquierdo, en la línea axilar media.

Estas derivaciones se proyectan desde el electrodo positivo, a través del nodo AV, hacia la espalda en un plano horizontal.

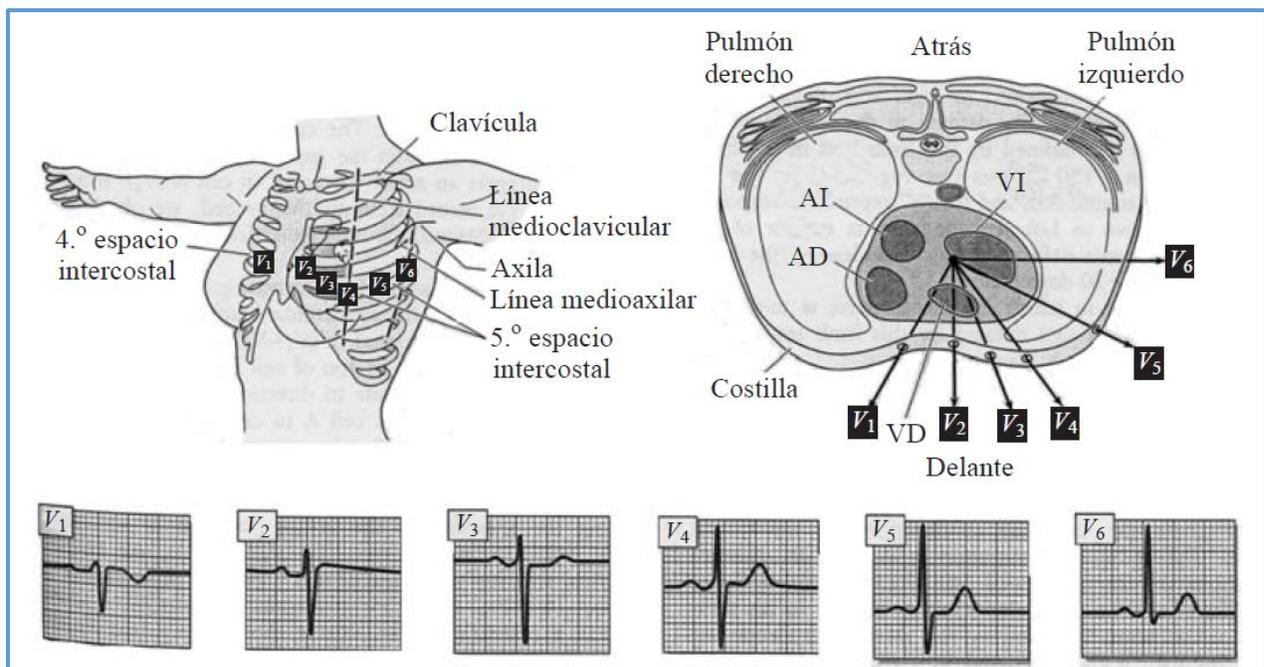


Ilustración 12, Colocación de los electrodos y ejes de las derivaciones precordiales.

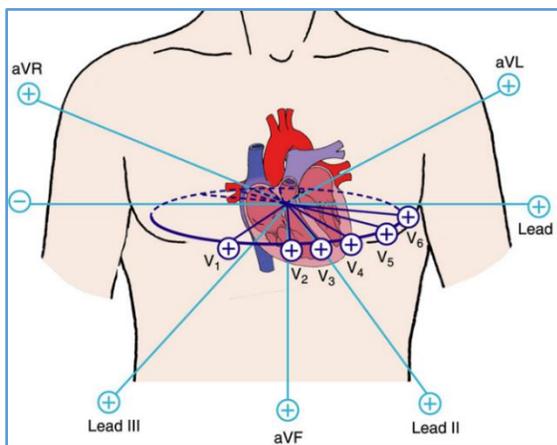


Ilustración 14, Las derivaciones precordiales están colocadas de tal manera que dividen al corazón en un plano horizontal

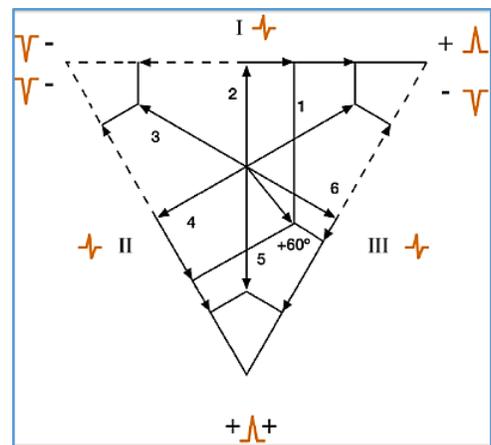


Ilustración 13 Diferentes vectores (de 1 a 6) producen diferentes proyecciones según su localización.

COMPONENTES DEL ECG

Al iniciarse en electrocardiografía, conviene retener sólidamente la forma y nomenclatura del ECG normal, estudiando una derivación solamente, y conocer la importancia clínica del análisis de una derivación aislada.

En las gráficas de las diferentes derivaciones, es posible diferenciar con facilidad el complejo auricular y el ventricular, y conocer la duración de los segmentos y grupos de ondas más importantes. Se explica a continuación de forma detallada el ECG normal obtenido mediante la D II.

El comienzo del ciclo cardíaco viene precedido de un periodo de reposo eléctrico en el cual no se forma una resultante neta distinta de cero (tramo isoelectrico).

Onda P (despolarización de la aurícula)

Posteriormente se produce la activación (despolarización) auricular. A la onda resultante se la denomina onda P, y la duración normal de la misma está comprendida entre 120 ms y 210 ms (desde el comienzo de la onda P hasta el comienzo de la siguiente onda), con una amplitud de unos 0,25 mV.

En el ECG normal, la onda P va dirigida hacia arriba en las derivaciones D I y D II, mientras que en la derivación D III, la polaridad de la onda puede ser positiva o negativa.

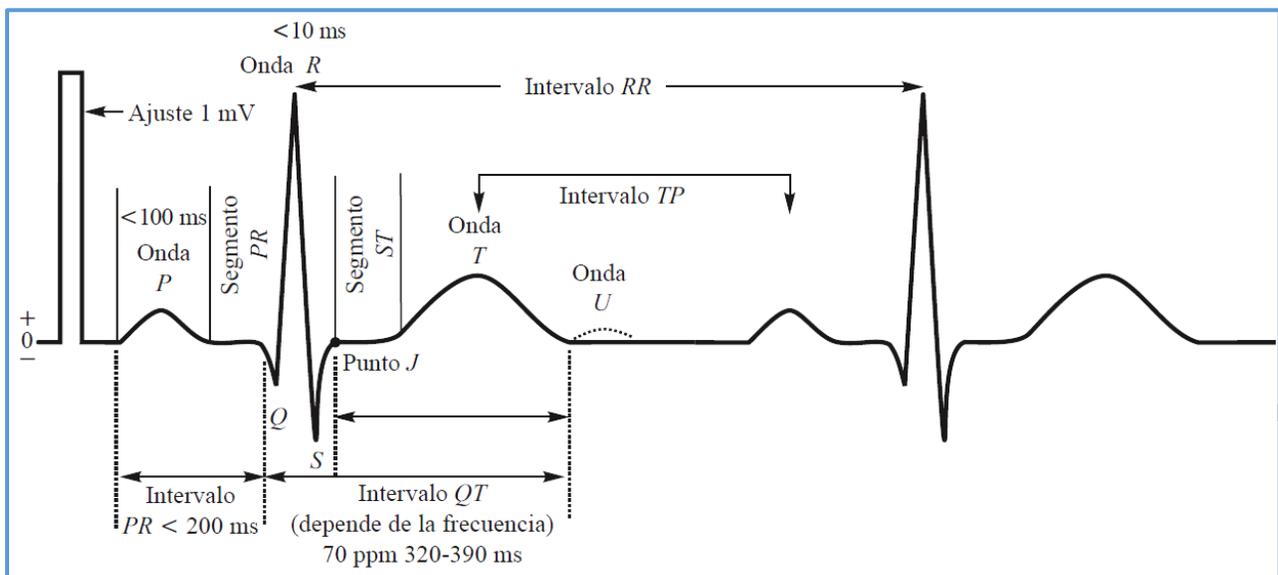


Figura 2, Electrocardiograma obtenido mediante la derivación II.

Intervalo PR

A la onda P le sigue un periodo de reposo eléctrico correspondiente al tiempo necesario para que la excitación eléctrica se propague desde el nódulo AV al músculo ventricular. Se conoce como intervalo PR al tiempo que transcurre desde el inicio de la despolarización auricular hasta que comienza la despolarización ventricular. Su duración promedio suele ser de unos 160 ms. Por tanto, el intervalo PR incluye la onda P y el segmento PR, que es la porción isoeléctrica correspondiente a la conducción (retraso) en el nodo AV y suele tener una duración no mayor de 100 ms. Se denomina segmento PR en lugar de PQ porque la deflexión Q es pequeña y a veces está ausente, mientras que la deflexión R es la onda dominante del complejo.

Tabla 1. Duración de las distintas partes de la onda que compone un ECG normal.			
D II	Promedio (ms)	Límites (ms)	Eventos en el corazón
Intervalo PR	160	120-200	Despolarización auricular y conducción a través del nódulo AV
Duración QRS	8	hasta 10	Despolarización ventricular
Duración QT	40	hasta 43	Despolarización ventricular más repolarización del ventrículo
Intervalo ST	32	—	Repolarización ventricular

Despolarización ventricular. Complejo QRS

El complejo QRS es el trazo formado por el registro de las ondas Q, R y S. Su origen se halla en el estímulo eléctrico responsable de la contracción ventricular y su duración máxima no es superior a 10 ms, siendo típico el valor de 8 ms.

Nótese que la duración del complejo QRS, que corresponde a la despolarización de los ventrículos, es similar la de la onda P. Esto puede sorprender, teniendo en cuenta el mayor tamaño de los ventrículos; se debe a que la onda de despolarización viaja mucho más rápido por los ventrículos que por las aurículas.

En un registro normal, la onda Q tendrá una anchura temporal inferior a unos 40 ms (1 milímetro). La onda R presentará un desplazamiento vertical máximo de 1,5 milivoltios (15 milímetros) en las derivaciones de los miembros y deberá tener una altura mínima de 0,5 milivoltios (5 milímetros) en al menos dos derivaciones bipolares. Por último, la suma de la onda S más profunda y la onda R más alta será inferior a 2,5 milivoltios (25 milímetros) para las derivaciones de los miembros.

La señal eléctrica que debiera recogerse de la repolarización de las aurículas no aparece porque queda totalmente enmascarada por la despolarización ventricular que se produce al mismo tiempo. Para poder recoger esta señal es necesario recurrir a técnicas de bloqueo ventricular y no es apreciable en un ECG normal.

Segmento ST

Una vez finalizada la despolarización ventricular, hay un periodo de reposo eléctrico que se denomina segmento ST, que va desde el final del complejo QRS (punto J) hasta que comienza la repolarización de ventrículos, al inicio de la onda T. Este segmento se caracteriza por el hecho de que no existe una resultante neta distinta de cero, por lo que en las derivaciones no deben existir desviaciones en el registro ECG con respecto a la línea base. Son consideradas como normales, sin embargo, desviaciones inferiores a 1 milímetro (0,1 milivoltio). La duración del segmento ST es de aproximadamente 100-120 ms.

Onda T

La repolarización de los ventrículos aparece como la onda T. Suele tener forma asimétrica, siendo la rama ascendente de menor duración que la rama descendente. El tiempo normal de duración de la onda T es de unos 200 ms.

Intervalo QT

Incluye el complejo QRS, el segmento ST y la onda T, y representa el principio de la despolarización ventricular hasta el final de la repolarización ventricular. El intervalo QT normal dura unos 230-500 ms y depende de la frecuencia cardíaca. En condiciones normales disminuye cuando la frecuencia aumenta.

Vector U y onda U asociada

La aparición de la onda U es un hallazgo inconstante y no suele aparecer en los registros ECG normalmente. Se cree que es debida a la repolarización lenta de los músculos papilares. Este vector no está hoy en día muy documentado y es difícil encontrar información sobre él.

Intervalo RR

Representa el tiempo en segundos entre dos ondas R de ciclos cardíacos consecutivos.

Electrocardiograma Estándar De 12 Derivaciones

Los ECG clínicos utilizan electrodos en el tórax y los miembros, proporcionando 12 derivaciones diferentes. Cada derivación proporciona una imagen eléctrica del corazón. Por ello, a pesar de que cada derivación muestre las mismas ondas básicas (ondas P, QRS y T, descritas a continuación), las formas de las ondas son diferentes.

Las ondas registradas con la derivación II de un ECG normal y el potencial de acción de una célula contráctil ventricular se muestran en la figura 3. Los ECG se registran en gráfico a 25 mm/s, con una amplitud de 1 mV/cm.

A pesar de que las fases del electrocardiograma se deben al desplazamiento de los potenciales de acción por el corazón, el ECG no solo es un registro del potencial de acción. Durante el latido, las células producen potenciales de acción en diferentes momentos, y el ECG refleja los patrones de aparición de los potenciales de acción que producen todas las células musculares cardíacas.

Componente	Amplitud (mV)	Duración (s)
Onda P	0,2	0,10
Complejo QRS	1	0,08–0,12
Onda T	0,2–0,3	0,16–0,27
Intervalo P-Q	N/A	0,12–0,21
Intervalo Q-T	N/A	0,30–0,43
Segmento T-Q	N/A	0,55–0,70
Intervalo R-R	N/A	0,85–1

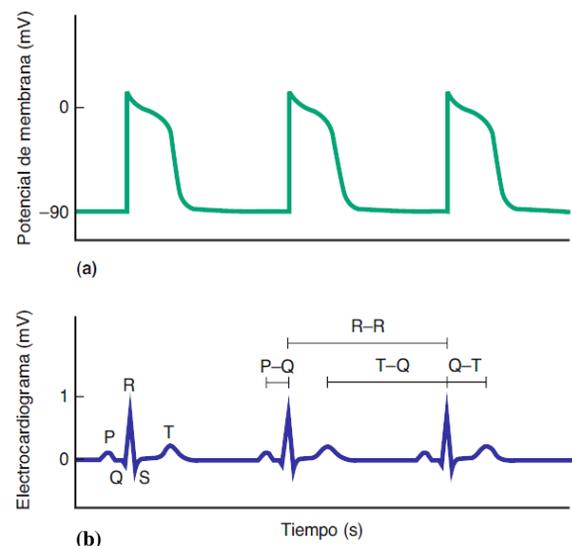


Figura 3, Actividad eléctrica del corazón. (a) Registro del potencial de la membrana en una célula contráctil ventricular. (b) Registro de la derivación de un ECG. La tabla muestra valores normales de las ondas, intervalos y segmentos de un ECG.

manera correcta y corroborar que sea en la extremidad correspondiente.

5. Identificar los lugares de las derivaciones torácicas, marcar con tinta y colocar después gel en los siguientes sitios:

- ✓ VI cuarto espacio intercostal derecho y borde externo del esternón.
- ✓ V2 cuarto espacio intercostal izquierdo y borde externo.
- ✓ V3 quinto espacio intercostal izquierdo entre V2 y V4.
- ✓ V4 quinto espacio intercostal izquierdo y línea media clavicular.
- ✓ V5 quinto espacio intercostal izquierdo y línea axilar anterior.
- ✓ V6 quinto espacio intercostal izquierdo y línea axilar media

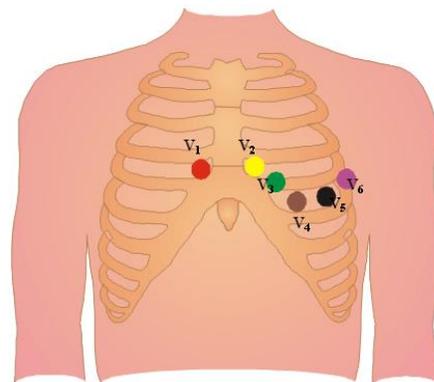


Imagen 7, identificación de las derivaciones torácicas.

6. Las derivaciones del tórax se aseguran al oprimir la perilla de succión colocada al final del electrodo.
7. Desplazar todos los alambres fuera del tórax del paciente, porque la respiración puede ocasionar una línea de base ondulante.
8. Programar la velocidad del papel a 25 mm/seg.
9. Centrar el estilete sobre el papel del ECG, girando el botón de control de posición.
10. Verificar el tamaño de deflexión presionando el botón de calibración de 1 mv. La deflexión debe ser puesta a 10 mm por 1 mv o 10 cuadritos pequeños de altura en el papel ECG.
11. Si se usa de un solo canal, el selector de derivación se coloca en derivación DI y se pone la alimentadora de papel a funcionar. Se registran 10 seg de trazo; se identifica la derivación en el papel de ECG. Este procedimiento se repite para cada derivación. Si se usa un ECG de canales múltiples, se oprime el botón de “auto on”, y de manera automática se registrará y se identificará cada derivación.
12. Después de registrar las 12 derivaciones, se indica al paciente que puede moverse.
13. Cortar el trazo completo del electrocardiograma.
14. Desconectar las derivaciones de miembros y los electrodos del tórax del paciente y desconectar el electrocardiograma.
15. Limpiar la piel del paciente con una gasa para quitar el gel.
16. Se pone el nombre del paciente en el trazo de ECG, así como el número de expediente, fecha y hora del registro.
17. Seguimiento:
 - a) Entregar el ECG al médico responsable para su interpretación.
 - b) Estar preparado para realizar alguna intervención si fuera necesario.
 - c) Asegurarse de que los electrodos estén limpios de gel.
18. Documentación:
 - a) Fecha del ECG. Historia clínica (cardiovascular).
 - b) Presencia de dolor retroesternal o precordial o dificultad respiratoria durante el procedimiento.

- c) Ritmo primario.
- d) Arritmias (tipo, frecuencia), si están presentes.
- e) Nombre y firma del médico que interpretó el estudio

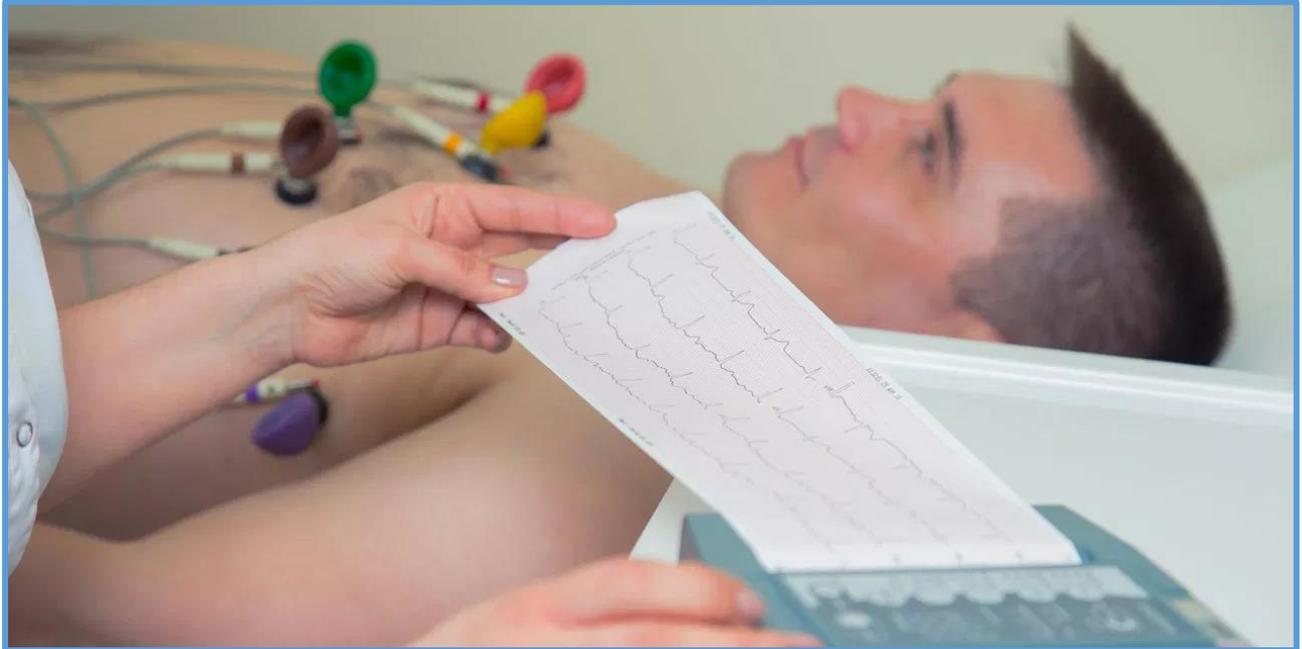


Imagen 8, Electrocardiograma

Bibliografía

- Bayés de Luna, A. (2012). *Electrocardiografía Clínica Séptima Edición*. Barcelona , España: P. Permanyer.
- Cardona Muñoz, E. G. (2014). *Aprenda ECG en un Día, Un Enfoque Sistemático*. Panamá, Rep. de Panamá: Jaypee - Highlights Medical Publishers, Inc.
- Martín cuenca, E. (2006). *Fundamentos de Fisiología*. Madrid, España: International Thomson Editores Spain.
- Stanfield, C. L. (2011). *Principios De Fisiología Humana*. Madrid (España): Pearson Educación S. A.