

Módulo II

IMÁGENES ELECTROCARDIOGRÁFICAS, MONITORIZACIÓN INVASIVA Y NO INVASIVA.

TÉCNICA DE ELECTROCARDIOGRAFÍA



Índice

Índice.....	2
Introducción	3
1. Sistema de conducción cardíaca.....	4
1.1 Monitorización	5
1.2 Electrocardiograma de 12 derivaciones	5
2. Electrocardiografía de 12 derivaciones.....	6
2.1 Sistema de registro, medidas y estandarización.....	6
2.2 Sistema de detección	7
2.3 Curvas del electrocardiograma	9
2.4 Intervalos y segmentos del trazado ECG	10
3. Interpretación del ritmo cardíaco.....	12
4. Técnica para la toma de Electrocardiografía	14
Conclusión.....	17
Referencias bibliográficas	18

Introducción

Hace poco más de cien años que se realizó el primer registro de la actividad eléctrica cardíaca, y fue el neerlandés Willem Einthoven quien dictó la fundación de esta rama de la medicina, lo cual le valió el Premio Nobel de Medicina en 1924. La relevancia que puede tener un electrocardiograma (ECG) se evidencia en la cotidianidad de cualquier centro de salud del país, y es la representación del registro gráfico de la actividad eléctrica del corazón.

El ECG puede servir como un instrumento de orientación diagnóstica en muchas de las alteraciones cardíacas y no cardíacas y, como herramienta capaz de evaluar en su evolución.

Con un buen conocimiento del ECG, y basándonos en las manifestaciones clínicas que presente el paciente y en algunos datos de laboratorio, podemos orientar fácilmente los diagnósticos precisos para su manejo correcto, por lo que es fundamental realizar una correcta técnica en su toma, ya que permitirá obtener un registro certero para la correcta toma de decisiones frente a la situación de salud de nuestros pacientes.

En este módulo te invitaremos a profundizar sobre la correcta toma del examen de electrocardiograma, procedimiento fundamental en el profesional de enfermería.

1. Sistema de conducción cardíaca

El corazón tiene un sistema de conducción cardíaco que permite que la orden de contracción llegue a todas sus células musculares en una secuencia ordenada. Este sistema está formado por el nodo sinusal, el nodo auriculoventricular, el haz de His y el sistema de Purkinje. El sistema funciona de forma parecida al circuito eléctrico de un aparato automático, que en este caso sería el propio corazón, cuya misión es funcionar ininterrumpidamente, con una fuerza y una frecuencia (número de contracciones por minuto) adecuadas a las necesidades del organismo.

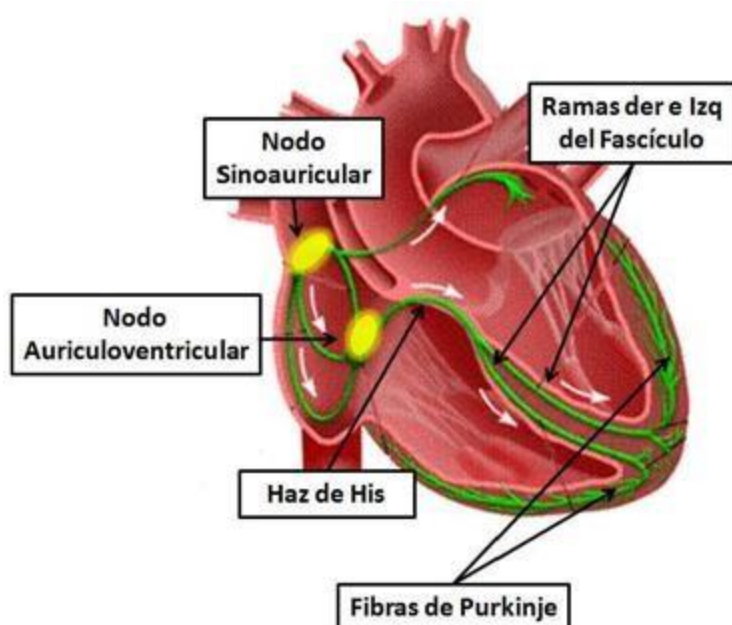
El nódulo sinusal sería el procesador electrónico que decide cuándo debe contraerse el corazón; lanza entonces un impulso eléctrico que llega a las aurículas y al nódulo auriculoventricular.

El paso de esta corriente eléctrica por el corazón se detecta fácilmente mediante el electrocardiograma.

Cada una de estas partes del sistema de conducción tiene la propiedad de poder activarse de forma espontánea y provocar la contracción cardíaca; es lo que se llama función de marcapasos. Cuando el individuo tiene un corazón sano, es el nodo sinusal el responsable del latido cardíaco, por lo que también se lo conoce como marcapasos fisiológico o normal.

El nodo sinusal hace que el corazón lata entre 60 y 100 veces por minuto; dicho de otra forma, la frecuencia cardíaca normal es de 60 a 100 latidos por minuto. Cuando ésta disminuye por debajo de 60, recibe el nombre de bradicardia; y si aumenta por encima de 100, se denomina taquicardia.

El sistema de conducción cardíaca es el siguiente:



- 1.- Los potenciales de acción se inician en el nodo sinoauricular.
- 2.- El impulso se propaga a través de las aurículas hacia el nodo auriculo ventricular.
- 3.- Continúa hacia el Haz de His.
- 4.- Pasa a las ramas derecha e izquierda del fascículo que continúa en las fibras de Purkinje.
- 5.- El potencial de acción se propaga desde el lado interno al externo del miocardio de los ventrículos.
- 6.- Se contraen los ventrículos y eyectan sangre hacia la circulación sistémica y pulmonar.

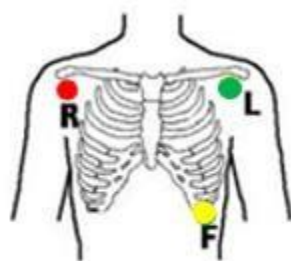
Para captar esta actividad eléctrica tenemos dos opciones:

- 1- La Monitorización
- 2- El Electrocardiograma de 12 derivaciones.

1.1 Monitorización:

La Monitorización es un registro permanente de la actividad cardíaca. Se conecta al paciente, según el tipo de equipo:

- De 3 puntas: 1° electrodo en posición infra clavicular derecho, 2° electrodo en infraclavicular izquierdo, 3° electrodo en reborde costal izquierdo.
- De 4 puntas: 1° electrodo en posición infra clavicular derecho, 2° electrodo en infra clavicular izquierdo, 3° electrodo en reborde costal izquierdo, 4° electrodo en reborde costal derecho.
- De 5 puntas: 1° electrodo en posición infra clavicular derecho, 2° electrodo en infra clavicular izquierdo, 3° electrodo en reborde costal izquierdo, 4° electrodo en reborde costal derecho, 5° electrodo en apéndice xifoide.



DERIVACIÓN II



1.2 Electrocardiograma de 12 derivaciones:

El electrocardiograma (ECG o EKG) es la representación visual de la actividad eléctrica del corazón en función del tiempo, que se obtiene, desde la superficie corporal, en el tórax, con un electrocardiógrafo en forma de cinta continua. Es el instrumento principal de la electrofisiología cardíaca y tiene una función relevante en el diagnóstico de las enfermedades cardiovasculares, alteraciones metabólicas y alteraciones del ritmo cardíaco.

2. Electrocardiografía de 12 derivaciones

El ECG es un registro de la actividad eléctrica del corazón durante el ciclo cardíaco.

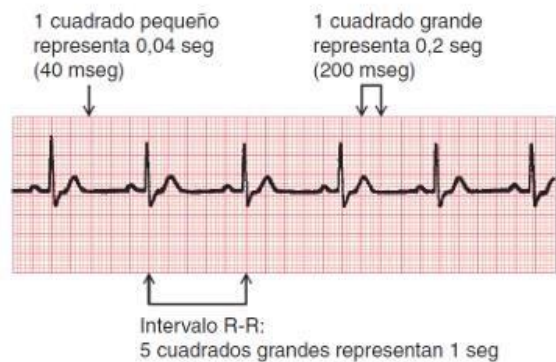
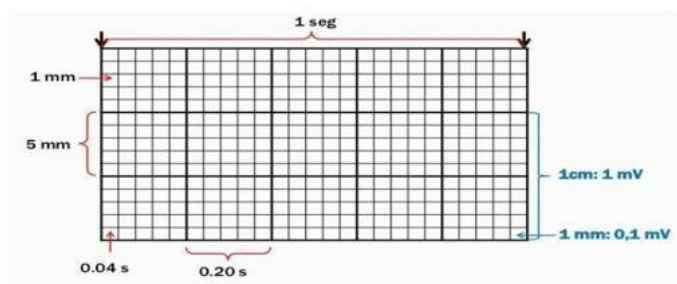
Concede información para el estudio de:

- ✓ Arritmias.
- ✓ Trastornos de conducción, tales como los bloqueos de rama.
- ✓ Infarto del miocardio/angina inestable.
- ✓ Crecimiento de cavidades cardíacas.
- ✓ Pericarditis.
- ✓ Alteraciones electrolíticas.
- ✓ Cardiopatías congénitas.

2.1 Sistema de registro, medidas y estandarización

- ✓ Tira de papel cuadriculado (cuadro pequeño 1 mm, cuadro grande 5 mm).
- ✓ Velocidad de registro habitual: 25 mm/s.
- ✓ Sentido horizontal: tiempo (1 mm son 0,04 s; 5 mm son 0,20 s).
- ✓ Sentido vertical: voltaje o amplitud (10 mm son 1 mV).

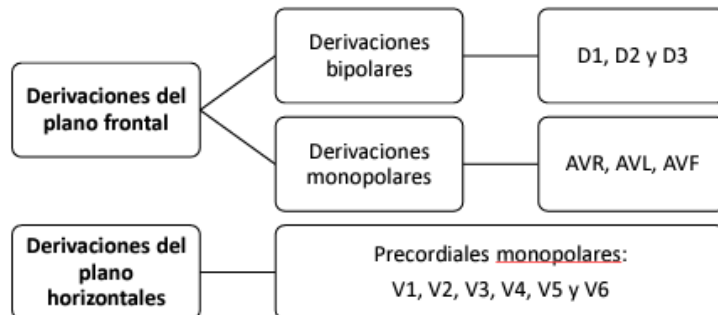
Línea horizontal: tiempo - Línea vertical: amplitud o voltaje



2.2 Sistema de detección:

Los impulsos registrados en el papel se obtienen a través de 10 electrodos que se colocan 6 en la piel del tórax y 4 en las extremidades, con lo que se obtienen las 12 derivaciones estándar:

- ✓ Monopolares: aVL, aVF, aVR.
- ✓ Bipolares: DI, DII, DIII.
- ✓ Precordiales (plano horizontal): V1, V2, V3, V4, V5, V6.



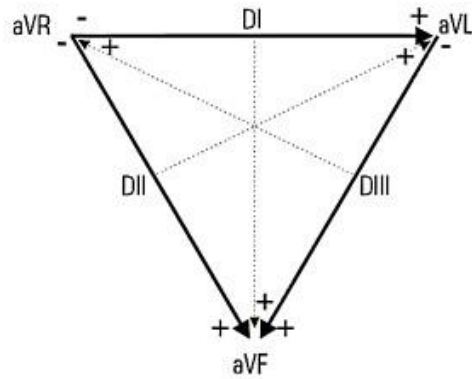
2.2.1 Ubicación de las derivaciones:

El ECG se estructura en la medición del potencial eléctrico entre varios puntos corporales. Las derivaciones I, II y III son periféricas y miden la diferencia de potencial entre los electrodos situados en los miembros:

Derivaciones Bipolares:

- ✓ la derivación I mide la diferencia de potencial entre el electrodo del brazo derecho y el izquierdo.
- ✓ la derivación II, del brazo derecho a la pierna izquierda.
- ✓ la derivación III, del brazo izquierdo a la pierna izquierda.

Los electrodos periféricos forman los ángulos de lo que se conoce como el triángulo de Einthoven. A partir de estos tres puntos se obtiene el punto imaginario V (el baricentro del triángulo, denominado el terminal central de Wilson), localizado en el centro del pecho, por encima del corazón. Estas tres derivaciones periféricas son bipolares, es decir, tienen un polo positivo y un polo negativo.

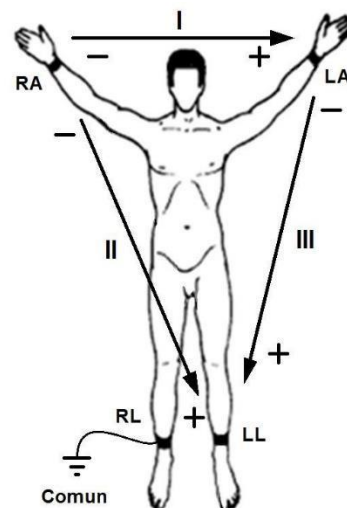


Derivaciones Unipolares:

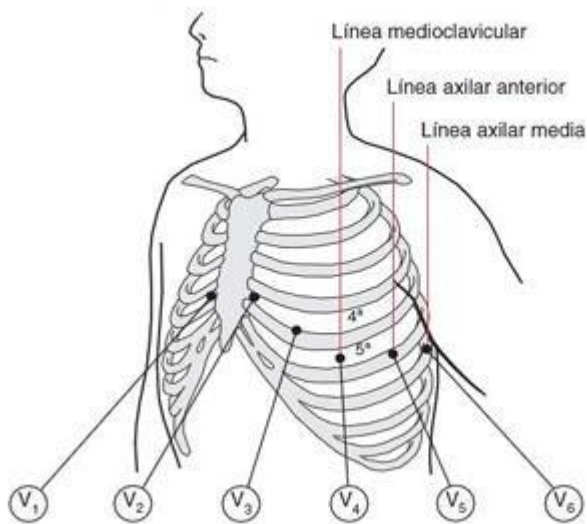
Miden la diferencia de potencial entre el punto imaginario V y cada uno de los electrodos; todas ellas son unipolares.

Las derivaciones unipolares de los miembros aVR, aVL y aVF (aVR por augmented vector right, por ejemplo, en referencia al electrodo del brazo derecho), se obtienen a partir de los mismos electrodos que las derivaciones I, II y III. Sin embargo, "ven" el corazón desde ángulos diferentes, porque el polo negativo de estas derivaciones es una modificación del punto terminal central de Wilson. Esto anula el polo negativo, y permite al polo positivo ser el "electrodo explorador" o derivación unipolar.

- ✓ AVR: Potencial existente en brazo Derecho.
- ✓ AVL: Potencial existente en brazo Izquierdo.
- ✓ AVF: Potencial existente en pierna Izquierda.



Derivaciones Precordiales:



V1: 4to. Espacio intercostal, borde externo derecho.

V2: 4to. Espacio intercostal, borde externo izquierdo.

V3: Punto equidistante entre V2 y V4.

V4: 5to. Espacio intercostal izquierdo, en la línea media clavicular.

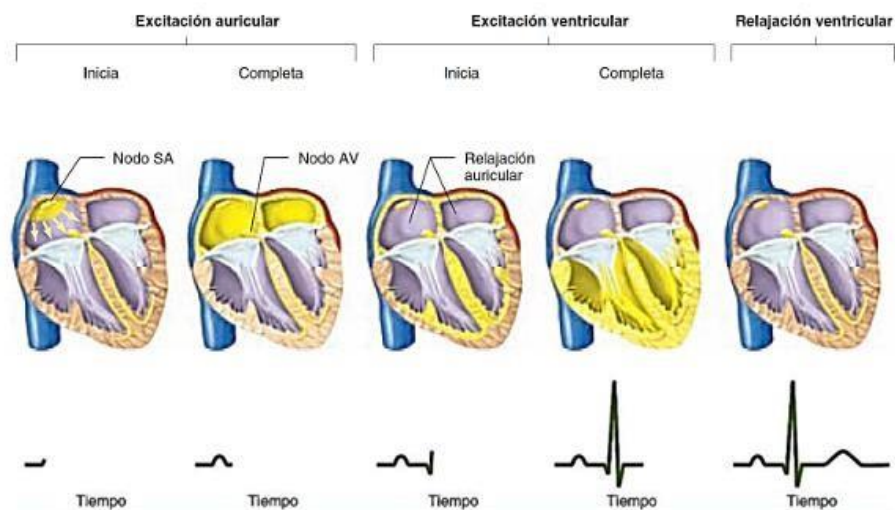
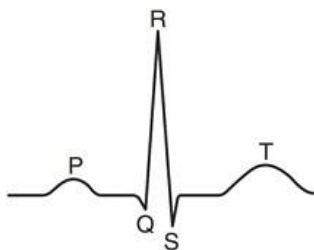
V5: 5to. Espacio intercostal, en la línea axilar anterior izquierda.

V6: 5to. Espacio intercostal, en la línea media axilar.

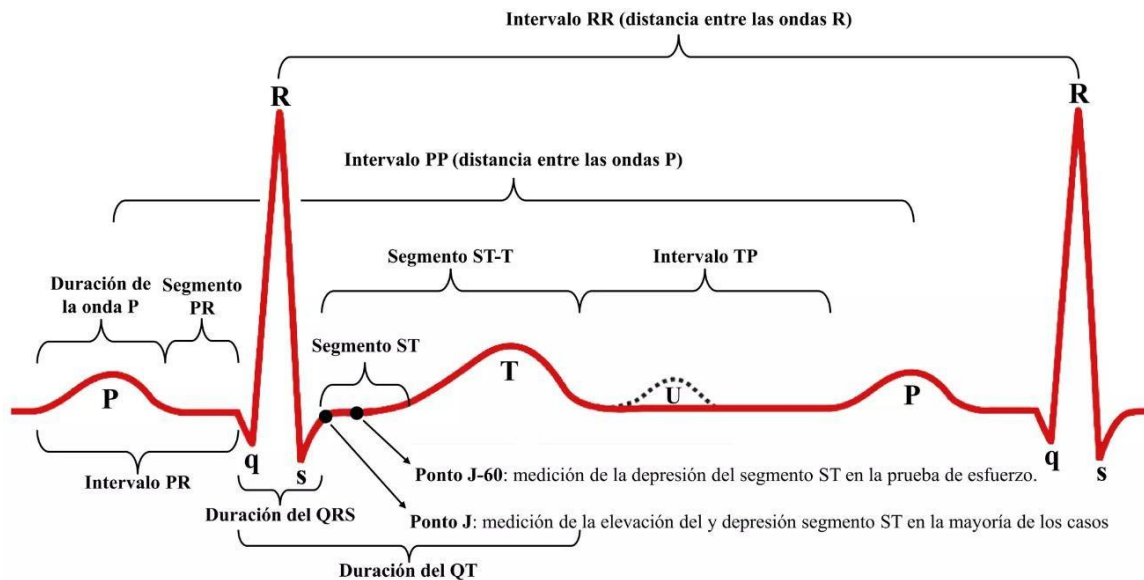
2.3 Curvas del electrocardiograma

La primera onda positiva del complejo PQRS es la onda P y corresponde a la contracción auricular. Nos interesa el tiempo desde el inicio de esta hasta el inicio del QRS. Se denomina Intervalo PR y mide el tiempo de conducción del Nódulo Sinusal hasta la llegada al ventrículo. Normal de 0.12 a 0.20 seg. El valor normal de la contracción ventricular o sea del QRS mide normalmente menos 0,12s y luego finaliza con la relajación ventricular que es la onda t.

CURVA NORMAL ECG



2.4 Intervalos y segmentos del trazado ECG



Onda P: Corresponde a la despolarización auricular. Es la suma de los vectores de despolarización auricular derecha y el de despolarización auricular izquierda.

Intervalo PR: Representa el tiempo transcurrido desde la despolarización auricular, hasta la despolarización ventricular. Debido a que es un intervalo, incluye la onda P y el segmento PR. Éste último elemento es una línea isoeletrica, establecida gracias al retardo fisiológico que sufre la conducción eléctrica en el nodo auriculoventricular. Sin este retraso mencionado, las aurículas y los ventrículos se despolarizarían casi al mismo tiempo, siendo imposible el funcionamiento correcto del corazón para que la sangre pase por sus diferentes cavidades ordenadamente.

Onda Q: Muestra el inicio de la despolarización ventricular. Específicamente representa el primer vector de despolarización, denominado vector de despolarización septal. Dicho vector se dirige de izquierda a derecha, de arriba a abajo y de atrás hacia adelante.

Onda R: Al igual que la onda anterior, la onda R es parte del registro de la despolarización ventricular. Solo que ahora representa al segundo vector de despolarización, o vector de la pared libre del ventrículo izquierdo. Es normalmente la onda con mayor voltaje, debido a que el ventrículo izquierdo es el que mayor cantidad de células posee, por ende, la actividad eléctrica es mayor y el vector es más grande. Su dirección es de derecha a izquierda, de arriba hacia abajo y de atrás a adelante.

Onda S: Corresponde al último vector de despolarización ventricular, el cual es originado en las bases de los ventrículos, o masas paraseptales altas. Se dirige de abajo hacia arriba, de izquierda a derecha y de adelante hacia atrás.

Complejo QRS: Es la suma de los tres vectores de despolarización anteriores, y juntos representan a la despolarización ventricular.

Segmento ST: Es un periodo de inactividad que separa la despolarización ventricular de la repolarización ventricular. Normalmente es isoelectrico y va desde el final del complejo QRS hasta el comienzo de la onda T. Al punto de unión entre el final del complejo QRS y el segmento ST se le denomina punto J. Esto sirve para identificar cuando un segmento ST está desnivelado con respecto a la línea isoelectrica, hecho característico de enfermedades isquémicas del corazón.

Intervalo QT: Se extiende desde el comienzo del complejo QRS hasta el final de la onda T y representa la sístole eléctrica ventricular, o lo que es lo mismo, el conjunto de la despolarización y repolarización ventricular. La medida de este intervalo depende de la frecuencia cardiaca, de forma que el intervalo QT se acorta cuando la frecuencia cardiaca es alta, y se alarga cuando la frecuencia cardiaca es baja.

Onda T: Es la onda que representa la repolarización ventricular.

Onda U: Es una onda de escaso voltaje que puede o no estar presente en el trazado del electrocardiograma. Se debe a la repolarización de los músculos papilares la interior de los ventrículos.

Intervalo RR: Es el intervalo que abarca desde una onda R, hasta la onda R de la siguiente despolarización, es decir dos ondas R sucesivas. En un paciente sin enfermedad, debe permanecer a un ritmo constante. La medida de este intervalo dependerá de la frecuencia cardiaca.

DURACIÓN NORMAL DE LOS INTERVALOS:

Duraciones normales			
Intervalos	Promedio	Intervalo	Fenómenos en el corazón durante el intervalo
Intervalo PR	0,18s	0,12s-0,20	Despolarización auricular y conducción por el nodo AV
Duración de QRS	0,08s	Hasta 0,12s	Despolarización ventricular y repolarización auricular
Intervalo QT	0,40s	Hasta 0,43s	Despolarización ventricular más repolarización ventricular
Intervalo ST (QT menos QRS)	0,32	---	Repolarización ventricular (durante onda T)

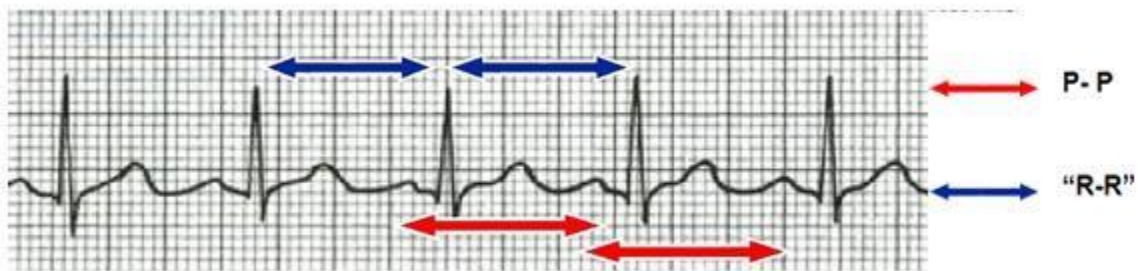
3. Interpretación del ritmo cardíaco

Para analizar el ritmo cardíaco se deben evaluar en el ECG los siguientes parámetros:

✓ **Regularidad del Ritmo:**

¿Es regular o Irregular?, ¿Existe algún patrón en la irregularidad?, ¿Existen latidos ectópicos tempranos o tardíos?.

Para evaluar regularidad medir distancia entre todos los intervalos "P-P" y "R-R" que debiesen ser iguales:



✓ **Frecuencia Cardíaca:**

¿Cuál es la frecuencia cardíaca?: Eucardia, Taquicardia o Bradicardia.

Eucardia: La frecuencia normal del ritmo sinusal en reposo en el adulto oscila entre 60 y 100 por minuto.

Bradicardia: Frecuencia cardíaca menor a 60 latidos por minuto.

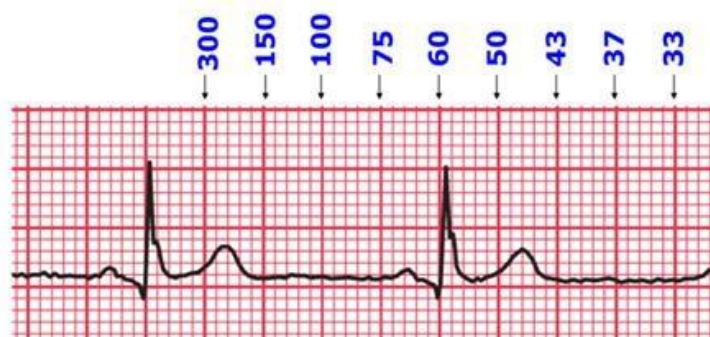
Taquicardia: Frecuencia cardíaca por sobre 100 por minuto.

Métodos para el cálculo de frecuencia cardíaca:

REGLA DE R A R:

Paso 1: Buscar onda R que se encuentre en una línea gruesa y se asignan los siguientes números a las líneas gruesas que le siguen: 300, 150, 100, 75, 60, 50, 43, 37, 33.

Paso 2: Se localiza la 2da onda R hacia la derecha y se estima la frecuencia.

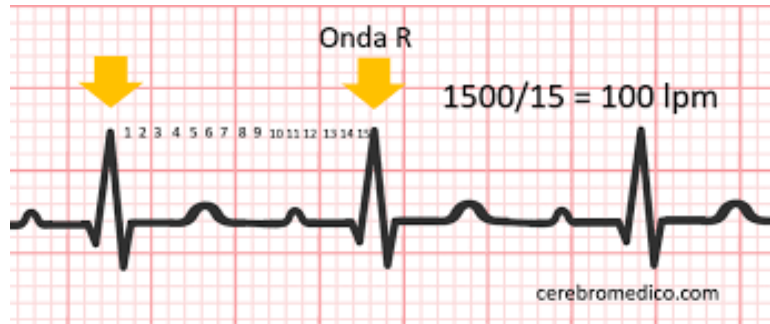


REGLA DE 1500:

Es el método más exacto, pero su uso es más apropiado con ritmo regular.

Paso 1: Contar el número de cuadrados pequeños entre dos complejos consecutivos. Usar como guía la onda R o la onda Q de cada QRS.

Paso 2: Dividir ese número por 1500.



✓ **Ondas P:**

¿Existen o no? , ¿Las P son regulares? ¿Hay una P por cada QRS? ¿La P está antes o después del QRS? ¿La P es positiva en DII? ¿Son todas iguales? ¿Hay irregularidad de P asociadas a latidos ectópicos?

✓ **Complejos QRS:**

¿Los QRS son todos de la misma duración? ¿Cuánto miden: anchos o angostos?. Si existen QRS distintos, ¿se relacionan con algún latido Ectópico?.

✓ **Relación entre las P y los QRS:**

¿Hay igual número de P que QRS?, ¿Los P-R son todos iguales? ¿Son normales, cortos o prolongados?. Si el P-R varía, existe algún patrón?

4. Técnica para la toma de Electrocardiografía

MATERIAL:

- ✓ Electrocardiógrafo con papel milimetrado
- ✓ Cable accesorio de ECG 12 derivaciones
- ✓ Electrodo
- ✓ Pinzas de extremidades y precordiales
- ✓ Gel conductor
- ✓ Alcohol
- ✓ Tórulas de algodón
- ✓ Toallas de papel
- ✓ Bolsa de desechos
- ✓ Tijeras.

PROCEDIMIENTO:

N°	ACCIONES	FUNDAMENTO
1	Verifique la orden médica.	Evitar confusiones.
2	Realice el lavado de manos.	Precauciones estándar en la atención de pacientes.
3	Preparación de materiales. Comprobar la operatividad electrocardiógrafo.	Evitar el gasto de energía y favorece a una buena realización de procedimiento.
4	Preparación del ambiente.	Mantener la privacidad del paciente
5	Informar al paciente del procedimiento a realizar.	Reduce el grado de ansiedad y favorece la colaboración
6	Pídale al paciente que se retire objetos metálicos como pulseras, reloj, cadenas.	Evitar interferencia con el equipo.
7	Acomode al paciente en de cúbito supino, descúbrale la región del tórax y piernas donde se instalarán los electrodos.	Si hay vellos que impidan la adhesión de los electrodos cortarlos con Tijeras.

8	Instale los electrodos con gel en los siguientes puntos precordiales: - V1 en 4to espacio intercostal (EIC) para esternal derecho. -V2 en 4to Espacio intercostal para esternal izquierdo. -V3 entre V2 y V4. -V4 en 5to espacio intercostal línea medio clavicular izquierda. -V5 en 5to Espacio intercostal línea axilar anterior izquierda. -V6 en 5to espacio intercostal línea axilar media izquierda.	El Gel tiene en su composición Na ⁺ el cual favorece a la captación de los impulsos eléctricos
9	Coloque las placas con gel conductor con los electrodos en ambos antebrazos y en las extremidades inferiores en el tercio distal de la pierna.	Las placas en las extremidades no se deben colocar sobre superficies óseas, sólo sobre zonas musculares.
10	Conecte los electrodos del cable paciente del equipo según letras determinadas por la marca del Electrocardiógrafo.	Los electrodos mal colocados se pueden desprender y proporcionar un registro falso.
11	Encienda el equipo y verifique estandarización automática. Chequee la velocidad standard requerida del papel.	Según tipo de ritmo cardiaco o por indicación médica puede modificar la velocidad de 25 mm/seg.
12	Solicite a la persona que se relaje, que respire tranquilo y evite moverse o hablar durante la toma del examen.	Evita el registro de artefactos eléctricos debido al movimiento

13	Realice el procedimiento registrando las 12 derivaciones: D1,D2,D3,AVR,AVL,AVF,V1,V2,V3,V4,V5y V6. Tiene la posibilidad de tomar el ECG en forma automática o manual. Si lo hace en manual, registre en cada derivación con 3 o 4 complejos movilizand el selector de una a otra derivación. Si lo toma automático solo inicie el registro.	
14	Verifique que el trazado esté completo y de buena calidad, y apague el electrocardiógrafo.	Si es necesario repita alguna de las derivaciones
15	Retire los electrodos al paciente, límpiele la piel y ayúdelo a vestirse si es necesario Déjelo cómodo.	El gel conductor puede irritar la piel
16	Retire el papel con el trazado ECG del equipo e identifique que está completo con las 12 derivaciones. En la parte posterior del trazado registre el nombre completo del paciente, edad, fecha y hora.	En el mismo ECG registre si modificó la velocidad del papel o el voltaje de la estandarización o si las derivaciones precordiales son de la derecha. Evite errores de informe.
17	Retire y limpie el equipo y sus Accesorios y colóquelo en su lugar.	Según normas evita el deterioro de los electrodos por efecto del gel.
18	Realice lavado clínico de manos.	Precauciones estándar
19	Registre el procedimiento según normas del servicio.	Respaldo del procedimiento.

Conclusión

La toma del electrocardiograma es un procedimiento que tiene el propósito de reconocer los cambios en la actividad eléctrica que indican alteraciones en la conducción o en el ritmo cardíaco y que, en combinación con los síntomas clínicos que se presenten en el paciente, le permiten al profesional médico y de enfermería determinar y planificar cuidados específicos que anticipen posibles complicaciones.

Realizar su registro de manera correcta permitirá identificar:

- Patologías cardíacas tales como cardiopatía isquémica, valvulopatías, alteraciones del ritmo o la conducción, miocardiopatías y trastornos electrolíticos.
- El funcionamiento de un marcapaso implantado.
- Eficacia de ciertos fármacos para el corazón.
- El estado cardiovascular después de un infarto o de algún procedimiento cardiovascular.
- El trazo basal de la función del corazón durante un examen físico.
- Conducción eléctrica del corazón previa a algún procedimiento quirúrgico o anestésico.

Es tal su relevancia y su contribución en la atención de los pacientes que es fundamental el entrenamiento para realizar una correcta técnica en su toma, lectura e interpretación, de manera que entregue información que permita que los cuidados que se planifiquen sean oportunos, seguros y calidad para nuestros pacientes, promuevan la recuperación y eviten complicaciones.

Referencias bibliográficas

- Bayés de Luna A. Electrocardiografía básica. 7a ed. España: Publicaciones Permanyer; 2012.
- Castellano C, Perez de Juan MA, Attie F (2004). Electrocardiografía clínica, segunda edición. España: Elsevier.
- Dubin, D. Electrocardiografía practica. Mexico, D. F., Editorial Interamericana, 1976.
- Hall, J. E. y Hall, M. E. (2021). Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica. 14a ed. Barcelona: Elsevier.
- Pérez E, Higuera J, Gómez JC, Martínez P (2017). Casos ECG de concurso. eCardio 2017. Sociedad Española de Cardiología. Casos 3 y 25.
- Spragg DE, Tomaselli GF. Principles of electrophysiology. En: Longo D, et al, editores. Harrison's Principles of Internal Medicine. Capítulo 231. 18a ed. Estados Unidos: McGrawHill; 2012.
- Yong CM, Froelicher V, Wagner G. The electrocardiogram at a crossroads. Circulation. 2013;128:88-92.

Si usted desea referenciar este documento, considere la siguiente información:

Apellido, inicial. (202x) "*Nombre del documento*". Material preparado para el curso "*Nombre del curso*". Vasper Capacita.



Reservados todos los derechos. No se permite copiar, reproducir, reeditar, descargar, publicar, emitir, difundir, de forma total o parcial la presente obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de Vasper capacita. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.