

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA



**PARÁMETROS ELECTROCARDIOGRÁFICOS EN UNA
POBLACIÓN DE LACTANTES SANOS DE 3 A 6 MESES DE
EDAD.**

HOSPITAL PARA EL NIÑO

IMIEM

TESIS

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE:

MÉDICO PEDIATRA

P R E S E N T A :

M.C. JULIAEVELIA NÚÑEZ CARRILLO

DIRECTOR DE TESIS: M.I.C. GUSTAVO GABRIEL MENDIETA ALCÁNTARA.

ASESOR DE TESIS: M.I.C. GUSTAVO GABRIEL MENDIETA ALCÁNTARA.

Toluca de Lerdo, Estado de México 2013.

MARCO TEÓRICO

En el corazón ciertos mecanismos especiales determinan el ritmo y transmiten los potenciales de acción por todo el músculo cardiaco, para dar lugar al latido rítmico del corazón.

El corazón está compuesto por tres tipos principales de músculo cardiaco (miocardio): músculo auricular, músculo ventricular y fibras musculares excitadoras y conductoras especializadas.

Los tipos de músculo auricular y ventricular se contraen en gran medida de la misma manera que el músculo esquelético, con la diferencia de que la duración de la contracción es mucho mayor. Por el contrario las fibras excitadoras y conductoras especializadas se contraen sólo debilmente debido a que contienen fibrillas contráctiles, en lugar de ello, muestran ritmo y diversas velocidades de conducción, proporcionando un sistema de estimulación cardiaca que controla el latido rítmico.¹

Las partes del corazón normalmente laten en sucesión ordenada: la contracción auricular (sístole auricular) va seguida de la contracción de los ventrículos (sístole ventricular) y durante la diástole las cuatro cavidades están relajadas. ²

Polaridad de la membrana

Las células miocárdicas se encuentran delimitadas por una membrana constituida por dos capas de fosfolípidos denominada sarcolema, la cual da integridad y selectividad a los diferentes iones para su difusión al interior o exterior de la célula, creando una diferencia de concentración, proporcionando un potencial eléctrico generado por las cargas eléctricas.³ Así el sodio (Na⁺), calcio (Ca⁺⁺) y cloro (Cl⁻) tienen altas concentraciones en el espacio extracelular, mientras que el potasio (K⁺) y los aniones proteicos (-) las tienen en el interior de la célula. ^{3,4}

Los principales cationes son dos: el sodio y el potasio, su movimiento a través de la membrana está regulado por diferentes factores:

- Permeabilidad de la membrana: Durante el reposo la membrana es permeable al K⁺ y no al Na⁺.

- Concentración química de los electrolitos a través de la membrana, determinando la fuerza de difusión que apunta de los sitios de mayor a los de menor concentración.
- Cargas eléctricas de los electrolitos, el K^+ que tiene carga positiva, es atraído por los aniones proteicos intracelulares, determinando una fuerza electrostática, cuya tendencia es impedir la salida del K^+ de la célula .

La interacción de estos tres mecanismos es la que determina el equilibrio del potasio a través de la membrana, estos movimientos iónicos del K^+ permiten que siempre queden libres algunas cargas negativas de los aniones proteicos, lo cual da lugar a la negatividad en el interior de la célula.⁴

Potencial de acción transmembrana

Fase 0

Cuando una célula miocárdica recibe un estímulo, bruscamente cambia la permeabilidad de su membrana al Na^+ , debido a la apertura de los canales rápidos del Na^+ . Su alta concentración extracelular y la negatividad intracelular condicionan una rápida corriente de Na^+ al espacio intracelular, cambiando rápidamente la polaridad intracelular de negativa a positiva, en esta fase el potencial alcanza +20mV.

Fase 1

Al ingresar el Na^+ es captado por los aniones proteicos (-), permitiendo la liberación de K^+ , el cual sale de la célula condicionando que la positividad intracelular previamente alcanzada comience a disminuir. En esta fase la entrada de Cl^- contribuye también a la disminución de la positividad intracelular.

Fase 2

El registro intracelular no muestra diferencia de potencial (fase de meseta) debido a que la entrada de Na^+ y Ca^{++} (se abren los canales de Ca^{++}) es compensada con la salida de K^+ .

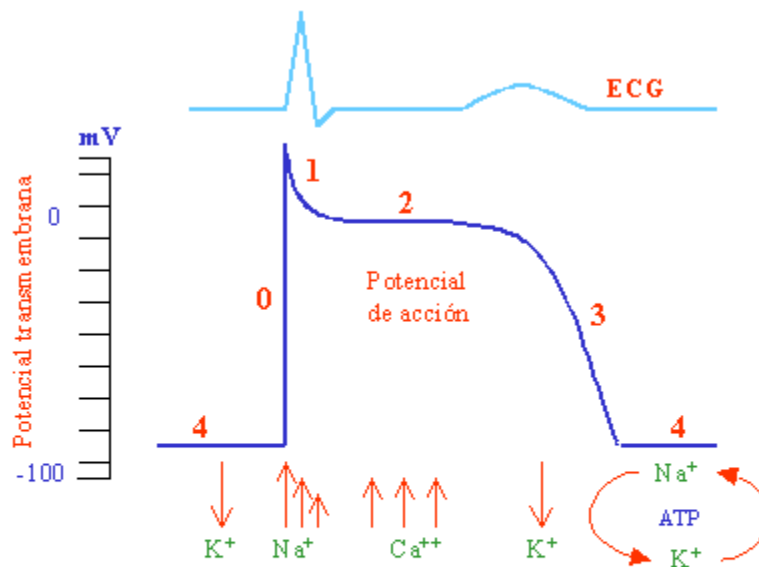
Fase 3

Se cierran los canales rápidos de Na^+ y también los de Ca^{++} , sin embargo el Na^+ intracelular está unido a los aniones proteicos condicionando que el K^+ , al no tener fuerza electrostática que lo retenga, por fuerza de difusión continúe saliendo de la célula, por lo cual el interior de la misma continua perdiendo cargas positivas.

Fase 4

La célula se ha recuperado desde el punto de vista eléctrico, alcanzando nuevamente el potencial de reposo. Sin embargo desde el punto de vista electrolítico hay gran concentración intracelular de Na^+ y Ca^{++} . Por ello se requiere de la utilización de energía para extraer el Na^+ de la célula. El cual se lleva a cabo mediante la llamada “bomba de sodio” a nivel de la membrana que utiliza ATP, secundariamente condiciona un aumento de la corriente de K^+ al interior de la célula por la fuerza electrostática ejercida por los aniones proteicos recién liberados del Na^+ . Así pues al final de la fase 4 es cuando realmente la célula ha alcanzado las condiciones previas a la excitación. (figura 1) ^{3,5}

Figura 1: Potencial de acción transmembrana



Gráfica del potencial de acción de la célula contráctil miocárdica ventricular. Las flechas indican los tiempos de los principales movimientos de iones a través de la membrana celular.

Dr. Luis Higgins

A continuación se muestra la correlación de las fases del potencial de acción transmembrana con las ondas y fases del electrocardiograma clínico. (cuadro 1) ³

Cuadro 1: Equivalencia de las fases del potencial de acción y el electrocardiograma clínico.

<i>FASES POTENCIAL DE ACCIÓN TRANSMEMBRANA</i>	<i>ELECTROCARDIOGRAMA</i>
0	Onda R
1	Punto J
2	Segmento ST
3	Onda T
4	Diástole
<i>Duración del potencial de acción transmembrana</i>	Intervalo QT

El latido cardiaco se origina en un sistema cardiaco de conducción especializado y se propaga a través de este sistema a todas las partes del miocardio. ²

Componentes del sistema de conducción cardiaca

- **Nodo sinoauricular:** situado en la aurícula derecha, en el punto donde la vena cava superior se une a la masa del tejido auricular, actúa como el marcapaso principal del corazón.
- **Vías internodales y fascículo de Bachmann:** A partir del nodo sinoauricular, el impulso se desplaza a través de las aurículas derecha e izquierda. En la primera el impulso puede transmitirse a lo largo de tres fascículos internodales (las vías anterior, media o de Wenckebach y posterior o de Thorel). El impulso a través de la izquierda es a través del fascículo de Bachman .
- **Nodo aurículo- ventricular:** Situado en la aurícula derecha, entre el seno coronario y la valva septal de la válvula tricúspide, este nodo no posee células de marcapaso, pero el tejido de la unión que lo rodea sí las contiene. Al conducir el nodo AV el impulso auricular a los ventrículos causa

demora de 0.04seg. Lo que permite que los ventrículos se llenen de sangre, mientras las aurículas se contraen.

- Fascículo de His: Luego se reestablece la conducción rápida través de este fascículo, que se divide en ramas derecha e izquierda y se extiende hacia debajo de cada lado del tabique interventricular. La velocidad de conducción es mayor en la rama izquierda que en la derecha, lo que permite que ambos ventrículos se contraigan simultáneamente. Este es un sitio de marcapaso con una menor frecuencia, el cual descarga cuando el seno auricular no genera un impulso a la frecuencia normal o cuando el impulso no alcanza la unión auriculoventricular.
- Fibras de Purkinje: Esta red difusa de fibras musculares situada por debajo del endocardio, transmite impulsos con mayor rapidez que cualquier otra parte del sistema de conducción. De ordinario este sitio marcapaso descarga cuando los nodos sinoauricular y atrioventricular no generan impulso, o cuando el impulso normal es bloqueado en ambas ramas del fascículo. Descarga con menor frecuencia. El sistema de conducción intraventricular total se conoce como sistema de His-Purkinje.(figura 2) 1,6,7

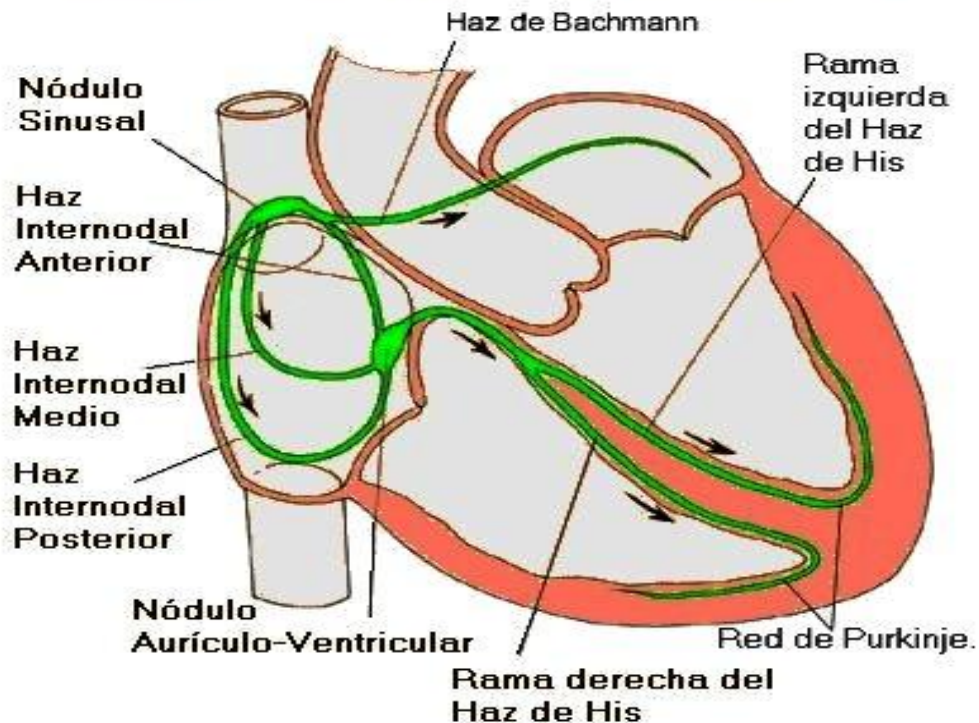
Teoría del dipolo

Dipolo con activación: Las células tienen la capacidad de conducir los estímulos, lo cual representa la excitación de cada una de las células por el potencial de acción que se genera en la célula continua, este fenómeno aparece sucesivamente, por lo que una célula despolariza a la vecina y esta a su vez hace lo propio, y el estímulo eléctrico viaja a través del miocardio. Por lo tanto al despolarizar una célula se invierte la polaridad, condicionando que la polaridad celular se vaya invirtiendo progresivamente, dándole un sentido direccional al viaje de estímulo. El frente de onda está constituido por un polo positivo y uno negativo por lo cual se denomina dipolo.

Dipolo de recuperación (repolarización): Cuando el tejido ha sido completamente despolarizado por el estímulo eléctrico, la repolarización se inicia en el mismo sitio donde inicio la despolarización, formándose un dipolo de recuperación que tiene el mismo sentido direccional que el dipolo de activación, pero con un polo negativo por delante y uno positivo por detrás. 3

Figura 2: Sistema exito- conducción del corazón.

Sistema Éxito-Conductor del Corazón



Activación eléctrica del corazón

Activación auricular: normalmente el marcapasos sinusal tiene automatismo y es el que dispara a mayor frecuencia, por lo que es el que activa al corazón, formándose dipolos de activación que progresivamente van despolarizando las aurículas, inicialmente la derecha y después la izquierda (determinando la onda P del electrocardiograma).

Al llegar a la unión auriculo-ventricular la conducción es más lenta y el estímulo la atraviesa con mayor lentitud (segmento PR).

Activación ventricular: Se traduce mediante el complejo QRS, inicialmente los dipolos de activación descienden por la rama izquierda y se dirigen hacia abajo, a la derecha y adelanten el miocardio septal (vector 1), posteriormente alcanza el ventrículo izquierdo y se forman dipolos de activación que viajan del endocardio hacia el epicardio de la pared libre (vector 2), al mismo tiempo se despolariza la masa septal derecha anterior y baja (vector 2s). Finalmente la activación de las porciones basales del ventrículo derecho se representa por el vector 3 cuyos dipolos se dirigen hacia arriba, a la derecha y pueden orientarse hacia atrás o adelante.³

La exploración eléctrica del corazón se registra por medio de derivaciones colocadas en puntos universalmente aceptados.³

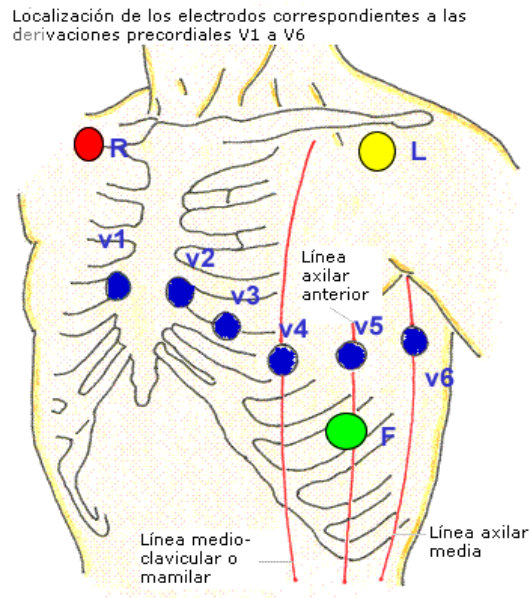
El electrocardiograma es un registro de la actividad eléctrica del corazón: No limitado a la zona de conducción, sino a todo el corazón de forma global.⁸

Colocación de electrodos para realización de electrocardiograma

Previo encendido del electrocardiógrafo se realiza la colocación de los electrodos. El electrodo rojo va a la muñeca derecha, el negro en el pie derecho, el amarillo en el brazo izquierdo y el verde en la pierna izquierda.

En el plano horizontal se colocan: V1 en 4o espacio intercostal derecho y línea paraesternal, V2 en 4o espacio intercostal izquierdo y línea paraesternal, V3 entre V2 y V4, V4 5o espacio intercostal izquierdo y línea hemiclavicular, V5 6o espacio intercostal izquierdo y línea axilar anterior, V6 6o espacio intercostal izquierdo y línea axilar media. (figura 3) ⁹

Figura 3: Localización de los electrodos del electrocardiograma.



Derivaciones aVR, aVL y aVF.

Se antepone la letra “a” a las siglas VL (brazo izquierdo), VR (brazo derecho) y VF (pierna izquierda) para indicar que las deflexiones están aumentadas, ya que son muy pequeñas por tratarse de derivaciones alejadas. Registran los eventos eléctricos que ocurren por debajo de ellas, exploran el corazón en un plano frontal. Por lo tanto si los dípolos de activación se acercan producirán una deflexión positiva, por el contrario si se alejan ésta será negativa. 9

Las derivaciones aVR, aVL y aVF, miden la diferencia del potencial eléctrico entre los miembros y el centro del corazón. Se denominan unipolares porque se usa solo un electrodo para el registro. El centro del corazón siempre es neutro y no se requiere un electrodo. El electrodo utilizado en cada derivación es por tanto positivo. El negativo se obtiene sumando las derivaciones I, II y III cuya suma algebraica equivale a cero.

La derivación aVR no proporciona vista específica alguna, la derivación aVL refleja la pared libre lateral del corazón y la derivación aVF muestra la actividad de la pared inferior. 6

Derivaciones I, II y III

Se llaman derivaciones estándares de los miembros o bipolares de los miembros.

Para la obtención de estas derivaciones se requiere la colocación de los electrodos en brazo derecho e izquierdo, así como en pierna izquierda. Se llaman derivaciones bipolares porque cada una tiene dos electrodos que registran de manera simultánea las fuerzas eléctricas del corazón que fluyen hacia dos extremidades. Miden la polaridad entre un electrodo positivo (+) y uno negativo (-).

La derivación I registra la actividad entre el brazo derecho y el izquierdo.

La derivación II registra la actividad entre el brazo derecho y la pierna izquierda.

La derivación III registra la actividad entre la pierna izquierda y el brazo izquierdo.

El brazo derecho siempre se considera el polo negativo y la pierna izquierda el polo positivo. Cuando la corriente fluye hacia el polo positivo, las deflexiones de la onda son positivas, si el flujo de corriente es hacia el polo negativo las deflexiones serán negativas.

En estas derivaciones se ve el plano frontal. La derivación I es un reflejo de la pared lateral del corazón, las derivaciones II y III de la pared inferior. 6

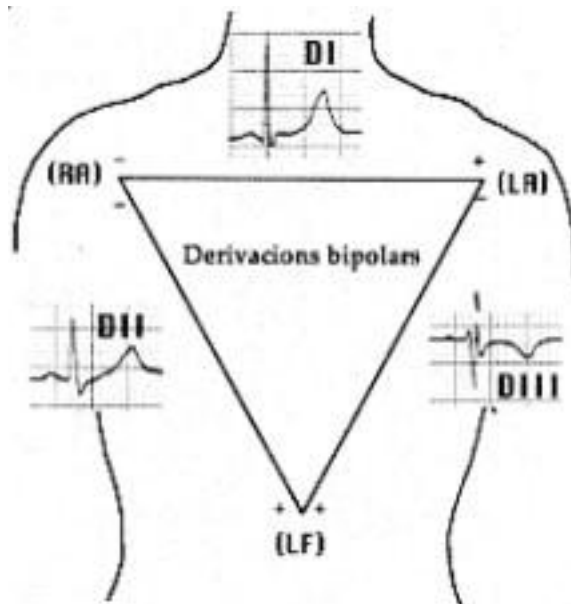
Triángulo de Einthoven

Según Einthoven el corazón está situado en el centro del campo eléctrico que genera. Por lo tanto el corazón se considera el punto central de un triángulo equilátero. (figura 4)

La ley de Einthoven establece que en cualquier momento específico, la suma de los potenciales eléctricos registrados en las derivaciones I y III equivale al potencial eléctrico registrado en la derivación II.

Esta ley puede usarse para detectar errores en la colocación de electrodos, para aclarar datos confusos en una de las tres derivaciones estándares de los miembros y para ayudar a evaluar trazos electrocardiográficos seriados. 6

Figura 4: Triángulo de Einthoven



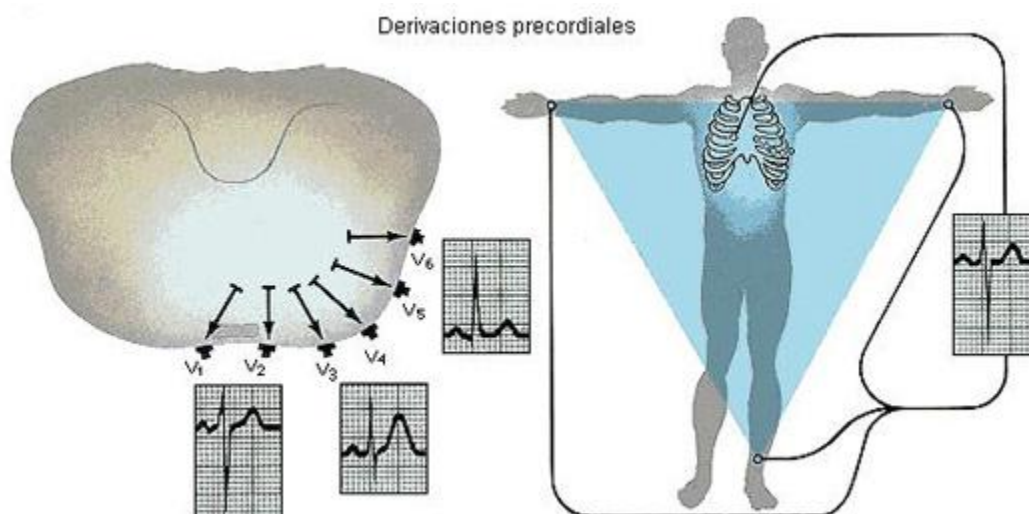
Derivaciones V1 a V6.

Se llaman derivaciones precordiales unipolares o derivaciones torácicas. Se designan con la letra V y un número que representa la posición del electrodo.

Estas derivaciones precordiales miden la diferencia de potencial eléctrico entre un electrodo torácico y una terminal central. El electrodo empleado en cada derivación es positivo. El electrodo negativo se obtiene sumando las derivaciones I, II y III, cuya suma algebraica es cero.

Las derivaciones V1 y V2 se denominan precordiales derechas, las V3 y V4 precordiales medias y V5 y V6 precordiales izquierdas. Normalmente se observa un incremento de la onda R, con decremento de la onda S, desde V1 hasta V6. Las derivaciones de V1 a V3 proporcionan una vista de la pared anteroseptal y V4 a V6 de la anterolateral. (figura 5) 6

Figura 5: Derivaciones precordiales del electrocardiograma.



Mediciones en papel de los trazos electrocardiográficos.

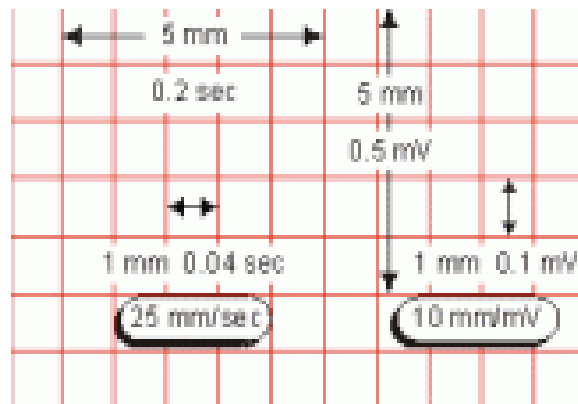
El papel para el trazo electrocardiográfico permite medir la actividad eléctrica durante el ciclo cardíaco. Mediante una punta metálica caliente (plumilla), el electrocardiograma registra la actividad eléctrica del corazón en un papel cuadrículado estándar, sensible al calor, que se desplaza a una velocidad de 25mm/seg.

Eje horizontal: Correlaciona la magnitud de cada proceso eléctrico específico con su duración. Cada cuadro pequeño con líneas tenues representa

0.04seg. Cinco cuadros pequeños forman la base de un cuadro grande con líneas más gruesas que representa 0.20seg. La duración de una forma de onda, segmento o intervalo se determina contando los cuadros desde el comienzo hasta el final de la onda, segmento o intervalo. ¹⁰

Eje vertical: Mide el voltaje (amplitud) en milivolts (mV), cada cuadro pequeño tiene 0.1 mV, cada cuadro grande representa 0.5 mV, la amplitud o altura de una onda, segmento o intervalo se determina contando el número de cuadros pequeños desde la línea isoelectrica hasta el punto más alto. (figura 6) ^{6,10}

Figura 6: Papel para registro electrocardiográfico.



Componentes de las formas de onda del electrocardiograma.

El electrocardiograma representa la actividad eléctrica del corazón como una serie de formas de onda que reflejan el ciclo de despolarización-repolarización de dicho órgano. ⁶

Interpretación sistemática del electrocardiograma

Es conveniente abordar la interpretación del electrocardiograma de una forma sistemática, examinando en forma sucesiva:

- **RITMO**

El primer paso en la interpretación será la observación del ritmo cardiaco. ¹¹

Debido a la posición anatómica del nodo sinusal la despolarización auricular se lleva a cabo de arriba hacia abajo, y de derecha a izquierda. La situación normal es el ritmo sinusal, en el registro, se encuentran ciclos conformados por una onda P seguida de intervalo PR normal, seguido a su vez de un complejo

QRS. En consecuencia la onda P siempre será positiva en DI, DII y aVF, y normalmente será negativa en aVR. 3,11

Si se encuentra una P negativa en DI significa: que los cables para el registro están invertidos o en caso de encontrarse bien colocados puede indicar que la activación auricular se lleva a cabo en sentido contrario, o sea que el nodo sinusal está a la izquierda "situs inversus". Si la onda P es positiva en aVR y negativa en aVF significa que la activación es caudocefálica por lo tanto el ritmo no es sinusal (ritmo nodal, auricular bajo, flutter auricular). 3

Además el ritmo se clasifica como regular e irregular según los intervalos R-R sean iguales o no. Para valorarlo se emplea el método de papel y lápiz donde en un papel se marca la distancia que existe entre el intervalo R-R, y se mueve a los diferentes complejos, donde debe de coincidir la misma distancia. Otro método es el del compás donde se colocan las puntas en cada punta de R, de un complejo R-R y posteriormente se coloca en otros complejos, donde igualmente debe coincidir la apertura del compás. 6,9

La arritmia sinusal respiratoria es un fenómeno fisiológico, a veces muy marcado en niños y adolescentes. Que consiste en una aceleración progresiva de la frecuencia cardíaca durante la inspiración y una desaceleración en la espiración.

11

- **FRECUENCIA**

Es fácil de determinar conociendo por convenio que la velocidad del papel en el electrocardiograma es de 25mm/seg. Así contando el número de complejos que aparecen en 1 seg (25mm), y multiplicando esa cifra por 60 se obtiene el número de latidos por minuto.

Si se registra un latido cada 5mm, es que aparece cada 1/5 de segundo. Lo que equivale a decir que la frecuencia es de 5 latidos por segundo, que al multiplicar por 60 resulta de 300 latidos /minuto. De igual modo se puede deducir que si se observa un latido cada 10mm es que aparece cada 2/5 de segundo, y como un segundo es 1/300 minuto la frecuencia cardíaca es de 150/minuto. Así el registro de un complejo QRS cada 15 mm indica una frecuencia cardíaca de 100/min y cada 20mm de 75/min, siendo de 60/min, cuando el QRS aparece cada 25mm, y de 50/min si lo hace cada 30mm. Se puede recordar la serie de números: 300, 150, 100, 75, 60, 50, 43, 37, para determinar rápidamente la frecuencia cardíaca. 6,9

- **EJE QRS**

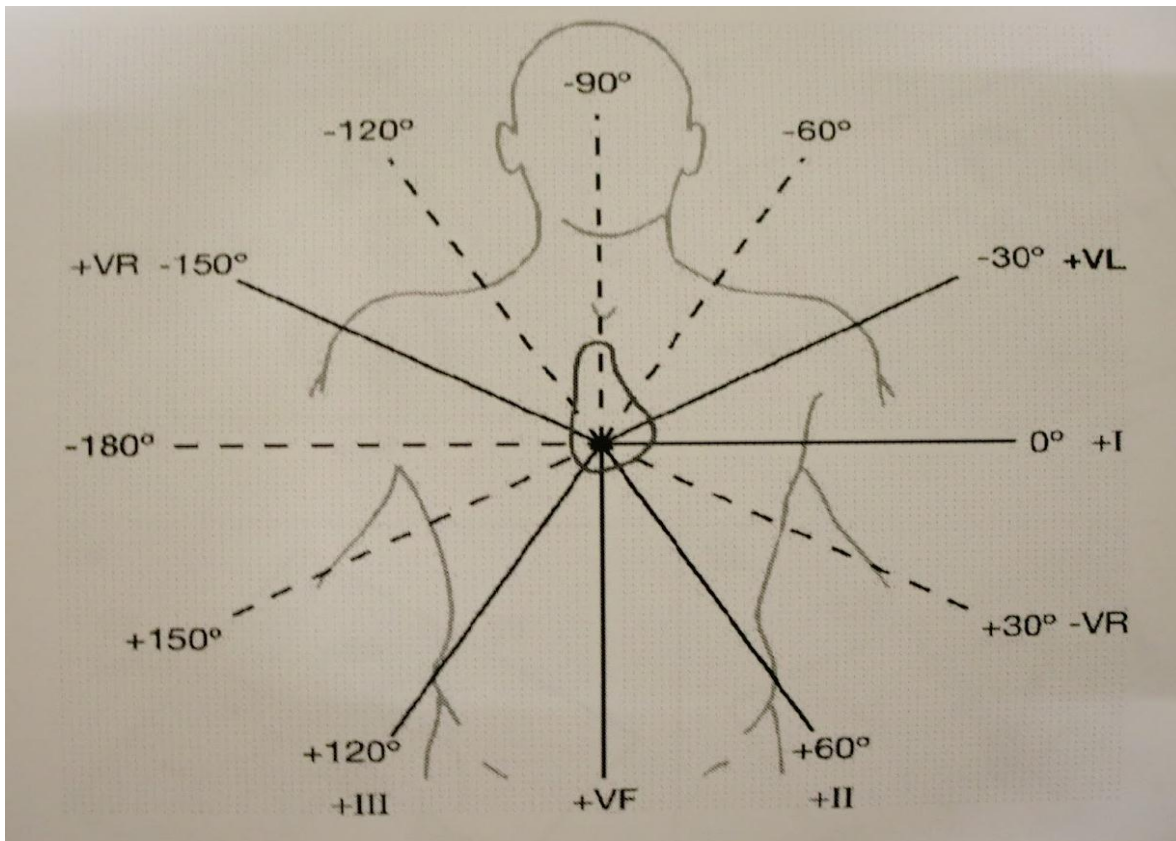
Mediante el sistema hexa-axial formado por las derivaciones de los miembros en el plano frontal, es posible determinar el eje de activación ventricular en este plano. (figura 7) ¹¹

Primera ley: Cuando en una derivación bipolar estándar (DI, DII y DIII) se encuentra una deflexión isodifásica, el eje eléctrico del corazón pasará perpendicular a dicha derivación, y para conocer su dirección exacta se deberá recurrir a las otras dos derivaciones bipolares restantes. ¹²

Segunda ley: Se vale de las derivaciones unipolares estándares y dice: Cuando en una derivación unipolar (aVR, aVL y aVF) se encuentran una deflexión isodifásica, el eje eléctrico del corazón pasa paralelo a la derivación bipolar opuesta, y para conocer su dirección exacta nos valemos de aVF.

Por el contrario cuando no se logre registrar una deflexión isodifásica en ninguna derivación; en estos casos el eje eléctrico podrá ser calculado utilizando la deflexión que sea más isodifásica de todas las derivaciones estándares o la deflexión más pequeña. ^{3, 6, 9,}

Figura 7: Sistema hexa-axial.



- **ONDA P**

Representa la activación auricular. Normalmente su duración es menor de 0.10 y su voltaje es menor de 0.25mV. (figura 8) ³

- **INTERVALO PR**

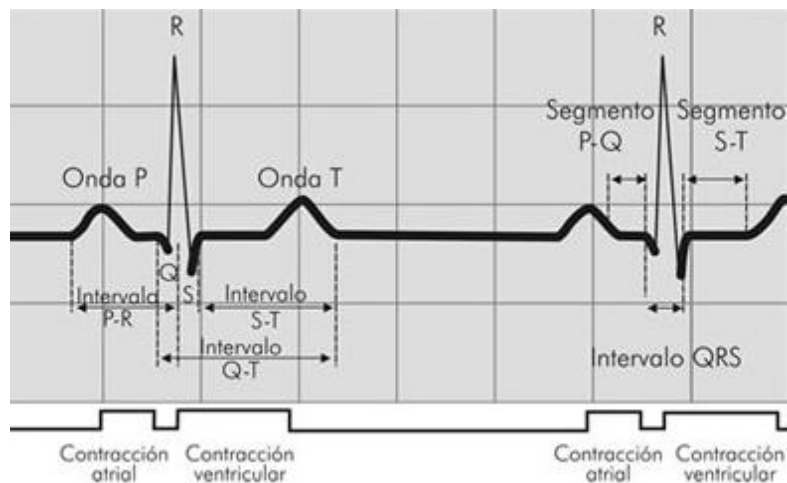
Representa la actividad desde el inicio de la despolarización auricular hasta el inicio de la despolarización ventricular, osea el tiempo que tarda en desplazarse un impulso desde el nodo sinoauricular, a través de las aurículas y el nodo auriculoventricular hasta las ramas del fascículo. Cualquier variación en el intervalo PR mas allá de lo que es normal sugiere un trastorno de demora de la conducción, como bloqueo AV.

Se extiende desde el comienzo de la onda P, hasta el comienzo del complejo QRS, su duración es de 0.12 a 0.20 seg. (figura 8)

Intervalo PR corto: El impulso se originó en una área distinta del nodo sinoauricular, se relaciona con arritmias de la unión y síndromes preexcitación.

Intervalo PR prolongado: Indica que el impulso se demora al pasar a través del nodo auriculoventricular, esto se debe a bloqueo de primero o segundo grados.^{6, 9}

Figura 8: Ondas, complejos e intervalos del electrocardiograma.



- **COMPLEJO QRS**

Representa la despolarización ventricular. Aunque suele ocurrir también repolarización auricular en este tiempo, es indistinguible en el electrocardiograma.

Este evalúa la actividad de las células miocárdicas ventriculares. La duración del complejo representa el tiempo de conducción intraventricular. Sigue al intervalo PR, difiere en las 12 derivaciones. Cuando se documenta pueden emplearse letras mayúsculas para indicar una onda con amplitud normal o alta, y minúsculas para indicar una onda con amplitud baja. Su duración es de 0.06 a 0.10 seg. (figura 8)

Consiste en 3 ondas la Q es la primera deflexión negativa en el complejo, la onda R que es la deflexión positiva, y la onda S o sea la deflexión negativa posterior a la R. En ocasiones no siempre se pueden ver las 3 ondas. Por la rapidez en que se despolarizan los ventrículos. El complejo QRS es positivo en I, II, III, aVL, aVF, V4, V5 y V6, y negativo en aVR, V1, V2 y V3.

El complejo QRS ensanchado puede presentarse en padecimientos que hacen más lento el impulso de conducción a un ventrículo, como bloqueo de rama de fascículo y trastronos donde el implso se forma en los ventrículos como en contracciones ventriculares prematras, ritmos idioventriculares y taquicardia ventricular.

Un defecto en la conducción intraventricular alterará la configuración del complejo QRS. Si los tamaños y las formas varían puede haber ocurrido un impulso ectópico o con conducción aberrante. Si no se produce complejo QRS después de cada onda P, se sospecha un padecimiento en el cual el ventrículo no se despolariza, como bloqueo AV o paro ventricular completo. ^{6,9}

- **SEGMENTO ST**

Representa el final de la despolarización y el comienzo de la repolarización ventriculares. Se encuentra desde el final de la onda S hasta el comienzo de la onda T. Suele ser isoeléctrica, al evaluarse debe observarse su deflexión. El punto que señala el final del complejo QRS y el inicio del segmento ST se conoce como punto J. (figura 8)

Una elevación de 0.2 mV o más por encima del nivel de referencia puede indicar lesión miocárdica. La depresión del segmento puede indicar lesión o isquemia miocárdicas. Pueden ocurrir cambios en ST en caso de pericarditis, miocarditis, hipertrofia ventricular izquierda, embolia pulmonar y trastornos electrolíticos. Así como cambios con la ingesta de medicamentos como amiodarona. ^{6,9}

- **ONDA T**

La punta de la onda T representa el periodo refractario relativo de repolarización ventricular, durante el cual las células son particularmente vulnerables a estímulos extras. Sigue a la onda S, mide 0.5mV o menos en I, II y III; 0.1mV o menos en V1 – V6. Típicamente es redondeada y lisa. Es positiva en I, II, V3 – V6, negativa en aVR. Puede ser positiva si QRS es menor 0.5mV en aVL y aVF. Puede variar en III, V1 y V2. (figura 8)

Onda T invertida en I, II, V3-V6 puede indicar isquemia miocárdica. Onda T acuminada indican hiperpotasemia o isquemia miocárdica. Ondas T conescotaduras grandes en niños puede ser una variación normal. Ondas T grandes o pequeñas pueden indicar desequilibrios electrolíticos. Ondas T con saltos: Una onda P puede estar oculta en una onda T puede indicar que el impulso se originó en un lugar situado por encima de los ventrículos. ^{6,9}

- **INTERVALO QT**

El intervalo QT muestra el tiempo necesario para el ciclo ventricular de despolarización – repolarización. Se extiende desde el comienzo del complejo QR hasta la terminación de la onda T. Su duración varía con la edad, frecuencia cardiaca y sexo, pero de ordinario dura de 0.36 y 0.44 segundos. (figura 8)

Para que el QT no sea afectado por la frecuencia cardiaca se puede corregir a través de esta fórmula:

QT medido = QT corregido

raíz cuadrada de R-R

Su valor normal es de 0.44seg. ⁹

Intervalo QT prolongado: indica repolarización ventricular prolongada, que significa que el periodo refractario relativo es más largo, puede ser de origen congénito o familiar, o resultado de algunos medicamentos antiarrítmicos. Se observa más comunmente en isquemia o infarto miocárdicos, así como arritmia ventricular.

Intervalo QT acortado: hipercalcemia, toxicidad de glucósidos. ^{6,9}

- **ONDA U**

Representa la repolarización de las fibras de His – purkinje y puede no aparecer en el electrocardiograma, cuando aparece suele ser normal. Sigue a la onda T. (figura 8)

Si es prominente puede indicar hiperpotasemia, si está invertida puede ser sugestivo de cardiopatía. 6,9

SOBRECARGAS CARDIACAS

Se refiere al conjunto de modificaciones que ocurren en el electrocardiograma, como resultado de un aumento de la masa muscular cardíaca, puede depender de un aumento del trabajo de presión con engrosamiento e hipertrofia de las paredes cardíacas (como ocurre en la hipertensión) o de un aumento de volumen cavitario (dilatación, como miocardiopatía dilatada). El electrocardiograma no puede diferenciar hipertrofia de dilatación, ya que ambas se traducen de forma idéntica a través de modificaciones de los voltajes y la morfología del trazo. 9

Sobrecarga auricular izquierda: onda P de duración prolongada, voltaje conservado, morfología en “doble lomo “ en V1, es difásica con componente negativo, mayor que el positivo y deflexión lenta. Eje eléctrico desviado a la izquierda. 9

Sobrecarga auricular derecha: onda P de duración normal, voltaje aumentado, morfología con “P picuda” en DII, DIII y aVF o aVL. En V1 es difásica, con componente positivo y deflexión rápida. Eje eléctrico desviado a la derecha.9

Sobrecarga ventricular izquierda: onda P con datos de sobrecarga auricular izquierda. Eje eléctrico desviado a la izquierda. QRS de duración y morfología normales pero con voltajes alterados, apreciándose voltajes exagerados, con un **Índice de Sokolow** positivo el cual resulta de la sumatoria de S en V1 y R en V6, con resultado positivo mayor de 35mm. Además suelen desaparecer las ondas Q y S en derivaciones que miran a la izquierda DI, aVL y V5, V6. ST-T con alteraciones secundarias de repolarización, con segmento ST infranivelado. 13

Sobrecarga ventricular derecha: onda P con datos de sobrecarga auricular derecha. Eje eléctrico desviado a la derecha. QRS con duración normal, sin melladuras, morfología alterado con inversión de los voltajes rS o rs en cara lateral y complejos predominantemente positivos en aVR y V1-V2. La transición de patentes bifásicas RS ventriculares izquierdas (Rs) se hace tardíamente en el plano horizontal en V4 o V5, siendo lo normal en V2-V3, **Índice de Cabrera** positivo Se obtiene de la diferencia de RV1 entre la suma de RV1 y SV1. Si el resultado es mayor de 0.5mm. ST-T, alteraciones secundarias de la repolarización, segmento ST infranivelado. 9

CAMBIOS EN EL ELECTROCARDIOGRAMA RELACIONADOS CON LA EDAD

|Circulación fetal y neonatal

El aparato cardiovascular fetal permite servir a las necesidades prenatales y al nacer permite las modificaciones que establecen el patrón circulatorio posnatal.

Circulación fetal: La sangre oxigenada regresa de la placenta por la vena umbilical. Casi la mitad pasa por las sinusoides hepáticas, mientras que la restante deriva al hígado y se va por el conducto venoso hacia la vena cava inferior.

Después de un trayecto corto por la vena cava inferior la sangre penetra en la aurícula derecha. Como también la vena cava inferior contiene sangre mal oxigenada que proviene de los miembros inferiores, abdomen y pelvis, la sangre que penetra en la aurícula derecha no está tan bien oxigenada como la de la vena umbilical, pero aun es sangre con suficiente oxígeno. Casi toda la sangre de la vena cava inferior se dirige por el borde inferior del tabique secundum, llamada cresta divisoria, hacia la aurícula izquierda a través del agujero oval. En este sitio se mezcla con la relativamente pequeña cantidad de sangre desoxigenada que regresa de los pulmones a través de las venas pulmonares. Los pulmones fetales extraen oxígeno de la sangre en lugar de proporcionarlo. De la aurícula izquierda, la sangre pasa al ventrículo izquierdo y sale por la aorta descendente, las arterias que irrigan el corazón, cabeza, cuello y miembros superiores reciben sangre bien oxigenada. ¹⁴

En la aurícula derecha permanece una pequeña cantidad de sangre bien oxigenada que proviene de la vena cava inferior, y, que se mezcla con la sangre mal oxigenada de la vena cava inferior y del seno coronario y pasa al ventrículo derecho. Esta sangre, con una saturación media de oxígeno, sale a través del tronco de la pulmonar, una pequeña cantidad va a los pulmones, pero la mayor parte pasa a la aorta a través del conducto arterioso.

Debido a la alta resistencia vascular pulmonar en la vida fetal, el flujo sanguíneo pulmonar es bajo. Solo el 5 al 10 % del gasto cardiaco va a los pulmones, lo que es adecuado debido a que no funciona como órgano respiratorio. (figura 9)¹⁴

Circulación neonatal

Al nacer ocurren adaptaciones circulatorias importantes, cuando cesa la circulación de la sangre fetal a través de la placenta y comienzan a funcionar los pulmones del niño. Los tres cortocircuitos que permitieron que gran parte de la

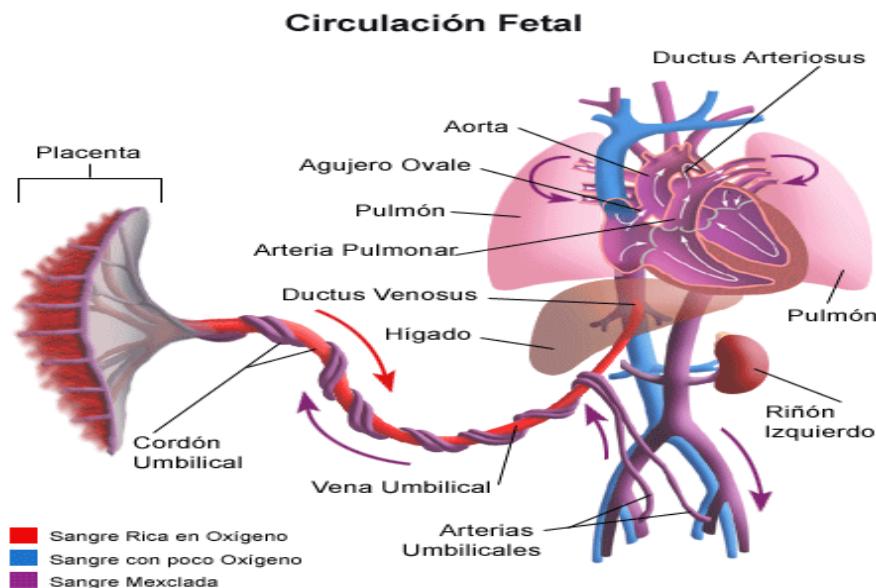
sangre derivara a hígado y pulmones dejan de funcionar. En cuanto nace el niño, no se requieren más del agujero oval, el conducto arterioso, el conducto venoso y los vasos umbilicales. La oclusión de la circulación placentaria causa caída inmediata de presión arterial en la vena cava inferior y aurícula derecha.

La aireación pulmonar se acompaña de una caída espectacular de la resistencia vascular pulmonar, un aumento notable de flujo sanguíneo pulmonar y un adelgazamiento progresivo de las paredes de las arterias pulmonares; esto es consecuencia principal del estiramiento, a medida que aumenta el tamaño de los pulmones con las primeras respiraciones. Debido al incremento de flujo sanguíneo pulmonar, la presión aumenta en la aurícula izquierda mas que en la derecha y este incremento cierra el agujero oval, al presionar su válvula contra el tabique secundum.

La pared del ventrículo derecho es mas gruesa que la del izquierdo en el feto y recién nacido debido a que esta cavidad funciona de manera más intensa. Hacia el fin del primer mes, la pared del ventrículo izquierdo es más gruesa que la del derecho debido a su mayor trabajo; además, la pared del ventrículo derecho se adelgaza por la atrofia que se relaciona con su carga de trabajo más leve.

En la vida fetal la resistencia vascular pulmonar es elevada (los pulmones están llenos de liquido), mientras que la resistencia sistémica es bajo (lecho vascular placentario). En el RN el ventrículo derecho es más grande que el izquierdo. A partir del nacimiento se invierten de forma gradual las resistencias vasculares al ir aumentando progresivamente las sistémicas y disminuir las pulmonares, lo que ocasiona el aumento de tamaño del ventrículo izquierdo a lo largo de la infancia. 14

Figura 9: Esquema de circulación fetal.



VARIACIONES ELECTROCARDIOGRÁFICAS EN LOS LACTANTES DE 3 A 6 MESES DE EDAD

Los electrocardiogramas de los lactantes y niños normales, son muy diferentes de los de los adultos normales.

Durante la vida intrauterina, las resistencias pulmonares son elevadas, y las presiones del circuito pulmonar superan las del sistémico. Esto trae consigo un notable desarrollo del miocardio ventricular derecho, lo que a su vez provoca algunos cambios significativos en el ECG.

Además la inmadurez del sistema nervioso autónomo y los cambios respiratorios condicionan modificaciones sustanciales en el ritmo y la frecuencia cardíaca.

La diferencia más notable estriba en el predominio del ventrículo derecho en los lactantes, del cual su grosor es máximo en los neonatos y pasa gradualmente al predominio ventricular izquierdo en los adultos.

El predominio del ventrículo derecho de los lactantes se expresa en el electrocardiograma por una desviación del eje a la derecha y unas grandes fuerzas a la derecha, delante, o en ambos sentidos.

Por lo cual el electrocardiograma pediátrico tiene las siguientes características:

1. La frecuencia cardíaca es más rápida
2. Todas las duraciones e intervalos (PR, QRS, QT) son más cortos, los cuales aumentan de forma progresiva con la edad.
3. La dominancia del ventrículo derecho se expresa de la siguiente manera:
 - Desviación del eje de QRS a la derecha.
 - R altas en aVR y precordiales derechas (V1,V2) y S profundas en DI y precordiales izquierdas (V5,V6).
 - La relación R/S es grande en las precordiales derechas y pequeña en las izquierdas.
 - La onda T es negativa en V1 en lactantes. ¹⁵

Al aumentar la edad aumentan las duraciones e intervalos (PR, duración QRS, QT)

Recién nacido a término: Voltaje pequeño del QRS en derivaciones de los miembros; desviación del eje a la derecha, dominancia derecha: Ondas R exclusivas hasta 10 mm en V1; ondas T bajo voltaje, positivas al nacimiento en V1, que se negativiza a los 3-7 días. La persistencia de T positiva en V1 más allá de una semana sugiere hipertrofia ventricular derecha.

Lactantes de 1 a 3 meses: Disminución del eje QRS derecho en general menor de +90°, normal hasta +125°; relación R/S en V2 alrededor de 1; frecuente patrón rsR' en V1, no anormal si el QRS no es ancho ni amplio.

Lactante de 6 meses a 3 años: Eje QRS menor de +90°; relación R/s en V1 menor o igual a 1 y onda R dominante en V6 (dominancia izquierda).¹⁶

Cuadro 2: Valores actualmente publicados en población de lactantes de 3 a 6 meses.^{17,18,19}

	<i>FREC. CARDIACA</i>	<i>EJE QRS</i>	<i>INTERVALO PR</i>	<i>RV1</i>	<i>SV1</i>	<i>R/S V1</i>	<i>RV6</i>	<i>SV6</i>	<i>R/S V6</i>
<i>HARRIET LANE</i> (1 - 6 MESES)	145 latidos por minuto	70 grados	0.11 seg	19 mV	15 mV	2.3 mV	22 mV	8.3 mV	5.6 mV
<i>PEDIADATOS</i> (3 - 5 MESES)	141 latidos por minuto	60 grados	0.11 seg	10 mV	6 mV	2.3 mV	13 mV	3 mV	6.2 mV
<i>ATLAS EKG</i> (3 - 6 MESES)	141 latidos por minuto	60 grados	0.105 seg	10 mV	6 mV	2.3 mV	13 mV	3 mV	7 mV

Seg: segundos, mV: milivoltios.

Todos los cambios anteriormente mencionados pueden ser modificados por el lugar de residencia y la altura a la que se encuentre.

En un estudio realizado en lactantes de un mes a dos meses de edad en el 2010 aquí en Toluca, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1.- Se demostró que hay diferencias estadísticamente significativas en relación con lo reportado para poblaciones similares en Estados Unidos y España.

2.- Las diferencias importantes que se observaron es en relación con el eje QRS en el plano frontal y la amplitud de la onda S en V6, probablemente por los pacientes permanecen con hipertrofia ventricular derecha mas tiempo y comienzan la transición a la izquierda mas tardíamente por la altura en la que vivimos.

3.- La frecuencia cardiaca no mostro diferencia con lo marcado en el citado manual de Pediatría HarrietLane. 20

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los electrocardiogramas de los lactantes y niños normales son muy distintos de los de los adultos normales. La diferencia más notable estriba en el predominio del ventrículo derecho en los lactantes. El predominio del ventrículo derecho es máximo en los neonatos, y pasa gradualmente al predominio ventricular izquierdo en los adultos. ¹⁵

Pregunta general:

1. ¿Cuáles son los valores frecuentes de los parámetros electrocardiográficos en niños sin patología, tomados en los lactantes de 3 a 6 meses, que acuden al área de inmunizaciones del Hospital para el Niño del Instituto materno infantil del Estado de México de Junio a Septiembre de 2011?

JUSTIFICACIÓN

Las diferencias relacionadas con la edad del electrocardiograma reflejan las diferencias anatómicas. El ventrículo derecho es más grueso que el izquierdo de los neonatos y los lactantes, y el ventrículo izquierdo es mucho más grueso que el derecho de los adultos. ¹⁵

Por lo cual se deben de considerar dichas diferencias en el análisis del electrocardiograma según la edad estudiada.

Para lo cual nos podemos auxiliar de cálculos estadísticos simples como la media y la desviación estándar, con la finalidad de obtener las cifras que se presenten con mayor frecuencia y con esto considerar la normalidad y la anormalidad.

Sin embargo actualmente las publicaciones no son muchas y mucho menos en la población de lactantes de 3 a 6 meses. Esta etapa es muy importante porque se lleva a cabo una transición electrocardiográfica hacia la predominancia izquierda, aunque tal vez este cambio ocurra en etapas posteriores.

Por lo que nosotros queremos caracterizar los valores normales y concluir si en nuestra población existe esta transición o tal vez deba llevarse a cabo otro trabajo con edades posteriores para detectar dicho cambio electrocardiográfico.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar los parámetros electrocardiográficos en una población de lactantes sanos de 3 a 6 meses de edad, del área de inmunizaciones del Hospital para el Niño del Instituto materno infantil del Estado de México de Junio a Septiembre de 2011?

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar los parámetros electrocardiográficos y sus diferencias de acuerdo a género.

Conocer los parámetros electrocardiográficos de los lactantes de 3 a 6 meses, dividiendo a la población por mes de vida.

HIPÓTESIS

Consideramos este un trabajo de tipo descriptivo por lo que no necesariamente requiere hipótesis.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevará a cabo la revisión de los electrocardiogramas tomados a los lactantes de 3 a 6 meses que acuden al área de inmunizaciones del Hospital para el Niño del Instituto materno infantil del Estado de México de Junio a Septiembre de 2011.

TIPO DE ESTUDIO:

Observacional, transversal, retrospectivo, descriptivo.

LIMITE DE ESPACIO:

01 de junio de 2011 al 30 de septiembre de 2011.

UNIVERSO DE TRABAJO:

Todos los electrocardiogramas tomados en 23 lactantes de 3 a 6 meses de edad, que acudan al área de inmunizaciones del Hospital para el Niño del Instituto materno infantil del Estado de México.

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN:

Previa explicación y autorización de los padres (anexo 1) se realiza la toma de electrocardiograma de 14 derivaciones a los lactantes incluidos en el estudio.

Posteriormente se realiza el llenado de la hoja de captura de datos (anexo 2) la cual incluye los datos generales del paciente, además se realiza el análisis completo del electrocardiograma y se anotan los resultados de cada electrocardiograma.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE
EDAD CRONOLÓGICA	Tiempo que ha transcurrido desde el momento del nacimiento hasta la fecha de un determinado suceso, medido en meses	Meses de edad	Cuantitativa continua
GÉNERO	Grupo taxonómico de especies que poseen uno o varios caracteres comunes / características fisiológicas que diferencian entre masculino y femenino	Masculino o femenino	Cualitativa nominal
LACTANTE	Del latín <i>lactans</i> , criatura en periodo de lactancia / etapa vital que comprende de los 28 días de vida hasta los 15+/- 3 meses de edad.		Cualitativa nominal
RITMO SINUSAL	El impulso eléctrico que se origina en el nodo sinusal y se observa en el ECG como una p antes de cada complejo QRS y p negativa en AVR y positiva en DI		Cualitativa nominal
FRECUENCIA CARDIACA	Número de latidos por minuto	Latidos por minuto	Cuantitativa discreta
EJE DE QRS EN PLANO FRONTAL	El eje eléctrico del vector ventricular tomado de acuerdo a las derivaciones de las extremidades	Grados	Cuantitativa continua

INTERVALO PR	Tiempo en milisegundos el trazo electrocardiográfico que comienza al principio de la onda P y termina al inicio del complejo QRS	Milisegundos	Cuantitativa continua
DURACIÓN DE QRS	Tiempo en milisegundos de la duración del complejo QR	Milisegundos	Cuantitativa continua
VOLTAJE DE R EN V1	Medición de la amplitud de la onda R en la derivación V1, expresada en milivoltios	Milivoltios	Cuantitativa continua
VOLTAJE DE S EN V1	Medición de la amplitud de la onda S en la derivación V1, expresada en milivoltios	Milivoltios	Cuantitativa continua
COCIENTE R/S EN V1	Resultado de dividir la amplitud de la R en V1 entre la amplitud de la S en v1	Milivoltios	Cuantitativa continua
VOLTAJE DE R EN V6	Medición de la amplitud de la onda R en la derivación V6, expresada en milivoltios	Milivoltios	Cuantitativa continua
VOLTAJE DE S EN V6	Medición de la amplitud de la onda S en la derivación V6 expresada en milivoltios	Milivoltios	Cuantitativa continua
COCIENTE DE R/S EN V6	Resultado de dividir la amplitud de la R en V6 entre la amplitud de la S en V6	Milivoltios	Cuantitativa continua
INTERVALO QT	Tiempo en milisegundos el trazo electrocardiográfico que comienza al principio del complejo QRS y termina al inicio del complejo QRS	Milisegundos	Cuantitativa continua
QT CORREGIDO	Resultado de dividir el QT medido entre la raíz cuadrada del intervalo entre dos ondas R en segundos	Milisegundos	Cuantitativa continua

ONDA T	Positiva o negativa	Positiva o negativa	Cualitativa nominal
ÍNDICE DE SOKOLOW-LYON	Se obtiene de la suma de la amplitud de la onda S en V1 más la amplitud de la onda R en V6. Si el resultado está por arriba de 35mm, suele asociarse a hipertrofia ventricular izquierda.	Milímetros	Cuantitativa continua
ÍNDICE DE CABRERA	Se obtiene de la diferencia de RV1 entre la suma de RV1 y SV1. Si el resultado es mayor de 0.5mm indica hipertrofia ventricular derecha.	Milímetros	Cuantitativa continua

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

1. Lactantes de 3 A 6 meses de edad.
2. No presenten patología crónica o aguda.
3. Lactantes cuyos padres acepten la realización de electrocardiograma.

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN:

1. Pacientes cuyos padres hayan aceptado la realización del estudio y revoquen la decisión.

MÉTODO ESTADÍSTICO

Una vez aprobado el protocolo de estudio por el comité de enseñanza e investigación, se acudirá al área de inmunizaciones del Hospital para el Niño IMIEM y a los pacientes que llenen los criterios de inclusión se les hará la invitación a los padres a participar en el estudio, a quienes acepten participar se les realizará un electrocardiograma de 14 derivaciones.

Se utilizará un electrocardiógrafo digital portátil marca Fukuda, el cual consta del equipo de registro y diez cables con electrodos pediátricos para las doce derivaciones, seis para las derivaciones del plano horizontal y cuatro para las derivaciones del plano frontal.

Para la toma del electrocardiograma se colocará al lactante en decúbito dorsal, con la piel limpia, se colocan los electrodos en cada sitio correspondiente, se enciende el equipo, y se procede a la toma del trazo.

Ya obtenido el resultado electrocardiográfico se procederá a analizar el mismo vaciando los resultados en la hoja de captación de datos (anexo 2), así como la elaboración de cuadros y gráficas.

Se realizará estadística descriptiva en base a frecuencias en las variables de tipo cualitativo y en las variables de tipo cuantitativo se usarán medidas de tendencia central y de dispersión como son media y desviación estándar.

La estadística inferencial se hará en casos de frecuencias con una chi cuadrada tomando como significativo una p menor o igual a 0.05.

IMPLICACIONES ÉTICAS

Se solicita la autorización por el comité de enseñanza e investigación del Hospital para el Niño, del Instituto Materno Infantil del Estado de México, para la realización del estudio.

El bienestar de los individuos estudiados debe tener siempre primicia sobre los intereses de la ciencia y la sociedad. Se pedirá consentimiento por escrito de los padres (Anexo 1), para poder realizar la toma del electrocardiograma en los lactantes de 3 a 6 meses de edad del área de inmunizaciones, los cuales participaran por su voluntad sin ser obligados. El sujeto investigado no tendrá una relación dependiente con el investigador, pero si será beneficiado tanto con el conocimiento del resultado del estudio realizado.

Se sobreentiende que se debe actuar en conformidad con las leyes y reglamentos vigentes en el país, nuestra investigación se considera de riesgo mínimo.

Se involucran individuos sanos, sin embargo, no hay riesgos a los cuales se tengan que exponer los sujetos de estudio. Se tomará toda clase de precauciones para resguardar la intimidad de las personas, la confidencialidad de la información y para reducir al mínimo las consecuencias de la investigación sobre su integridad física.

Cada individuo recibirá información adecuada acerca de los objetivos, métodos e incomodidades derivadas del experimento.

Autonomía: Se brindará un documento por escrito que explique la finalidad y los procedimientos a realizar de esta investigación, con el motivo de que las personas puedan decidir sobre su aceptación de ingreso y con ello de actuar bajo la dirección de su propia disposición. Todos los individuos serán tratados como seres autónomos.

Beneficencia: Este protocolo tiene como fin y obligación moral de actuar en beneficio de los demás. En caso de encontrar patología a todos estos pacientes se les referirá inmediatamente con el cardiólogo pediatra de la misma institución. Con ello estaremos procurando curar el daño y promover el bien o bienestar.

No maleficencia: Nuestras actividades de toma de electrocardiograma de superficie, no provocan daño.

Justicia: Nosotros tendremos equidad en la distribución de cargas y beneficios, dado que realizaremos una muestra aleatoria que les otorgara la misma posibilidad de ingresar, por lo que consideramos ser equitativos en la oferta del servicio. No se actuará con discriminación.

PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO

Autofinanciable.

ORGANIZACIÓN

TESISTA: M.C. Julia Evelia Núñez Carrillo.

DIRECTOR DE TESIS: M.C. Gustavo Gabriel Mendieta Alcántara.

RESULTADOS

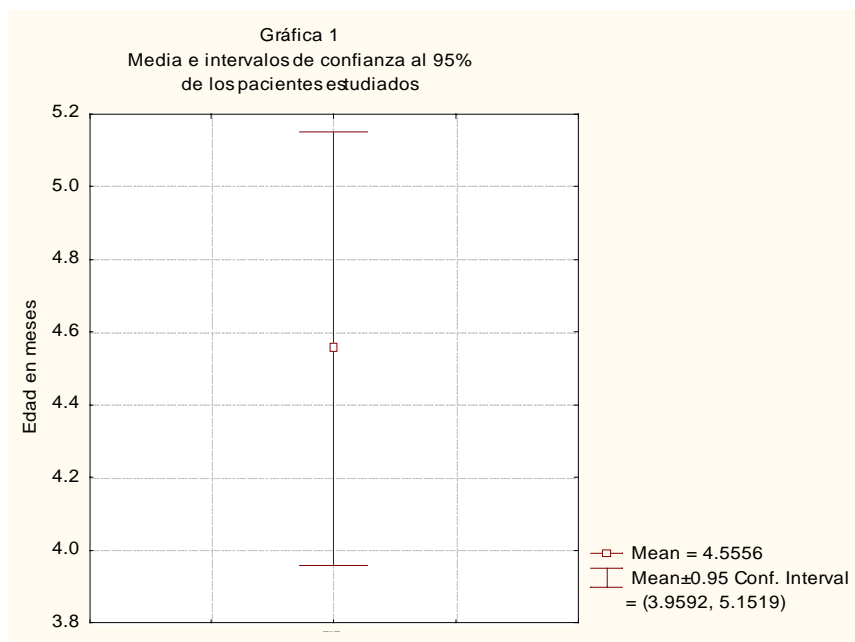
Se analizan los resultados de la muestra tomada de 23 pacientes, de quienes los padres aceptaron la realización del estudio.

Tabla 1: Edades de los pacientes estudiados.

EDAD	NÚMERO DE LACTANTES	PORCENTAJE
3 meses	5	21.7%
4 meses	9	39.1%
5 meses	2	8.7%
6 meses	7	30.5%
TOTAL	23	100%

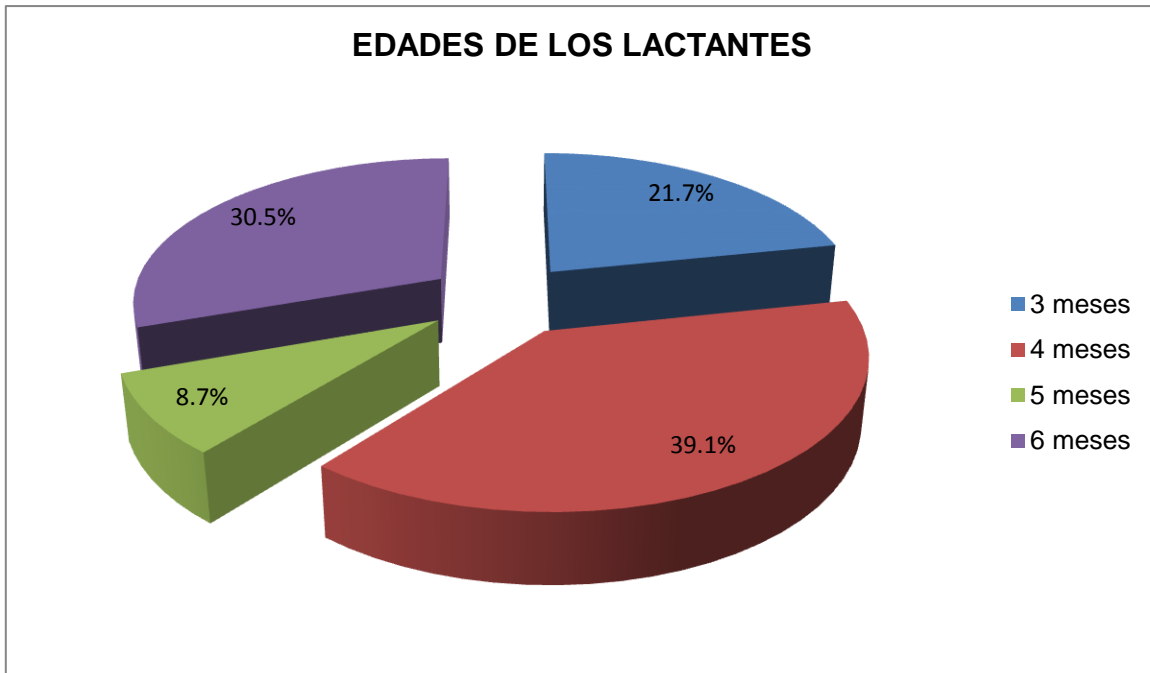
Fuente: Hoja de recolección de datos.

Gráfica 1: Media e intervalo de confianza al 95% de las edades de los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

Gráfica 1bis: Porcentaje de las edades de los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

Como se puede observar, en lo que respecta a las edades estudiadas 5 lactantes fueron de 3 meses (11%), 9 lactantes (20%) tienen 4 meses, solo 2 lactantes (8.7%) tienen 5 meses y 7 lactantes (30.5%) tienen 6 meses. (tabla 1, gráfica 1bis)

Dentro de estas edades se obtuvo una media de edad de 4.5 años, con un intervalo de confianza de 95% el cual corresponde a 3.9 a 5.1 años. (gráfica 1)

Tabla 2: Distribución por género de los pacientes estudiados.

GÉNERO	NÚMERO DE LACTANTES	PORCENTAJE
MASCULINO	12	52.2%
FEMENINO	11	47.8%
TOTAL	23	100%

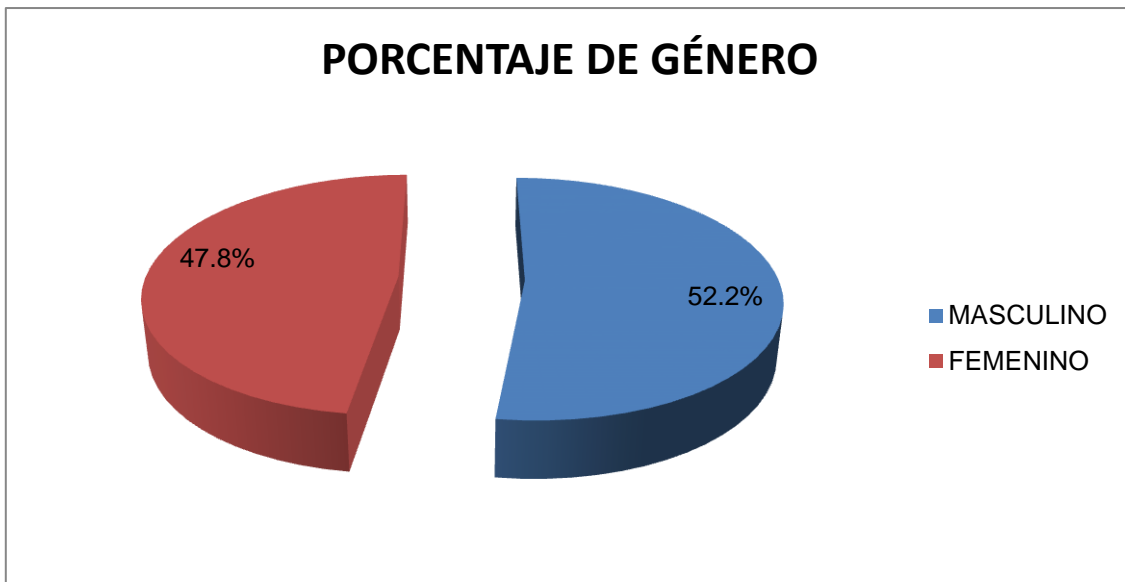
Fuente: Hoja de recolección de datos.

Gráfica 2: Distribución por género de los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

Gráfica 2bis: Porcentaje de pacientes por género de los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

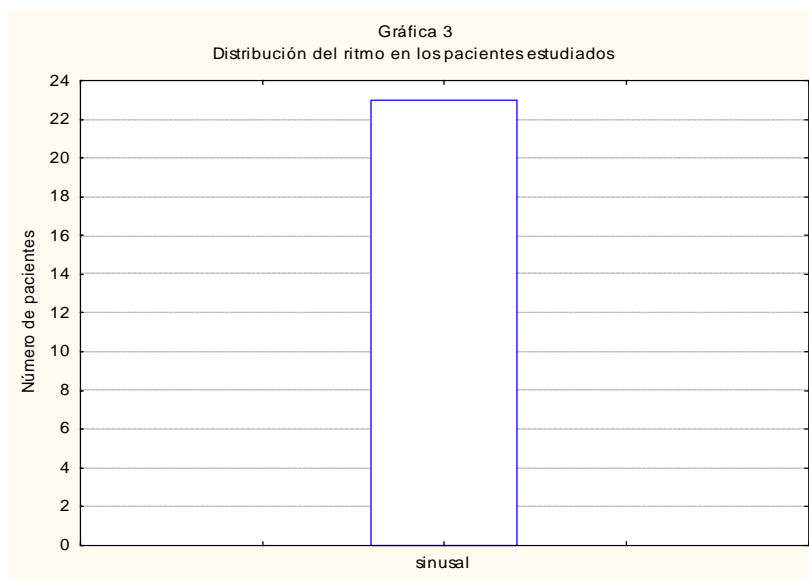
La distribución por sexo de los pacientes estudiados 12 de ellos fueron del género masculino (52.2%) y 11 del género femenino (47.8%). (tabla 2), (gráfica 2 y 2bis)

Tabla 3: Ritmo de los pacientes estudiados.

RITMO	NÚMERO DE PACIENTES	PORCENTAJE
SINUSAL	23	100%
TOTAL	23	100%

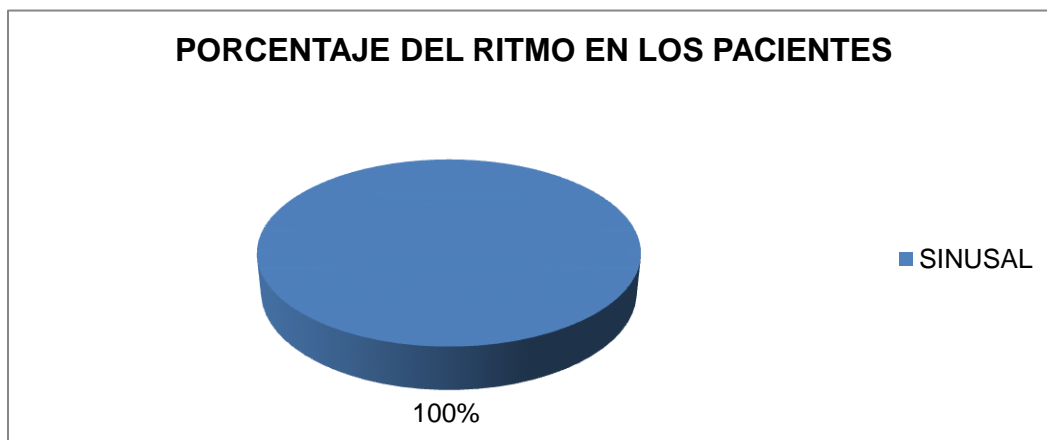
Fuente: Hoja de recolección de datos.

Gráfica 3: Ritmo en los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

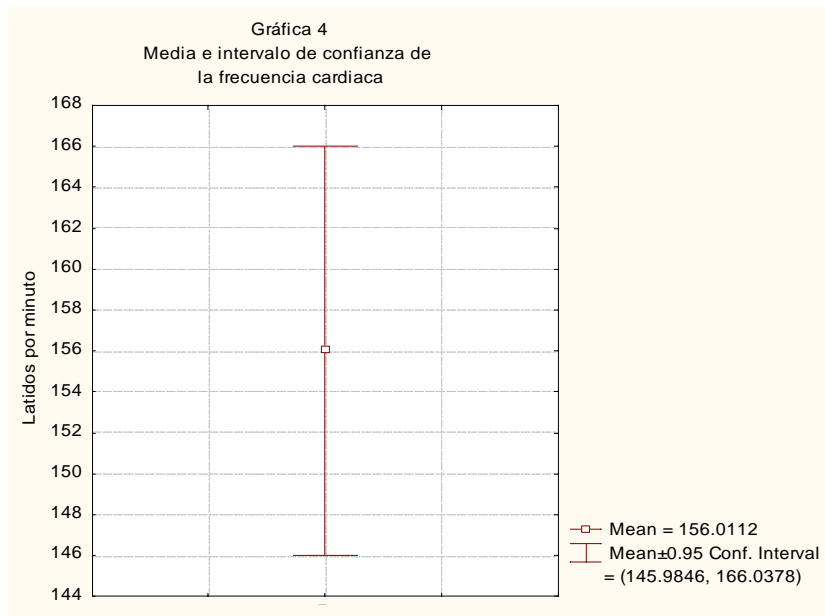
Gráfica 3bis: Porcentaje del ritmo en los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

En lo que respecta a la distribución del ritmo electrocardiográfico los 23 pacientes (100%) fué de tipo sinusal. (Tabla 3, gráfico 3 y 3bis)

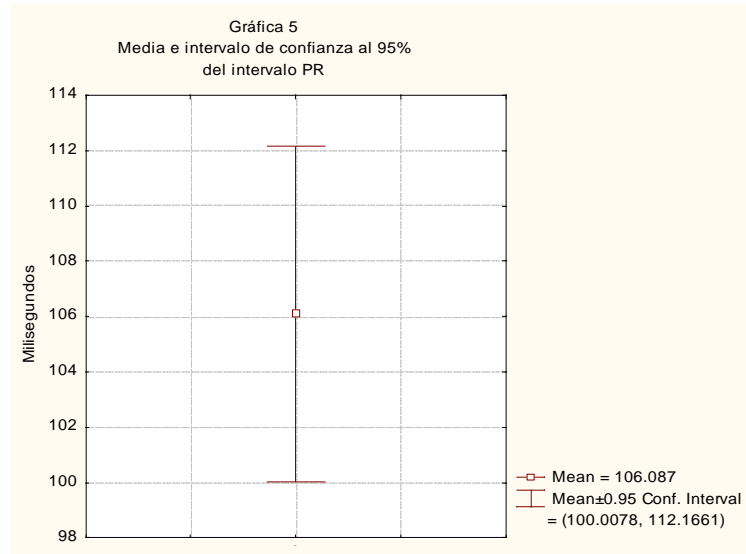
Gráfica 4: Frecuencia cardiaca en los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

En cuanto a la frecuencia cardiaca, la media fué de 156 latidos por minuto, con un intervalo de confianza del 95%, el cual se encuentra entre 145 a 166 latidos por minuto. (gráfica 4)

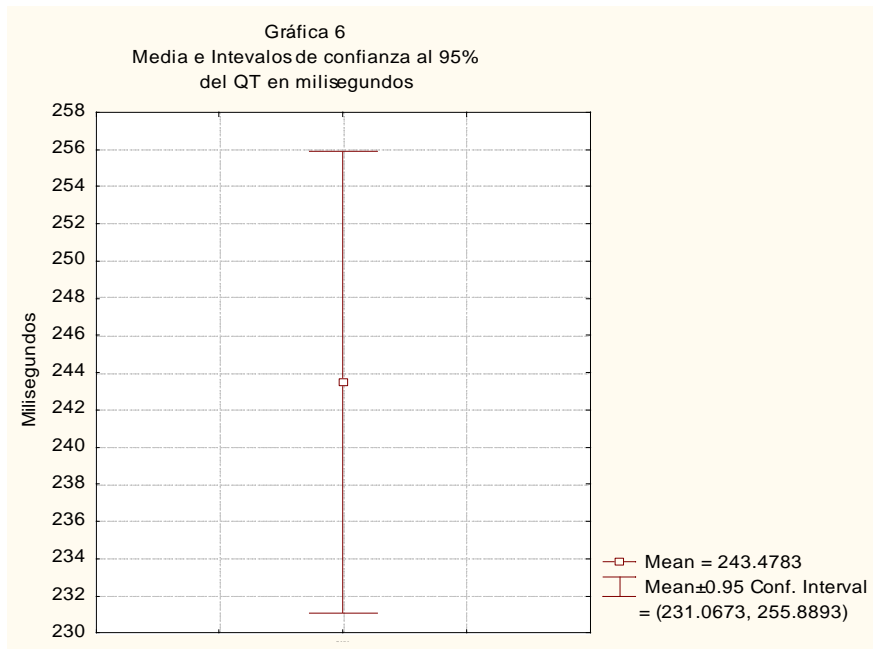
Gráfica 5: Media e intervalo de confianza del intervalo PR en milisegundos de los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

La media del intervalo PR se obtuvo en 106.1 milisegundos, con un intervalo de confianza del 95%, que está entre 100 a 112.1 milisegundos. (gráfica 5)

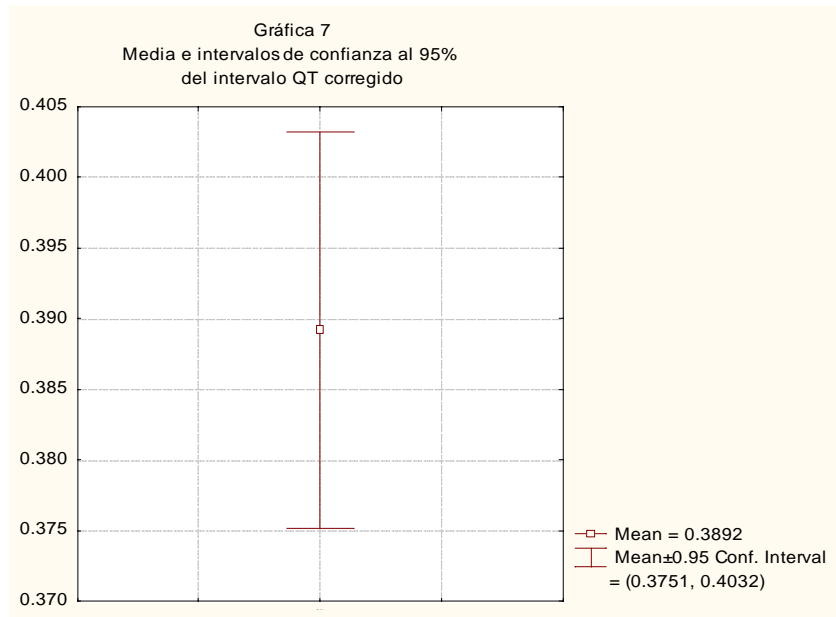
Gráfica 6: Intervalo QT en milisegundos de los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

De los resultados obtenidos de acuerdo a la medida del QT, se reporta una media de 243.5 milisegundos, con un intervalo de 231.1 a 255.9 milisegundos, con una confianza del 95%. (gráfica 6)

Gráfica 7: Intervalo QT corregido de los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

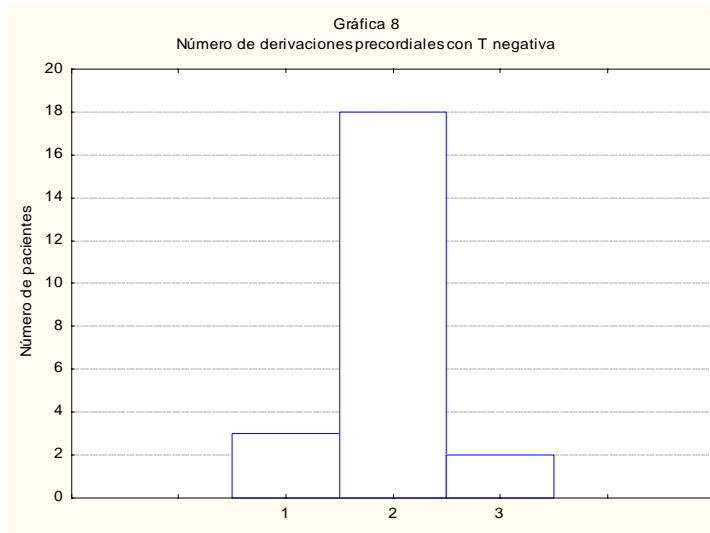
En relación al QT corregido la media se encuentra en 0.3, con un intervalo de confianza del 95% el cual se encuentra en 0.37 a 0.40. (gráfica 7)

Tabla 4: Derivaciones precordiales con T negativa

DERIVACIONES	T NEGATIVA	PORCENTAJE
V1	3	13%
V1 Y V2	18	78.3%
V1, V2 Y V3	2	8.7%
TOTAL	23	100%

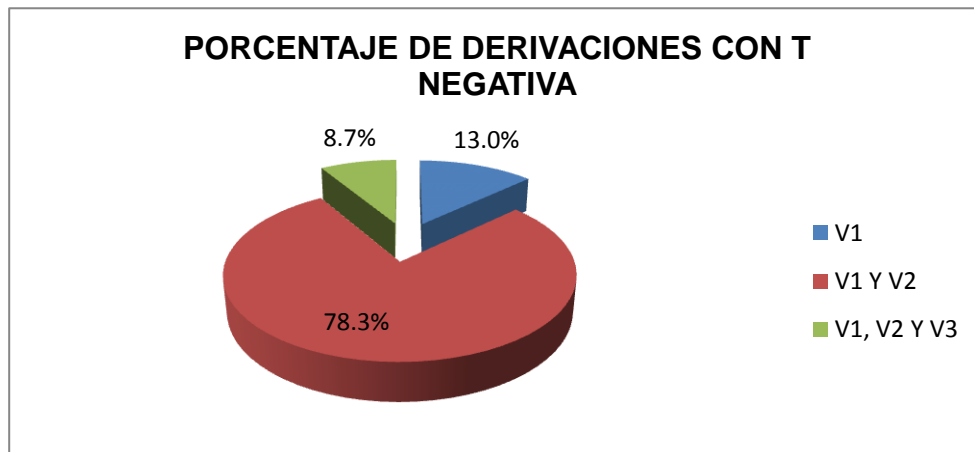
Fuente: Hoja de recolección de datos.

Gráfica 8: Derivaciones precordiales con T negativa.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

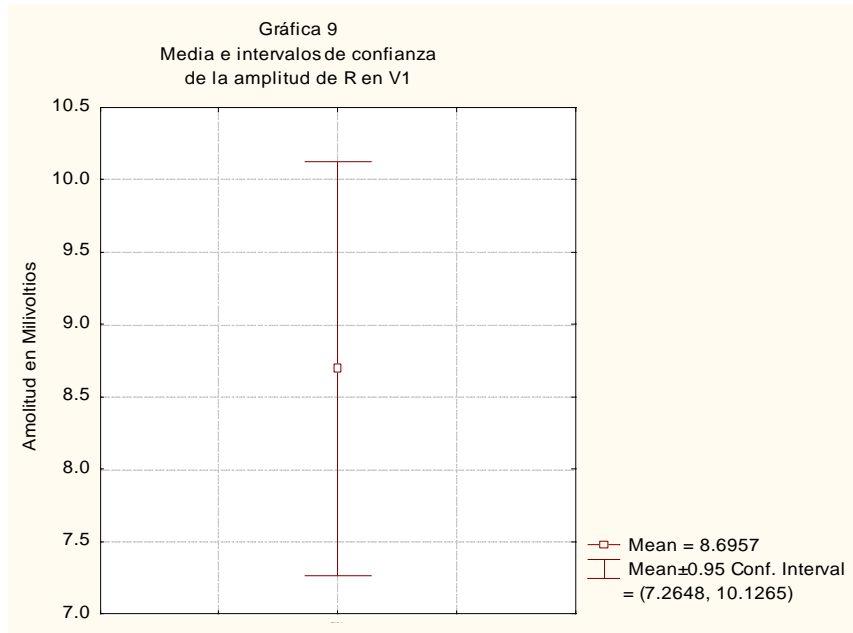
Gráfica 8 bis: Porcentaje de número de derivaciones precordiales con T negativa.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

Con respecto al número de derivaciones precordiales con T negativa se encuentran 3 pacientes sólo en V1 (13%), 18 pacientes en V1 y V2 (78.3%), y 2 pacientes en desde V1 a V3 (8.7%). (gráfica 8 y 8 bis)

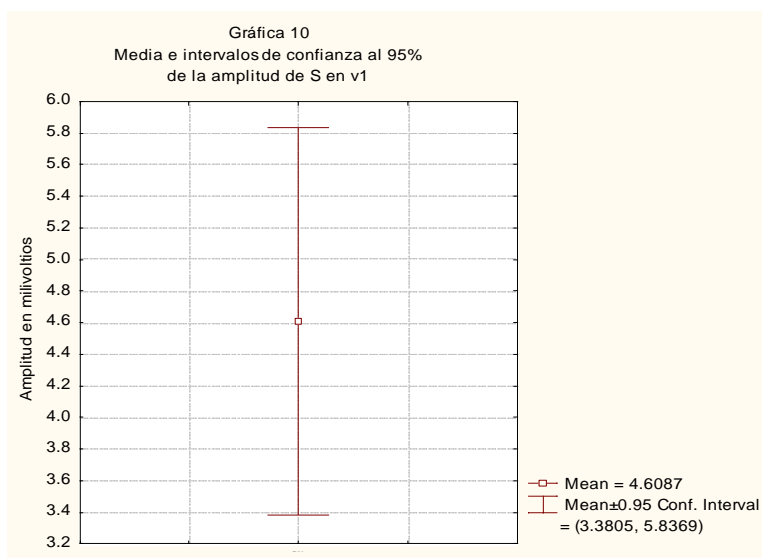
Gráfica 9: Amplitud de R en V1 en los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

Acerca de la amplitud de R en V1 se encuentra una media de 8.6 milivoltios, con un intervalo de confianza del 95% que corresponde 7.2 a 10.12 milivoltios. (gráfica 9).

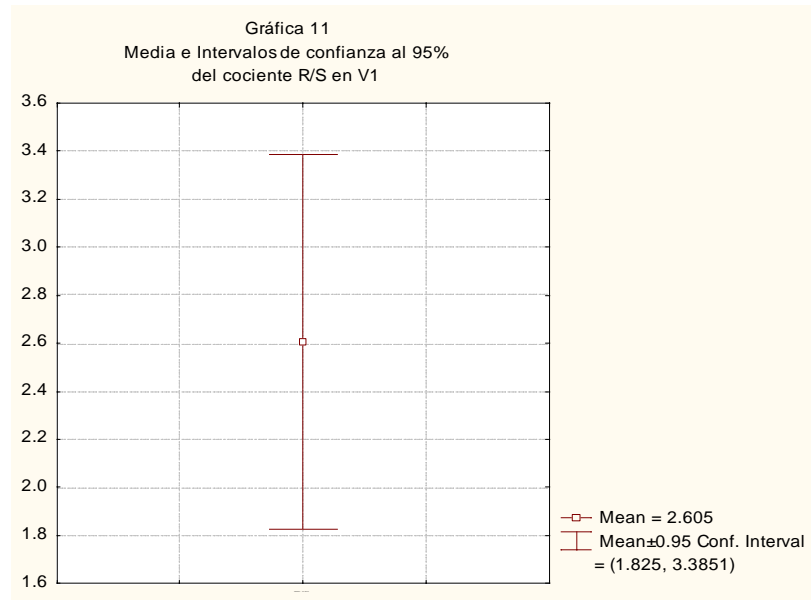
Gráfica 10: Amplitud de S en V1 en los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

En cuanto a la amplitud de S en V1 se encuentra en 4.6milivoltios, con un intervalo de confianza del 95% que va de 3.3 a 5.8milivoltios. (gráfica 10).

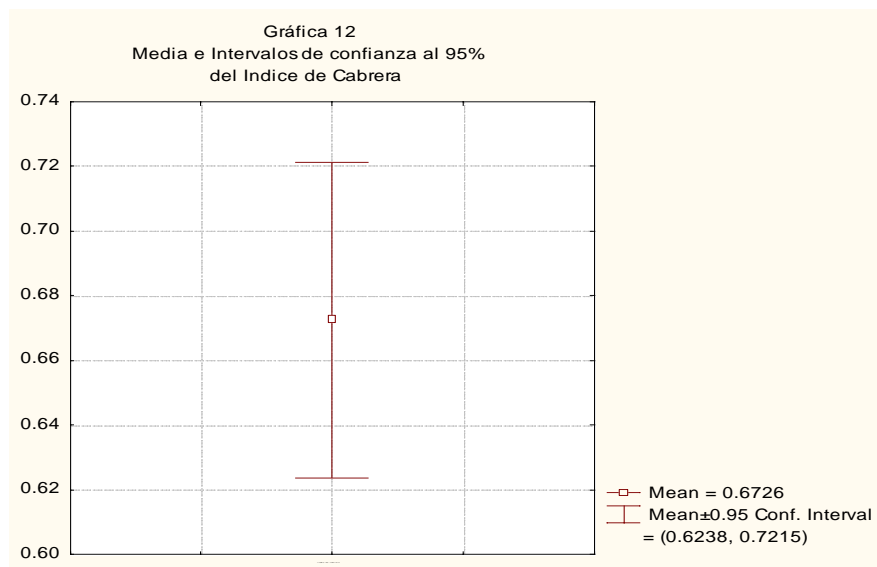
Gráfica 11: Cociente R/S en V1 de los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

Al realizar el cociente R/S, en la derivación V1, la media está en 2.6, con un intervalo de 1.8a 3.3, con una confianza del 95%. (gráfica 11)

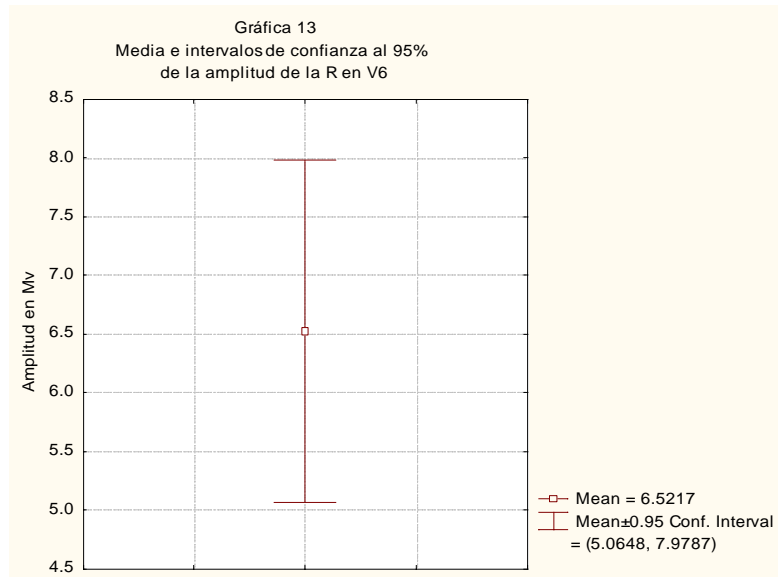
Gráfica 12: Índice de Cabrera en los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

Referente al índice de Cabrera, se reporta una media de 0.6, con un intervalo de confianza del 95% que va de 0.6 a 0.7 (gráfica 12)

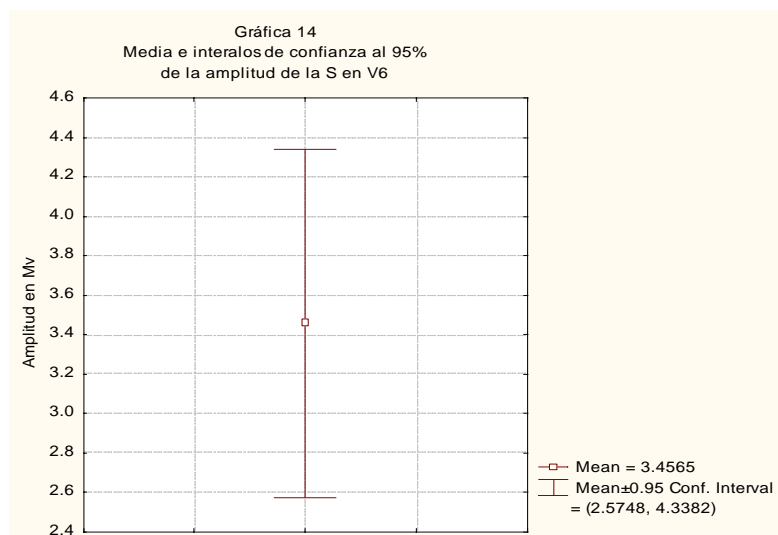
Gráfica 13: Amplitud de R en V6 en los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

Al analizar los resultados obtenidos en la derivación V6 se encuentra en el valor de la amplitud de R una media de 6.5, con un intervalo de confianza del 95% de 5.0 a 7.9. (gráfica 13)

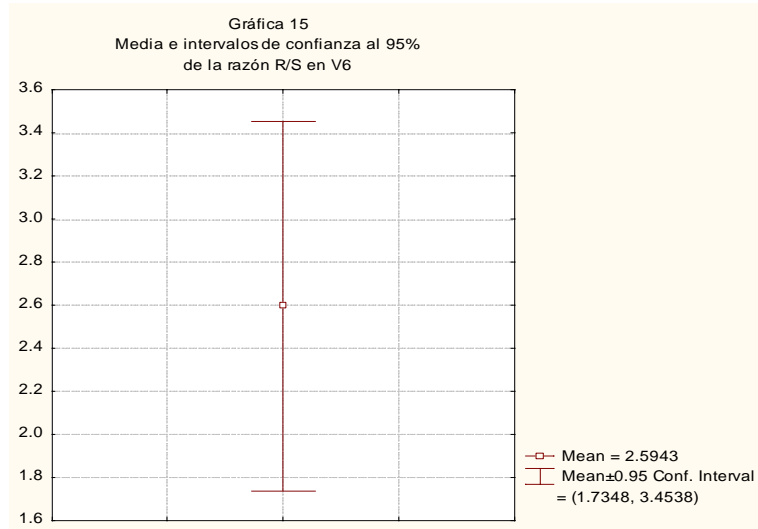
Gráfica 14: Amplitud de S en V6 en los pacientes estudiados-



Fuente: Hoja de recolección de datos.

En cuanto a la amplitud de S en V6, se reporta una media de 3.45, con un intervalo de 2.5 a 4.3, que corresponde al 95% de confianza. (gráfica 14)

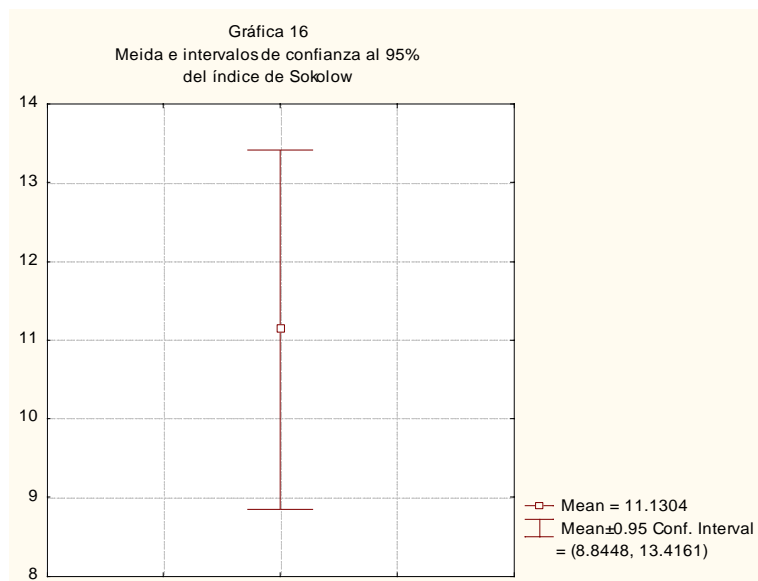
Gráfica 15: Razón de R/S en V6, de los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

En lo que respecta a la razón R/S en la derivación en V6 se encuentra una media de 2.5 con intervalo de confianza de 95% de 1.7 a 3.4. (gráfica 15)

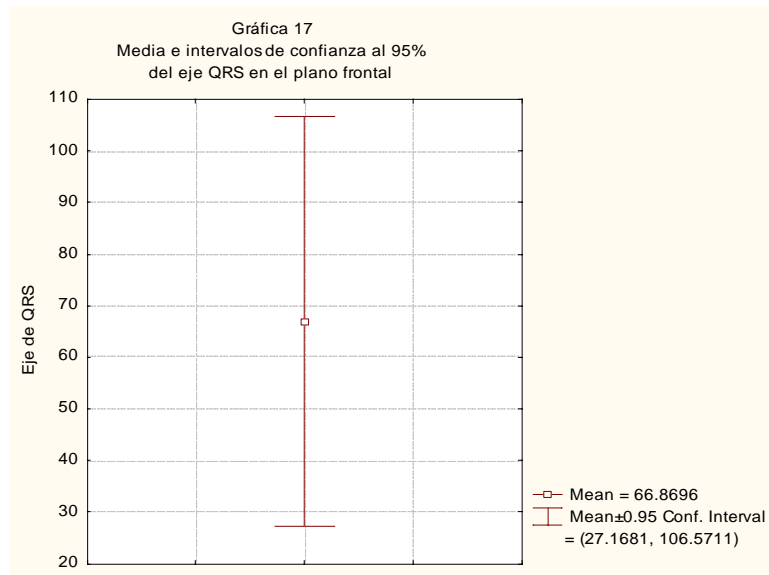
Gráfica 16: Índice de Sokolow en los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

En cuanto a las mediciones del índice de Sokolow se encuentra una media de 11.1, con un intervalo de confianza del 95% que corresponde a 8.8 a 13.4. (gráfica 16)

Gráfica 17: Eje QRS en el plano frontal de los pacientes estudiados.



Fuente: Hoja de recolección de datos.

Finalmente en lo que concierne a los resultados del eje QRS en el plano frontal se reporta una media de 66.8 grados, con un intervalo de confianza al 95% de 27.1 a 106.5 grados con una confianza del 95%. (gráfica 17)

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

Los estudios realizados en diferentes regiones son importantes para conocer la normalidad de cierta población en específico, de acuerdo a sus diferentes características y en donde los resultados nos revelan su comportamiento, así como para conocer si existen diferencias estadísticamente significativas entre los congéneres de un lugar y otro.

En lo referente a la población de lactantes de 3 a 6 meses de nuestro estudio, se encuentran 3 referencias que consideran estas edades en cuanto a la normalidad de los valores del electrocardiograma, sin embargo no existen estudios reportados en la ciudad de Toluca.

Por lo cual realizamos las comparaciones de dichos valores obtenidos en nuestro estudio realizado en la ciudad de Toluca, con estas fuentes, que son el Manual HarrietLane¹⁷ el cual estudia población española, el PEDIADATOS¹⁸ que reporta población estadounidense norteamericana (Filadelfia) y el Atlas de electrocardiografía¹⁹ con estudio de población Vasca.

Ya adentrándonos a los resultados de nuestro estudio, y al afrontarlos con las referencias citadas, (cuadro 3) si se encuentran diferencias estadísticamente significativas en diferentes variables, las cuales se mencionan a continuación.

Cuadro 3: Comparación de resultados obtenidos en este estudio y los valores publicados en las bibliografías referidas ^{17, 18, 19}

	FREC. CARDIACA	EJE QRS	INTERVALO PR	RV1	SV1	R/S V1	RV6	SV6	R/S V6
HARRIET LANE (1 - 6MESES)	145 latidos por minuto	70 grados	0.11 seg	19 mV	15 mV	2.3 mV	22 mV	8.3 mV	5.6 mV
PEDIADATOS (3 – 5 MESES)	141 latidos por minuto	60 grados	0.11 seg	10 mV	6 mV	2.3 mV	13 mV	3 mV	6.2 mV
ATLAS EKG (3 – 6 MESES)	141 latidos por minuto	60 grados	0.105 seg	10 mV	6 mV	2.3 mV	13 mV	3 mV	7 mV
RESULTADOS DE TESIS (3 – 6 MESES)	156 latidos por minuto	55.9 grados	0.106 seg	8.7 mV	4.6 mV	2.6 mV	6.5 mV	3.4 mV	2.5 mV

Seg: segundos, mV: milivoltios.

Inicialmente en la frecuencia cardiaca no se encuentran diferencias ya que se reporta en nuestra población una media de 156 latidos por minuto, mientras que en el manual Harriet Lane¹⁷ se reporta de 145 latidos por minuto y tanto en Pediadatos¹⁸ como en el Atlas de EKG¹⁹ de 141 latidos por minuto. (cuadro 3)

No se encuentran diferencias en el eje QRS, este es de 66.87° en nuestro estudio, de 70° en Harriet Lane¹⁷ y de 60° tanto en Pediadatos¹⁸ como en el Atlas de EKG¹⁹.(cuadro 3)

En lo que respecta al intervalo PR lo reportamos de 0.106seg, mientras que Harriet Lane¹⁷ y Pediadatos¹⁸ lo refieren 0.11 seg y el Atlas EKG¹⁹ en 0.105 seg, lo cual indica, que no se encuentra diferencia en este rango de edad. (cuadro 3)

En cuanto a la derivación V1 encontramos el valor de R es de 8.7mV, si teniendo diferencia con Harriet Lane¹⁷ de 19mV, y sin diferencia en Pediadatos¹⁸ el el Atlas de EKG¹⁹ que reportan 10mV, el valor de S lo obtuvimos de 4.6mV, mostrando diferencia con nuestras 3 fuentes comparadas (cuadro 3) ya que Harriet Lane¹⁷ reporta 15mV, pediadatos¹⁸ y el atlas de EKG¹⁹ de 6mV, finalmente la razón R/S no muestra diferencias siendo el valor de nuestra población de 2.6 y el de las 3 fuentes bibliográficas^{17, 18, 19} de 2.3mV.

Y por último en cuanto a la derivación V6 reportamos un valor de R de 6.52mV, Harriet Lane¹⁷ reporta 22mV, Pediadatos¹⁸ y Atlas de EKG¹⁹ 13mV, por lo cual se encuentra diferencia estadística con las 3 fuentes, (cuadro 3), con respecto a S obtuvimos 3.46mV, si teniendo diferencia con Harriet Lane¹⁷ quien refiere 8.3mV, y sin diferencia con Pediadatos¹⁸ y Atlas de EKG¹⁹ que reportan 3mV, y por último en la razón R/S de 2.59, obtuvimos diferencia con las 3 bibliografías (cuadro 3) las cuales reportan 5.6, 6.2 y 7 respectivamente.

Así mismo se deberán de considerar dentro de las diferencias los rangos de edad mencionados, ya que Harriet Lane¹⁷, abarca también lactantes menores de 3 meses, y Pediadatos¹⁸ de 3 hasta 5 meses, en cuanto al Atlas de EKG¹⁹ si considera las mismas edades que nuestro estudio, lo cual seguramente influye por la fisiología presentada en cada edad.¹⁶

Dentro de nuestro estudio incluimos dos índices predictores de hipertrofia ventricular.

El índice de Cabrera para valorar ventrículo derecho, en donde todos los pacientes de nuestro estudio demuestran hipertrofia, lo cual corrobora el predominio de ventrículo derecho en nuestra población.⁹

Así mismo el índice de Sokolow nos habla de hipertrofia ventricular izquierda, y en donde todos nuestros pacientes no muestran dicho crecimiento, lo cual igualmente corrobora lo escrito en la bibliografía consultada. ¹³

CONCLUSIONES

1. Se demuestra en nuestro estudio, los valores electrocardiográficos normales, en una muestra en la ciudad de Toluca en lactantes sanos de 3 a 6 meses de edad.
2. Se muestran las diferencias en lactantes de 3 a 6 meses de edad, con respecto a lo reportado en poblaciones similares en Estados Unidos de Norteamérica y en países europeos como España y País Vasco.
3. Dentro de las diferencias en el retraso de transición del predominio izquierdo, demuestran que las características geográficas y ambientales también influyen.
4. La diferente altitud de cada región, puede modificar el predominio de ventrículos, por ejemplo la altitud en la ciudad de Filadelpia se encuentra a 259 metros sobre el nivel del mar, mientras que la ciudad de Toluca se encuentra a 2,600 metros sobre el nivel del mar.
5. Ante lo cual se sugiere que se debe fomentar la realización de más estudios, en cada región, en pacientes sanos, para determinar su normalidad, y de acuerdo a los resultados poder valorar pacientes con alguna patología.

ANEXO 1

PARÁMETROS ELECTROCARDIOGRÁFICOS EN UNA POBLACION DE LACTANTES SANOS DE 3 A 6 MESES DE EDAD.

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del Estudio: Parámetros electrocardiográficos en una población de lactantes sanos de 3 a 6 meses de edad.
Investigadores : Dr. Gustavo Gabriel Mendieta Alcántara
Instituciones: Hospital para el Niño IMIEM

NATURALEZA DEL ESTUDIO:

Se ha solicitado la participación de su niño en un estudio de investigación clínica. El propósito de este estudio es determinar los parámetros electrocardiográficos en una población similar a la edad de su niño, a través de un estudio llamado electrocardiograma.

Este consentimiento contiene información detallada acerca del estudio de investigación clínica, el cual discutirá con usted la persona que va a realizar la investigación, una vez que usted entienda el propósito del estudio, se le pedirá que firme esta carta, si usted acepta que el menor a su cargo participe en el estudio se le entregará una copia para que la tenga como antecedente.

Al firmar este documento, usted no altera los derechos legales del menor, pero indicará que entiende la información y que da su consentimiento para que se le realicen procedimientos médicos y que participará en el estudio de investigación. Por favor lea esta carta con cuidado. No dude en preguntar acerca de cualquier información contenida en ella.

Nombre y Rúbrica del padre o tutor.

PROPÓSITO DE ESTE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

El propósito de este estudio es determinar las características de un electrocardiograma en niños que no tengan alteración cardiaca como es el caso del hijo (a) de usted, esto nos ayudará a delimitar la normalidad de este estudio en un grupo de niños de similar edad al suyo y nos permitirá conocer las diferencias entre niños sanos y enfermos permitiéndonos detectar a éstos últimos con más precisión.

DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

Se le solicita su consentimiento para que su hijo(a) participe en este estudio y para la toma de un estudio electrocardiográfico.

Para ingresar al estudio el bebé deberá cumplir con los siguientes criterios de inclusión: Nacido de término, ausencia de antecedentes patológicos personales referentes a una cardiopatía congénita ó enfermedad del corazón, asimismo no debe existir antecedentes de sufrimiento fetal ó falta de oxigenación al nacer, la madre no debe tener un padecimiento que pudiera haber causado potencialmente daño al niño.

Nombre y Rúbrica del Padre o Tutor

BENEFICIOS POSIBLES DE ESTA INVESTIGACIÓN

Usted no pagará por ningún estudio realizado al menor durante esta investigación. Si se detecta una anomalía al revisar a su bebé o al analizar el estudio se le canalizará con el especialista correspondiente.

RIESGOS, INCOMODIDADES Y MOLESTIAS:

Al momento de tomar el electrocardiograma el niño puede experimentar cierta incomodidad pero la toma del estudio en sí es inocua.

CONFIDENCIALIDAD

El nombre del menor y los reportes de la investigación se mantendrán confidenciales. Sin embargo usted debe saber que los investigadores autorizados y el personal médico que están

encargados de la salud del niño tendrán acceso a los expedientes de la investigación. La privacidad y confidencialidad de los expedientes estarán protegidas por la ley. Los resultados de esta investigación pueden ser publicados. Los reportes publicados no incluirán el nombre o cualquier otra información que pueda identificar a su niño(a).

Al firmar esta forma usted permite la revisión de los estudios que se le tomen al niño para su posterior publicación.

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y RETIRO

Su decisión para que el menor participe en el estudio debe ser completamente voluntaria. Usted es libre de escoger si el menor participa o no en el estudio; no habrá ninguna represalia o pérdida de sus beneficios si usted decide no participar.

Antes de tomar su decisión, la persona a cargo de la investigación deberá aclararle cualquier duda y contestar cualquier pregunta que usted tenga con respecto al estudio. No firme esta carta a menos que usted tenga la oportunidad de preguntar y tener respuestas satisfactorias a sus preguntas.

Aún estando de acuerdo en que el menor participe en el estudio, usted puede retirarlo de este en cualquier momento. Si usted decide retirarlo del estudio, no será causa de represalias o pérdida de beneficios. Después de retirarse del estudio, usted podrá solicitar atención médica para su hijo(a) como cualquier usuario del hospital. Antes de retirarlo del estudio, usted deberá notificar a las personas a cargo de la investigación, acerca de su deseo de retirarlo.

Los investigadores pueden suspender el estudio en cualquier momento de lo cual se le informará a usted oportunamente.

CONSENTIMIENTO

Al firmar esta carta, estoy de acuerdo en que:

- 1.- Leí o me leyeron en su totalidad y me explicaron esta forma de consentimiento informado, describiendo el proyecto de la investigación.
- 2.- Tuve la oportunidad de preguntar a una persona a cargo de la investigación y recibí respuestas satisfactorias
- 3.- Tengo en mi poder una copia firmada de la forma de consentimiento informado.
- 4.- Se me preguntó acerca de la participación del menor en la investigación. El no está participando en este momento en ningún otro proyecto de investigación. Entiendo los riesgos y los beneficios, y doy libremente mi consentimiento para que participe en el proyecto de investigación que se contiene en esta forma bajo las condiciones que se indican.
- 5.- Entiendo que puedo rehusarme o retirarlo de la investigación en cualquier momento sin represalias.

Firma y Nombre del Padre o Tutor

Fecha _____

Dirección _____

Teléfono _____

DECLARACIÓN DEL INVESTIGADOR

He tenido cuidado en explicar al padre o tutor del paciente la naturaleza del protocolo. Certifico que con el mejor conocimiento se firmó esta forma de consentimiento conociendo la naturaleza, riesgos y beneficios que involucran al menor al participar en este estudio. No hubo problema médico, barrera educacional o de idioma para impedir el claro entendimiento de los aspectos que involucra el estudio.

Nombre y Firma del Investigador

ANEXO 2

INSTITUTO MATERNO INFANTIL DEL ESTADO DE MÉXICO

HOSPITAL PARA EL NIÑO

NOMBRE _____

GÉNERO F M

REGISTRO _____

EDAD _____

ANTECEDENTES PERSONALES PATOLÓGICOS

POSITIVOS NEGATIVOS

ANTECEDENTES PERINATALES DE IMPORTANCIA

POSITIVOS NEGATIVOS

SANO

PATOLOGIA ACTUAL

SE INCLUYE A ESTUDIO

NO SE INCLUYE AL ESTUDIO

RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE _____

VARIABLE	VALOR
EDAD CRONOLÓGICA	
GÉNERO	
RITMO	
FRECUENCIA CARDIACA	
EJE DE QRS EN PLANO FRONTAL	
INTERVALO PR	
DURACION DE QRS	
VOTAJE DE R EN V1	

VOLTAJE DE S EN V1	
COCIENTE R/S EN V1	
VOLTAJE DE R EN V6	
VOLTAJE DE S EN V6	
COCIENTE DE R/S EN V6	
INTERVALO QT	
QT CORREGIDO	
ONDA T	

BIBLIOGRAFÍA

1. GUYTON Arthur C. Tratado de fisiología médica. 10ª edición, Mc Graw-Hill Interamericana, 2001. 115-171pp.
2. GANONG William F. Fisiología médica. 9ª edición, Manual moderno, 1984. 427-521pp.
3. GUADALAJARA Boo. Cardiología, 6ª. Méndez Editores S.A. de C.V. 2006. 1192pp.
4. DALE DAVIS. Interpretación del electrocardiograma. Panamericana. 1992. 351pp.
5. BRAUNWALD Charles F. Electrocardiografía, Tratado de Cardiología 5ª edición Volumen I, cap. 4, 115-164 pp.
6. SHAW Michael. Electrocardiograma, interpretación clínica, 2ª edición. El manual moderno, 1996. 125pp.
7. Perez-Lescure FJ, y Cols. El electrocardiograma en Pediatría de atención primaria (II). Cambios relacionados con la edad y arritmias básicas. Revista de Pediatría de atención primaria. Volumen VII. Numero 27. Julio/Septiembre 2005. 20pp
8. Pérez- Lescure FJ. Guía rápida para la lectura sistémica del ECG pediátrico. Revista Pediatría de atención primaria. Volumen VIII. Numero 30. Abril/Junio 2006. 20pp
9. SUÁREZ Federico. Electrocardiograma, guía de bolsillo para su interpretación. 1ª edición. Corpus, 2004. 125pp.
10. BAYES LA. Formación continuada en cardiología. Avances en electrocardiología. Barcelona, Sociedad Española de Cardiología, Ediciones Doyma SA, 2. Argitaraldia, 1992 128pp.

11. CASADO, Flores J. Urgencias y tratamiento del niño grave, Oceano/ergon. 2010. 63-193 pp.
12. CABRERA EGA: Teorías y práctica de la electrocardiografía. La prensa Médica Mexicana, 2. Argitaraldia, 1966.312pp´.
13. GONZÁLEZ Juanatey José Ramón. Tutorial de electrocardiograma, Complejo Universitario de Santiago de Compostela, servicio de cardiología UCC. 112pp.
14. KEITH L Moore. Embriología clínica, Editorial Interamericana Mc Graw-Hill, México, Sexta Edición, 1999. 101-193pp.
15. MYUNG K. Park, MD, FAAP, FACC. Cardiología pediátrica, 5a. ed, España; El Sevier, 2008. 680pp.
16. PORTILLO Márquez Manuel. Cardiología infantil, VI foro de pediatría de atención primaria de extremadura; 2009. 57 – 73 pp.
17. ROBERTSON. Jason MD, et al; Manual HarrietLane de pediatría, 17a. ed, España; El Sevier, 2008. 1119pp.
18. OSCAR Jaime Velázquez. Pediadatos, Colombia, Medellín, 2ª. Edición 2007.169-184pp
19. ALERBE. Zavaleta, pedro Luis. Atlas de electroardiografía, Osakidetza. Administración de la Comunidad Autónoma Vasca, 2008. 395pp.
20. JENIFER Pérez Perez, Gustavo Gabriel Mendieta Alcántara. Tesis de parámetros electrocardiográficos en una población de lactantes sanos de un mes a dos meses de edad. 2010. 37pp.