



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

SECRETARÍA DE SALUD

**INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA**

Electrocardiograma en Pediatría

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:

PEDIATRIA

P R E S E N T A:

**Dr. Arturo Roldan Arce**

TUTOR DE TESIS:

DR. LUIS MARTIN GARRIDO GARCIA



MÉXICO, D.F.

2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México




**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **ELECTROCARDIOGRAMA EN PEDIATRIA**



**DR. ALEJANDRO SERRANO SIERRA  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE  
ESPECIALIZACION EN PEDIATRIA**



**DRA. ROSAURA ROSAS VARGAS  
DIRECTORA DE ENSEÑANZA**



**DR. LUIS MARTÍN GARRIDO GARCIA  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PRE Y POSGRADO**



**DR. LUIS MARTÍN GARRIDO GARCIA  
TUTOR DE TESIS**

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres por su amor y apoyo incondicional, mi ejemplo a seguir.

A mis Hermanos por alegrar mi vida y creer siempre en mí.

A mis sobrinos Emilio y Sofía por reafirmar mi pasión por la pediatría.

Al Dr. Luis Martín Garrido por su gran apoyo y colaboración.

A mis amigos y compañeros por sus consejos y su compañía.

*“Al Instituto Nacional de Pediatría por darme todo lo que un residente puede anhelar.*

## INDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
TOMA DEL ELECTROCARDIOGRAMA.....	6
COMPARACIÓN DEL ELECTROCARDIOGRAMA DE ADULTOS Y EL PEDIÁTRICO.....	8
INTERPRETACIÓN DEL ELECTROCARDIOGRAMA.....	9
RITMO.....	11
FRECUENCIA CARDIACA.....	12
EJE EECTRICO.....	13
INTERVALOS Y SEGMENTOS.....	15
ELECTROCARDIOGRAMA ANORMAL.....	18
DILATACION ATRIAL DERECHA.....	18
DILATACION ATRIAL IZQUIERDA.....	19
HIPERTROFIA VENTRICULAR DERECHA.....	20
HIPERTROFIA VENTRICULAR IZQUIERDA.....	21
TRASTORNOS DE LA CONDUCCION.....	22
BIBLIOGRAFIA.....	25

## **Introducción**

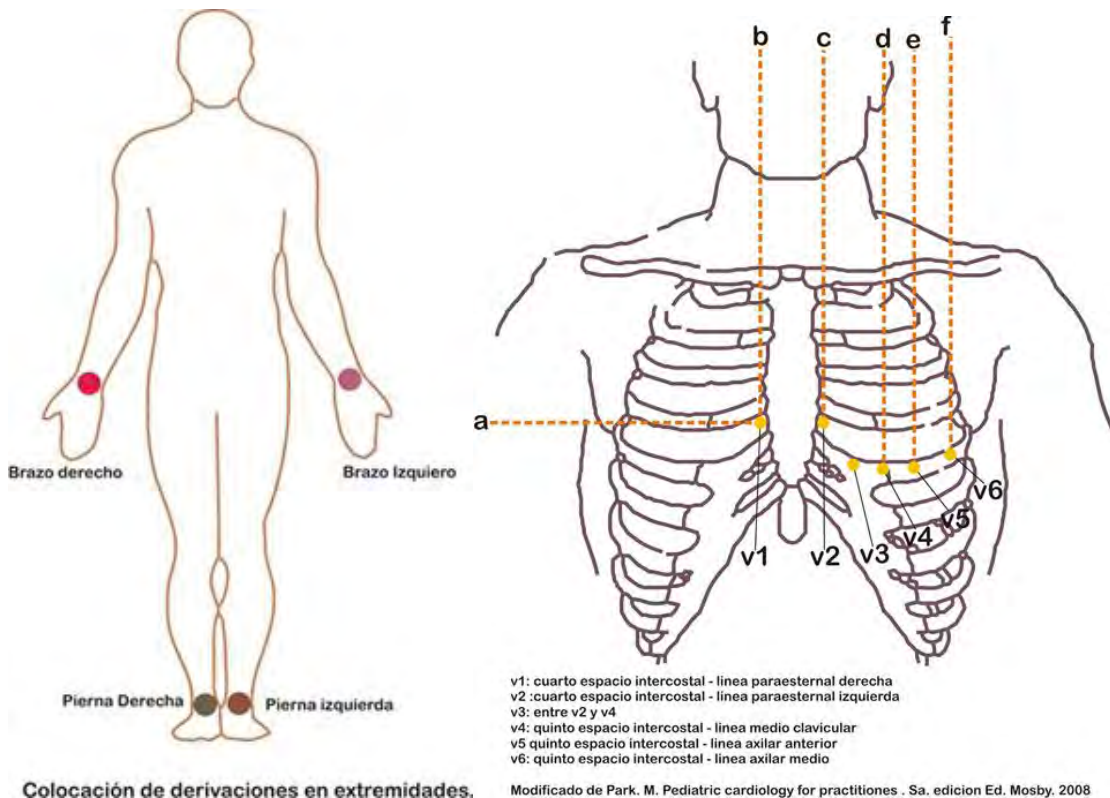
William Einthoven, en 1901, ideó un aparato para registrar y grabar en una tira de papel que corre a velocidad constante las corrientes eléctricas que se originan en el corazón. Al aparato se le llama electrocardiógrafo y al registro gráfico de las corrientes cardiacas se le denomina electrocardiograma (ECG).

La presencia de anomalías electrocardiográficas en pediatría suele ser frecuente y asociarse al cuadro clínico de las cardiopatías congénitas o adquiridas. La hipertrofia (de los ventrículos y aurículas) y los trastornos de la conducción ventricular son los dos tipos más habituales de anomalías electrocardiográficas. Otras anomalías en el ECG, como los trastornos de la conducción auriculoventricular, las arritmias y las alteraciones del segmento ST y de la onda T también son comunes en el diagnóstico clínico de los problemas cardiacos.

## Toma del electrocardiograma

La toma del ECG pediátrico no tiene diferencia con respecto al del adulto, la colocación de los electrodos se realizan en los mismos sitios anatómicos, procurando conseguir electrodos o parches adecuados para la edad y tamaño del paciente. El sitio de colocación de los electrodos se representa en las Figuras 1 y 2.

Figura No. 1 y 2



## Calibración y papel del electrocardiograma

El ECG se registra sobre papel milimétrico, el cual, como su nombre hace referencia, está dividido en cuadros pequeños de 1 x 1 mm cada uno; para su fácil lectura, existen divisiones cada 5 mm. El tiempo se mide de forma horizontal y el voltaje se mide de forma vertical.

Velocidad del papel: La velocidad estándar del papel es de 25 mm/seg. La velocidad puede ajustarse para hacer evidentes algunos trazos. La velocidad siempre debe estar especificada en un ECG.

Voltaje: El voltaje estándar es de 10mm/mV, este puede hacerse más grande y más pequeño para evidenciar o ajustar los trazos electrocardiográficos. El voltaje debe estar especificado y la calibración graficada al inicio o al final del ECG.

Figura No. 3

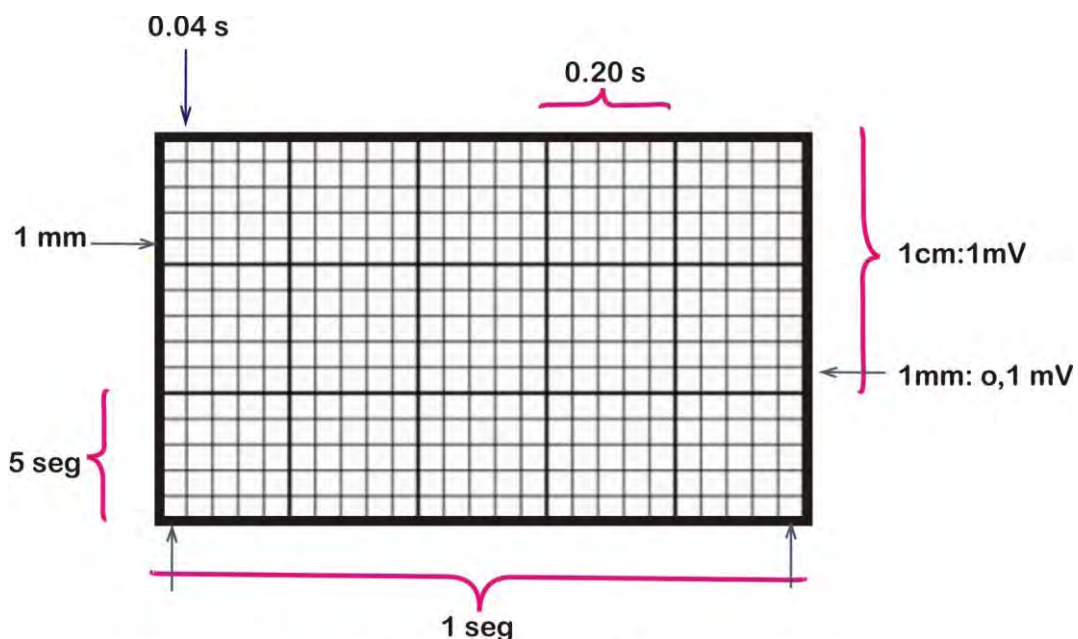


Imagen donde se muestra 1 segundo en papel electrocardiográfico a una velocidad de 25mm/segundo. Se señala el equivalente de 1mm y 5mm en tiempo de registro electrocardiográfico. También se señala la escala de voltaje en papel electrocardiográfico



## **Comparación del electrocardiograma de adultos y el pediátrico**

La diferencia más notable entre el ECG de los niños y los adultos, es la predominancia del ventrículo derecho, esta es más característica en recién nacidos, y gradualmente cambia a la dominancia del ventrículo izquierdo de los adultos a medida que el paciente va creciendo.

La predominancia del ventrículo derecho es expresada en el ECG por desviación del eje eléctrico hacia la derecha, fuerzas del QRS hacia la derecha y/o anteriores (por ejemplo, ondas R altas en derivaciones aVR y en precordiales derechas [V4R, V1 y V2] y ondas S profundas en derivaciones DI y las precordiales izquierdas [V5 y V6]), comparados con el ECG del adulto.

Otra diferencia importante entre el ECG pediátrico al del adulto, es la variación tan importante en la frecuencia cardiaca.

## **Interpretación del electrocardiograma**

La secuencia básica para la correcta interpretación de un ECG pediátrico, se basa en la determinación de ciertos aspectos generales. Los métodos de medición deben asociarse con la determinación de los valores normales o anormales además de la significancia de dichos valores anormales. Ver Tabla No. 1

1. Ritmo (sinusal o no sinusal)
2. Frecuencia Cardíaca
3. Eje QRS
4. Intervalos PR, QRS y QT
5. Amplitud y duración de la onda P
6. Amplitud QRS
7. Segmento ST y anomalías T

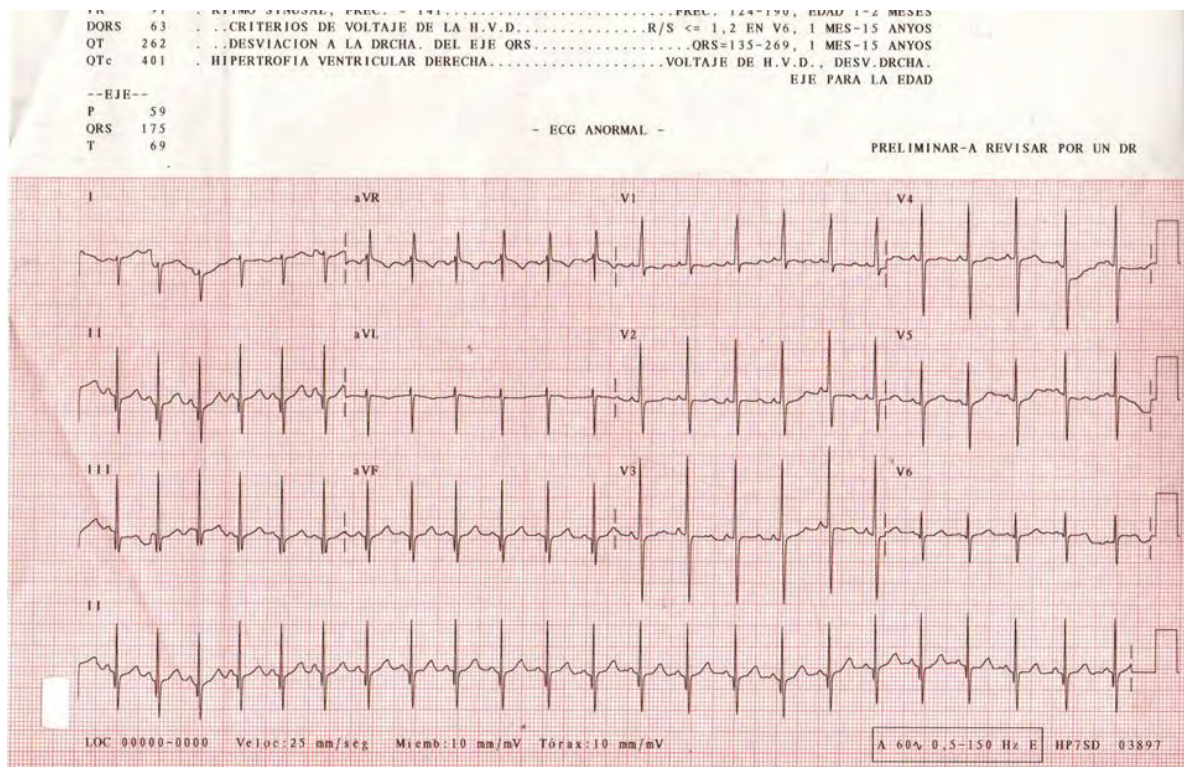
**TABLA No 1.** Valores normales de frecuencia cardiaca, del intervalo P-R y del complejo QRS en pediatría

<b>Edad</b>	<b>Frecuencia Cardiaca</b>	<b>QRS Eje</b>	<b>Intervalo PR (seg)</b>	<b>Duración QRS (seg)</b>
<b>0-7 días</b>	95-160 (125)	+30 a 180 (110)	0.08-0.12 (0.10)	0.05 (0.07)
<b>1-3 semanas</b>	105-180 (145)	+30 a 180 (110)	0.08-0.12 (0.10)	0.05 (0.07)
<b>1-6 meses</b>	110-180 (145)	+10 a +125 (+70)	0.08-0.13 (0.11)	0.05 (0.07)
<b>6-12 meses</b>	110-170 (135)	+10 a +125 (+60)	0.10-0.14 (0.12)	0.05 (0.07)
<b>1-3 años</b>	90-150 (120)	+10 a +125 (+60)	0.10-0.14 (0.12)	0.06 (0.07)
<b>4-5 años</b>	65-135 (110)	0 a +110 (+60)	0.11-0.15 (0.13)	0.07 (0.08)
<b>6-8 años</b>	60-130 (100)	-15 a +110 (+60)	0.12-0.16 (0.14)	0.07 (0.08)
<b>9-11 años</b>	60-110 (85)	-15 a +110 (+60)	0.12-0.17 (0.14)	0.07 (0.09)
<b>12-16 años</b>	60-110 (85)	-15 a +110 (+60)	0.12-0.17 (0.15)	0.07 (0.10)
<b>&gt; 16 años</b>	60-100 (80)	-15 a +110 (+60)	0.12-0.20 (0.15)	0.08 (0.10)

Adaptado de Park MK. Pediatric Cardiology for Practitioners 5th edition, Mosby Co. 2008 y Davignon A et al: Normal ECG standards for infants and children. Pediatr Cardiol 1979; 1:123-131.

**Ritmo:** El ritmo sinusal es el ritmo normal a cualquier edad. El estímulo cardiaco se origina en el nodo sinusal que se encuentra en la parte superior derecha de la masa atrial y el vector de activación atrial se dirige de izquierda a derecha, de arriba hacia abajo y de derecha a izquierda. Electrocardiográficamente se caracteriza por una onda P que precede a un complejo QRS y un eje de onda P normal (0 a +90 grados). La onda P debe visualizarse positiva en DI y aVF y negativa en aVR.

Figura No 4.



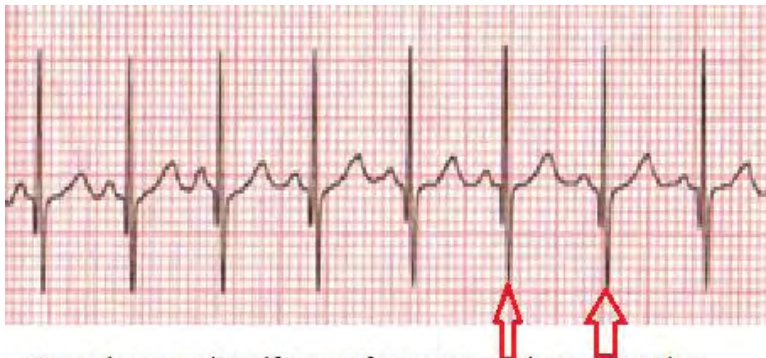
Electrocardiograma en ritmo sinusal: P negativa en aVR, positiva en aVF, onda P que siempre preceda al complejo QRS, con intervalo P-R constante e intervalo P-R Normal

## Frecuencia cardíaca

La frecuencia cardíaca es de los aspectos con mayor variación en la edad pediátrica. Existen diversos métodos para cuantificar la frecuencia cardíaca, sin embargo todos los métodos están basados en la escala del papel del ECG. A la velocidad habitual de 25mm/seg, 1 mm = 0.04 segundos y 5 mm = 0.20 segundos. Los siguientes son algunos de los métodos más frecuentemente utilizados para el cálculo de la frecuencia cardíaca:

- Contar los ciclos R-R en 6 divisiones grandes (de 5 mm) y multiplicarlos por 50.
- Cuando la frecuencia cardíaca es lenta, contar el número de divisiones grandes entre las dos ondas R y dividirla entre 300 (1 minuto=300 divisiones grandes)
- Medir el intervalo R-R y dividirlo entre 60
- Calcular de forma aproximada al memorizar las frecuencias cardíacas para intervalos R-R seleccionados. Cuando los intervalos R-R son 5, 10, 15 20 y 25 mm, las frecuencias cardíacas respectivas son 300, 150, 100, 75 y 60 latidos por minuto.

**Figura No 5.**



Trazo electrocardiográfico con frecuencia cardíaca de 142 lpm.  
Entre cada QRS existen 2.1 cuadros grandes de distancia.  
 $300/2.1=142$

## **Eje eléctrico**

La determinación del eje eléctrico en el plano frontal se hace en forma individual para la onda P, el complejo QRS y la onda T. El eje determina la dirección predominante de la suma de la actividad eléctrica cardíaca.

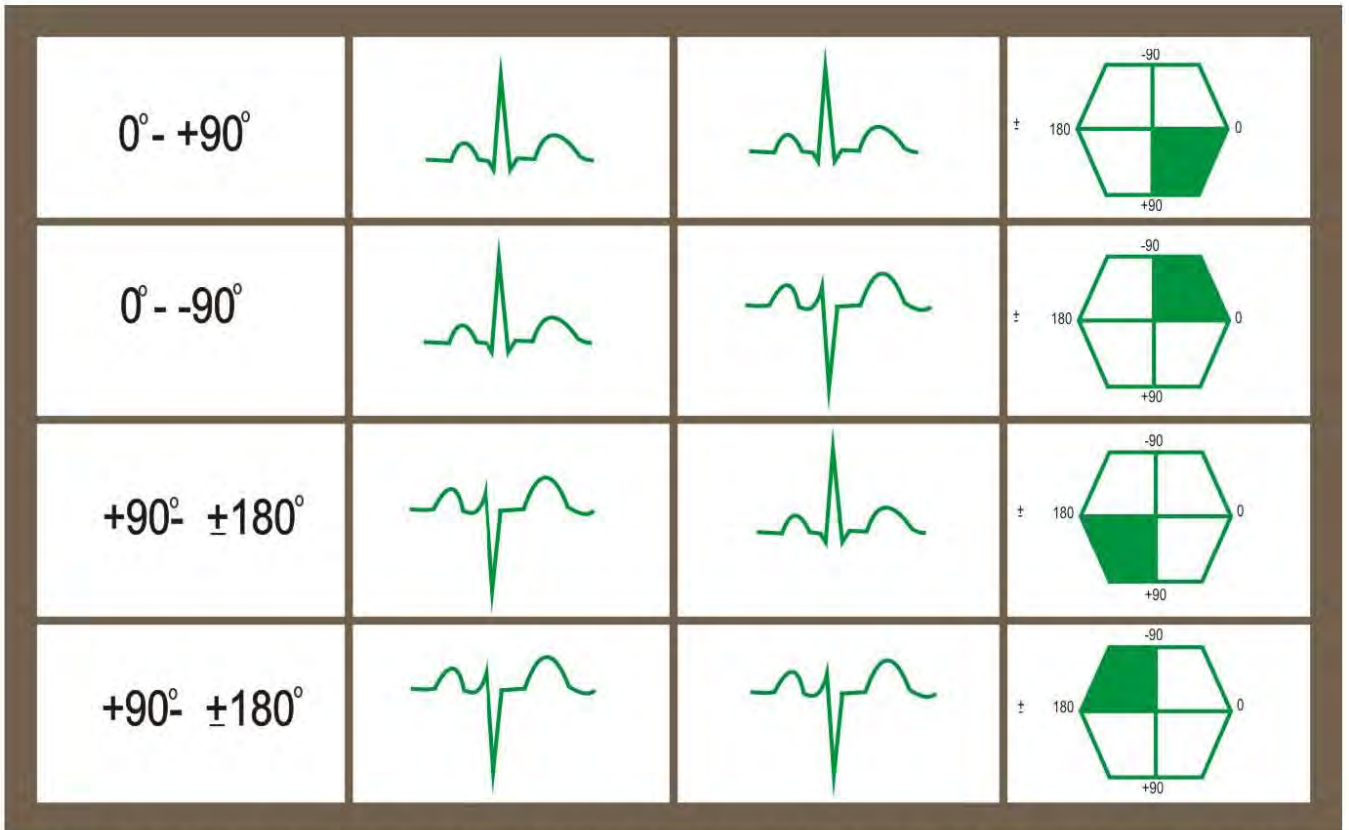
### **Eje del complejo QRS.**

Se refiere al vector de activación ventricular. Existen varios métodos para su determinación, sin embargo un método muy utilizado para la determinación del eje eléctrico del complejo QRS es el método de aproximación sucesiva utilizando como guía el sistema hexaxial. Se sugiere como primer paso, localizar el cuadrante donde se localiza el eje eléctrico utilizando las derivaciones DI y aVF. (Como se observa en la figura No.6) El siguiente paso, encontrar en las derivaciones frontales restantes el complejo QRS más isodifásico. El eje del QRS es perpendicular a esa derivación isodifásica.

El eje normal del QRS varía con la edad. Los recién nacidos tienen un eje eléctrico desviado a la derecha comparado con el adulto. Aproximadamente a los 3 años de edad, el eje del complejo QRS se acerca al valor medio de  $+60^\circ$  encontrado en el adulto.

**El eje de la onda T.** El eje de la onda T se evalúa utilizando el mismo método que para la determinación del eje del QRS. En los niños normales incluyendo a los recién nacido, el eje de T promedio es de  $+45^\circ$  (rango 0 a  $+90^\circ$ ).

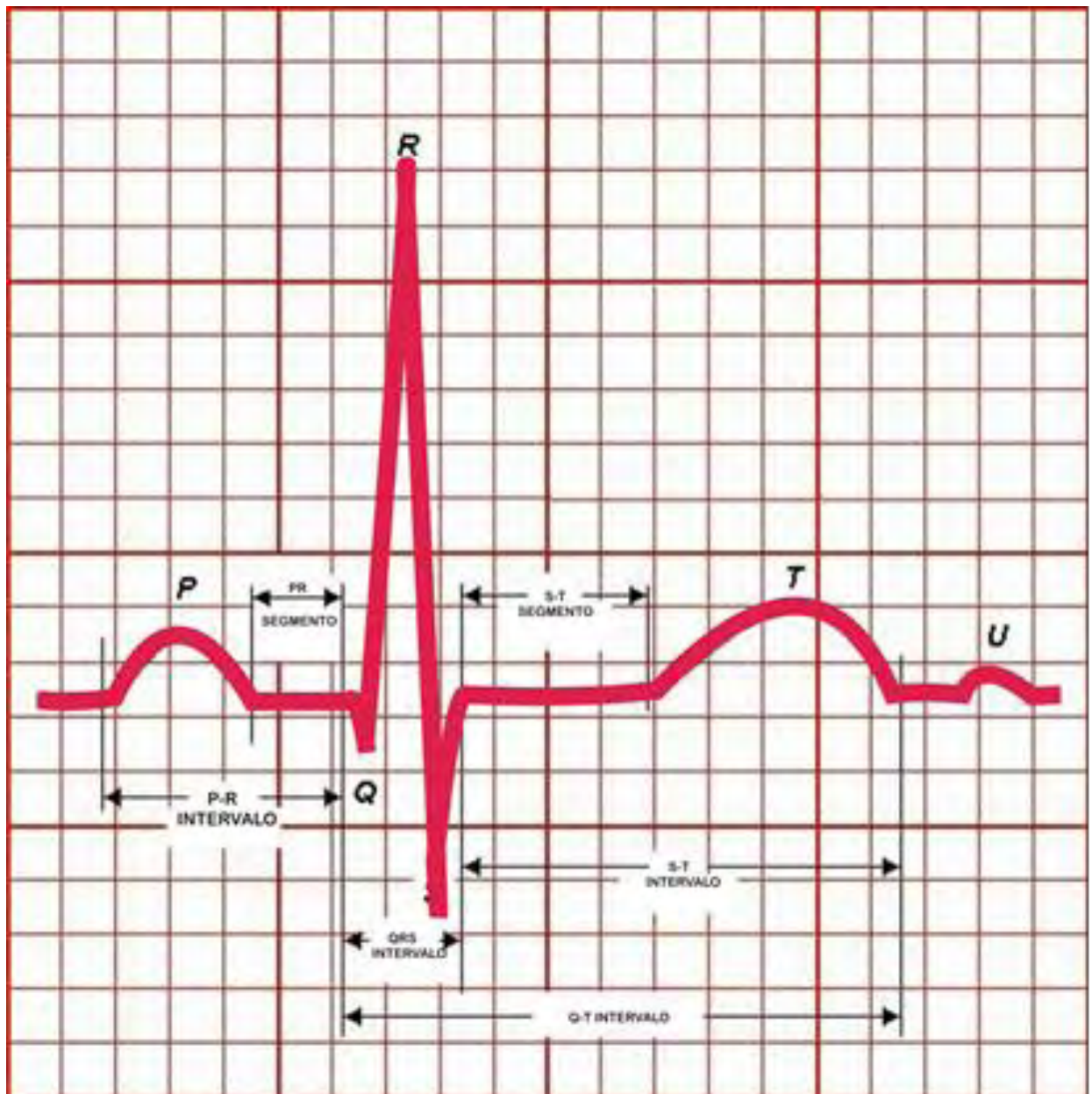
**Figura No. 6**



**Método de localización del eje eléctrico de QRS de acuerdo al voltaje de DI u aVP (Modificado de Park, M. *Pediátrica cardiology for parctitioners*. 5a Ed. Mosby. 2008)**

## Intervalos y segmentos del electrocardiograma

Figura No. 7





### **Intervalo P-R**

El intervalo P-R se mide desde el inicio de la onda P hasta la primera deflexión del complejo QRS. Refleja la conducción eléctrica desde la activación auricular hasta la despolarización ventricular. Existen variaciones de acuerdo a la edad debido a los cambios en la conducción del nodo auriculoventricular influidos por aspectos autonómicos.

### **Complejo QRS**

Representa la despolarización ventricular, la secuencia de despolarización ventricular es la misma a cualquier edad. La primera deflexión negativa se llama onda Q y la primera deflexión positiva es la onda R. La deflexión negativa posterior a una onda Q o R es la onda S. La duración del complejo QRS varía con la edad, en los recién nacidos es de 0.50 segundos y se prolonga con la edad. Este aumento en la duración del complejo QRS, se relaciona con el incremento en la masa muscular ventricular que ocurre con la edad. La amplitud del complejo QRS, representa las fuerzas dirigidas hacia una derivación específica y refleja el tamaño relativo tanto del ventrículo derecho como el izquierdo.

### **Onda T**

La onda T representa la repolarización ventricular. La onda T y el complejo QRS habitualmente tienen un mismo sentido en el electrocardiograma. Los cambios en la morfología de la onda T pueden observarse en isquemia, miocardiopatías, hipertrofia ventricular, prolapso valvular mitral, alteraciones electrolíticas o medicamentos.

## Intervalo QT

Este intervalo varía con la frecuencia cardíaca, por lo que debe corregirse con base en esta. Se utiliza la fórmula de Bazett:  $(QT \text{ medido (ms)})/\sqrt{R-R \text{ (ms)}}$ . Según esta fórmula, el intervalo QTc normal es 0.40 ( $\pm$  0.014) con un límite superior normal de 0.44 segundos en niños mayores de 6 meses. El intervalo QT puede alterarse en trastornos electrolíticos, medicamentos, procesos inflamatorios y síndromes de QT prolongado (Romano-Ward y Jervel-Lange-Nielsen).

## Amplitud y Duración de la onda P

La onda P representa la despolarización auricular. Normalmente la amplitud de la onda P es menor de 3 mm. La duración de la onda P es menor de 0.09 segundos en niños. La duración y el voltaje de la onda P son importantes para el diagnóstico de hipertrofia atrial.

Figura No. 8



## **Amplitud del Complejo QRS y relación R/S**

La amplitud del complejo QRS y la relación R/S son aspectos importantes para el diagnóstico de hipertrofia ventricular. Los valores cambian con la edad.

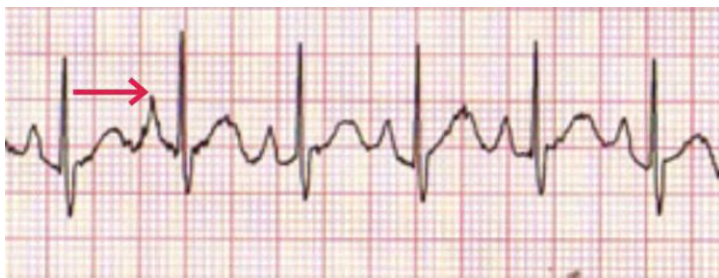
## **Electrocardiograma Anormal**

### **Crecimiento de Cavidades**

#### **Dilatación auricular derecha**

Se define como la presencia de ondas P altas mayores 3 mm, las cuales se observan mejor en las derivaciones inferiores o en las derivaciones precordiales anteriores.

#### **Figura No. 9**



Trazo electrocardiográfico donde se observa la onda P mayor a 3mm, lo que se traduce como dilatación auricular derecha

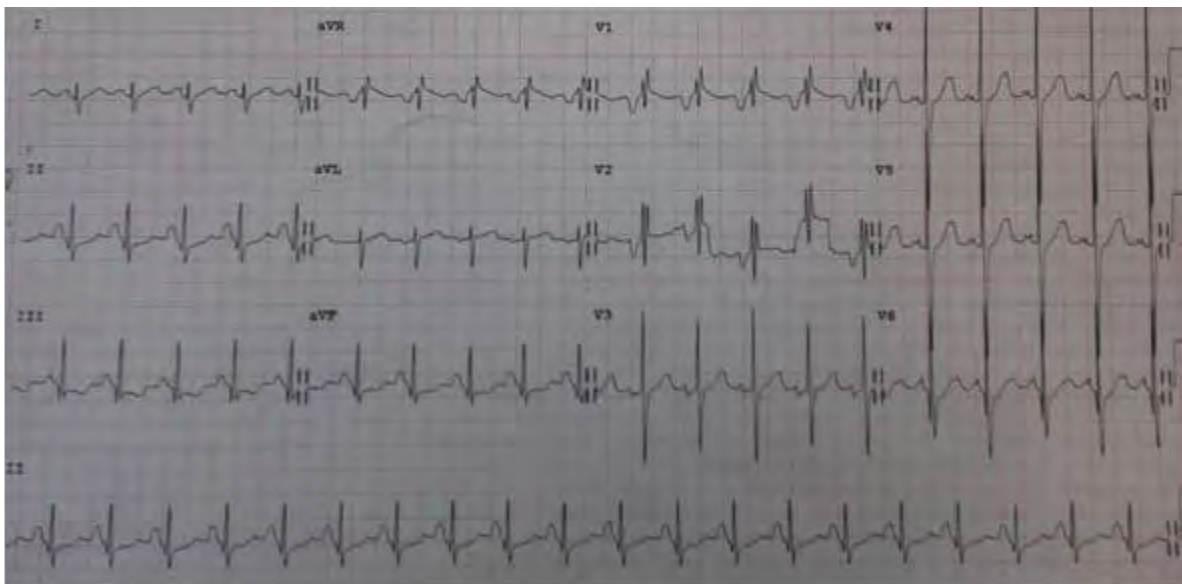
### Dilatación auricular izquierda

Se define como la presencia de ondas P anchas y comúnmente con la presencia de onda P bifásica o con muesca.

La duración para considerar dilatación auricular izquierda varía con la edad:

- < 1 año: > 0.08 segundos.
- 1-3 años: > 0.09 segundos
- > 3 años: > 0.1 segundos

### Figura No. 10



Paciente con miocardiopatía restrictiva. Observe la onda P ancha en DII y la onda P bifásica en V4, V5 y V6.

## Criterios de Hipertrofia Ventricular Derecha

La detección eléctrica de hipertrofia ventricular puede verse complicada por los cambios observados en la masa ventricular derecha e izquierda que se producen con la edad. Algunos de los criterios para el diagnóstico de hipertrofia ventricular derecha son:

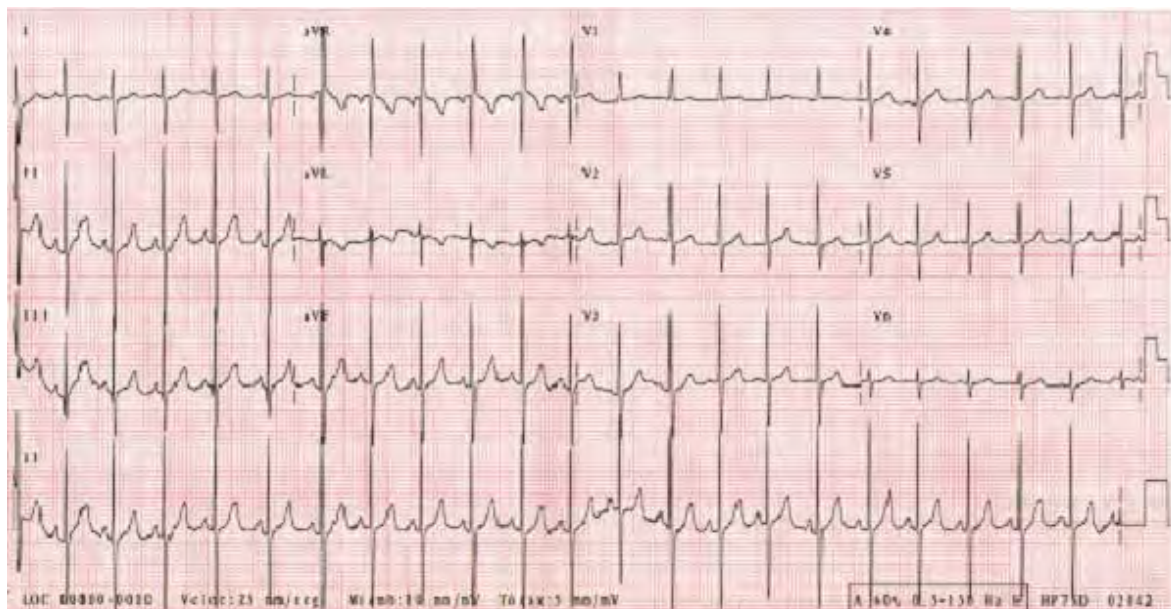
Al menos uno de los siguientes puntos:

- QRS a la derecha y aumento de voltaje anterior (con duración normal del QRS)
- R en derivación V1 > a la percentila 98 para la edad
- S en derivación V6 > a la percentila 98 para la edad
- Onda T positiva en la derivación V1 desde los 3 días de vida hasta la adolescencia. Figura No. 6

Criterios Complementarios:

- Sobrecarga del ventrículo derecho (asociada a una T invertida en V1 con una onda R alta)
- Presencia de onda Q en V1 (patrón de QR o QRS)
- Desviación del eje a la derecha teniendo en cuenta la edad del paciente

**Figura No. 11**



Electrocardiograma donde se observa hipertrofia ventricular derecha: Desviación del eje eléctrico a la derecha. Onda R en v1 y v2, patron rS en v5 y v6

### **Criterios de Hipertrofia Ventricular Izquierda:**

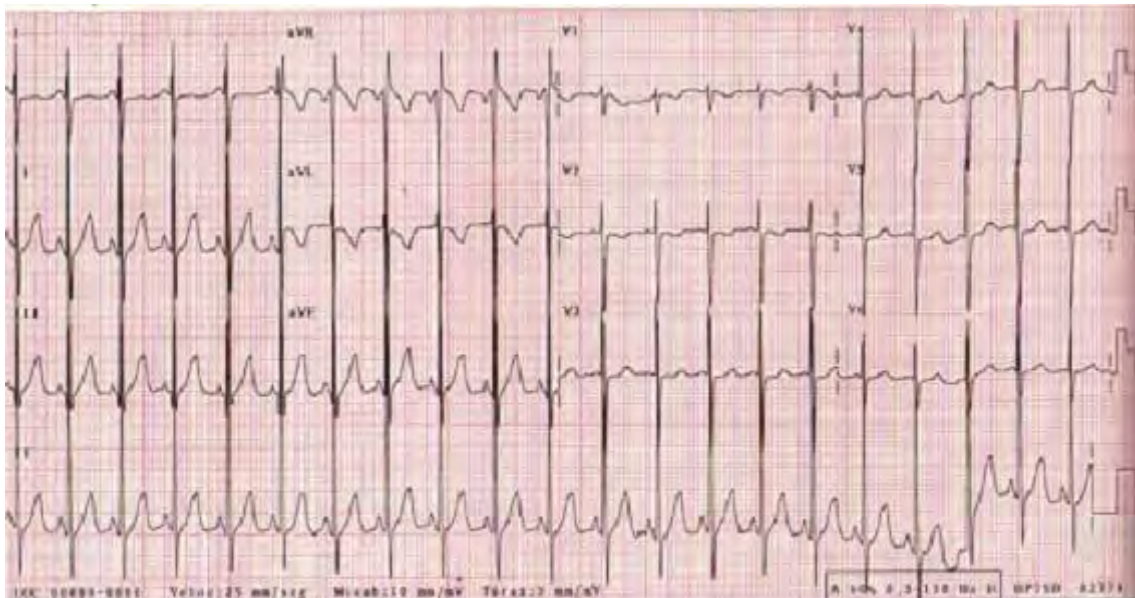
Al menos debe cumplir uno de los siguientes:

- Aumento del voltaje del QRS en las derivaciones izquierdas (con duración normal de QRS)
- R en la derivación V6 (y en las derivaciones I,AVL, V5) > percentil 98 correspondiente a la edad
- S en la derivación V1 > percentil 98 correspondiente a la edad
- Sobrecarga del ventrículo izquierdo (asociada a inversión de la onda T en las derivaciones V6,I y/o AVF).

Criterios Complementarios:

- Desviación del eje hacia la izquierda para la edad del paciente
- Sobrecarga de volumen (asociada a una onda Q > 5mm y ondas T altas en V5 o V6)

**Figura No. 12**



Hipertrofia ventricular izquierda. Observe la presencia de patrón rS en v1 y v2, así como de Rs en V5 y V6.

## Trastornos de la Conducción Auriculoventricular

El bloqueo auriculoventricular es un trastorno en la conducción entre el impulso sinusal normal y la respuesta ventricular final de acuerdo al tipo de conducción auriculoventricular se clasifica en:

### ***Bloqueo Auriculoventricular de primer grado.***

Por convención, el bloqueo AV de primer grado se define como una prolongación anormal del intervalo PR por encima del límite superior de lo normal para la edad ( $> 0,2$  s). Cada onda P va seguida de un complejo QRS, pero con un intervalo PR prolongado de forma constante. La prolongación del intervalo PR puede ser consecuencia de un retraso de la conducción en el interior de la aurícula, el nódulo AV (intervalo AH) o el sistema de His-Purkinje (intervalo HV), pero la mayoría de las veces se debe a un retraso de la conducción dentro del nodo AV. Los pacientes con un bloqueo AV de primer grado suelen estar asintomáticos. Sin embargo, si se produce una prolongación notable del intervalo PR ( $> 0,3$  s), pueden presentar un síndrome de tipo marcapasos debido a una disincronía AV.

### **Figura No. 13**



Bloqueo AV de primer Grado. La duración del PR es de 220 ms. Todas los QRS son precedidos de una onda P y tanto los intervalos PP como PR son constantes.

### ***Bloqueo Auriculoventricular de segundo grado***

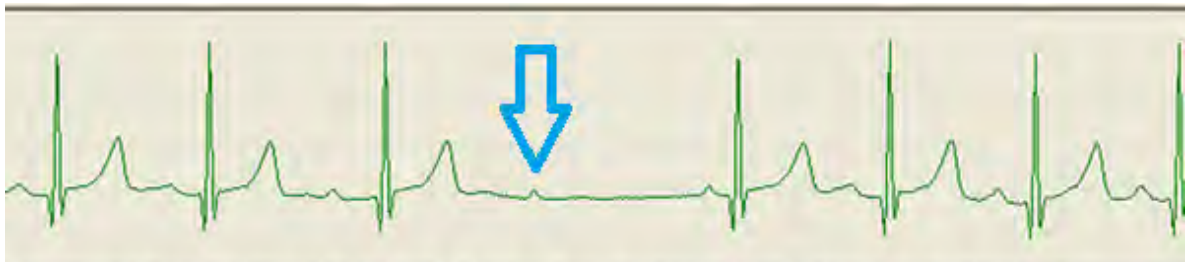
En el bloqueo auriculoventricular de segundo grado, algunos impulsos auriculares no son conducidos hacia el ventrículo es decir algunas pero no todas las ondas P son seguidas de QRS. Ocurre un fallo intermitente de la conducción AV.

Hay 2 tipos: Mobitz de tipo I (fenómeno de Wenckebach), Mobitz de tipo II y bloqueo auriculoventricular dos a uno (o mas avanzado).

#### **MOBITZ DE TIPO I**

El bloqueo AV de segundo grado Mobitz tipo I se caracteriza por una prolongación progresiva del intervalo PR antes de la onda P no conducida (conducta de Wenckebach). La primera onda P conducida después de la onda P no conducida es la que tiene el intervalo PR más corto del ciclo, de tal manera que la pausa entre los complejos QRS que engloban la onda P no conducida será de menos del doble del intervalo P-P

**Figura No.14**



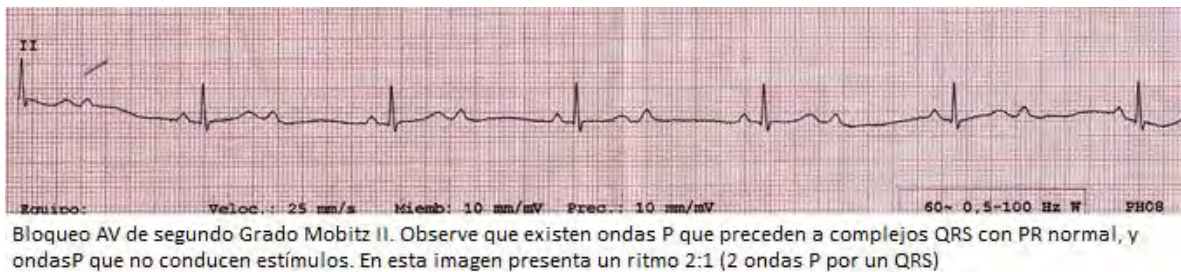
Bloqueo AV segundo grado Mobitz I. Observe como el complejo PR se alarga en los tres primeros latidos hasta que existe una onda P (flecha) que no conduce (Fenómeno de Wenckebach)



## MOBITZ DE TIPO II

La conducción auriculoventricular es de todos o ninguno. La conducción auriculoventricular puede ser normal o estar totalmente bloqueada. Es la interrupción brusca de uno o más latidos a nivel del nodo AV. Se define por la aparición de una sola onda P no conducida asociada a intervalos PR constantes antes y después de un solo impulso bloqueado (los intervalos PP y RR son constantes). La pausa que engloba la onda P bloqueada es igual a dos ciclos P-P.

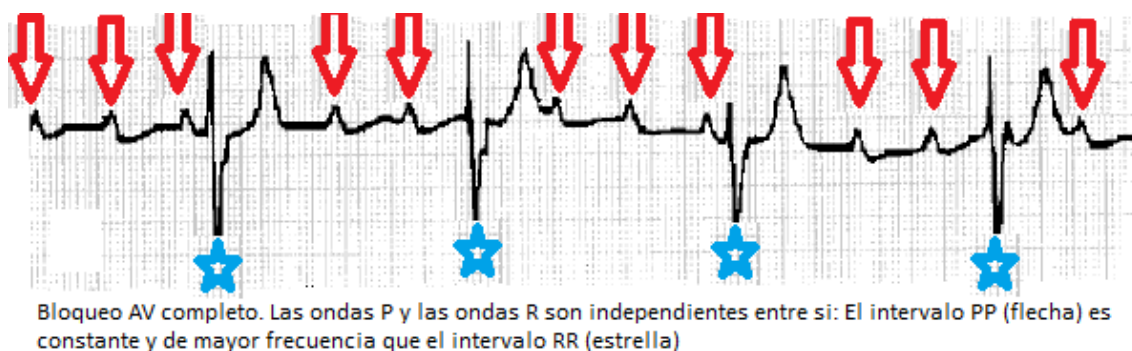
Figura No.15



## **Bloqueo auriculoventricular de tercer grado**

El bloqueo AV de tercer grado o completo se caracteriza por el fallo de la conducción al ventrículo en cada onda P o cada impulso auricular, con lo que se produce una disociación AV completa, con unas frecuencias auriculares superiores a las ventriculares. Puede ser congénito o adquirido y estar localizado en el nódulo AV, el haz de His o las ramificaciones de las ramas derechas e izquierda del haz.

FiguraNo.16



## Referencias Bibliográficas

1. Bobadilla-Chávez JJ, Garrido-García LM, Camacho-Reyes L, Bobadilla-Aguirre A. "Auxiliares Diagnósticos en Cardiología". En Rodríguez-Weber MA, Udaeta-Mora E. *Neonatología Clínica*. McGraw-Hill, 2003, pp.590-615.
2. Zimmerman F. "The Resting Electrocardiogram and Ambulatory ECG Monitoring". En Koenig P, Hijazi ZM, Zimmerman F. *Essential Pediatric Cardiology*. McGraw-Hill, 2004, pp.315-326.
3. Park Myung K. *Pediatric Cardiology for Practitioners*. 5ª edition. Mosby Co, 2008, pp.68-101.
4. Davignon A, Rautaharju P, Boisselle E, Soumis F, Megalas M, Choquette A. "Normal ECG standards for infants and children". *Pediatric Cardiology*. 1979, Vol.1, pp.123-131.
5. Julia Vogler, Günter Breithardt, Lars Eckardt. "Bradiarritmias y bloqueos de la conducción". *Revista Española de Cardiología*. 2012, Vol.65 Núm.07, pp. 656-667.