

El electrocardiograma en Pediatría de Atención Primaria (I). Aspectos generales, indicaciones e interpretación sistemática

F.J. Pérez Lescure^{a,b}, F. Echávarri Olavarria^b

^aCardiología Infantil.

^bUnidad de Pediatría, Fundación Hospital Alcorcón, Alcorcón, Madrid.

Rev Pediatr Aten Primaria. 2005;7:277-302

F. Javier Pérez Lescure, jblescure@fhalcorcon.es

Resumen

El electrocardiograma (ECG) sigue siendo el método de elección para el diagnóstico no invasivo de las arritmias, siendo una prueba fácil de realizar, rápida, barata y uno de los pocos métodos diagnósticos inmediatos con los que cuenta el pediatra de AP.

Cuando se interpreta un electrocardiograma de un niño se deben considerar las variaciones normales que aparecen con el desarrollo, debidas a los cambios fisiológicos del aparato circulatorio, y tener a mano una tabla de valores normales.

La intención de este artículo es repasar los conceptos generales de la interpretación del ECG en pediatría, mostrar un método sistemático de lectura del mismo y proporcionar tablas de valores de referencia.

El pediatra de Atención Primaria no necesita tener grandes conocimientos de electrofisiología sino, en la mayoría de los casos, saber si un ECG es normal o no.

Palabras clave: Electrocardiografía, Métodos diagnósticos, Cardiopatía.

Abstract

Electrocardiography is the method of choice for non-invasive diagnosis of arrhythmia being a procedure easy to perform, fast, not expensive and a procedure often available for the primary care paediatrician.

Interpretation requires considering the normal changes with age brought about by the physiological variations that occur in the circulatory system.

In order to interpret paediatric electrocardiograms, the age of the patient and a table of normal values are essential.

This article outlines general concepts of paediatric ECGs, shows a systematic approach for interpretation and includes tables of normal values.

Primary care paediatricians do not need a vast knowledge on electrophysiology but to distinguish between a normal and a pathological ECG.

Key words: Electrocardiography, Diagnostic techniques and procedures, Heart diseases.

Contenido

Parte I

Introducción

Aspectos generales

Principio electrofisiológico. Ondas, intervalos y milímetros. Colocación de las derivaciones. Sistema de referencia hexaxial

Indicaciones del ECG

Interpretación sistemática

Frecuencia

Ritmo y eje de la onda P

Eje QRS y T

Eje QRS. Eje de la onda T

Onda P.

Hipertrofia auricular

Complejo QRS.

Duración. Alteraciones de la conducción intraventricular. Bloqueo incompleto de rama derecha. Bloqueo completo de rama derecha. Hemibloqueo anterior izquierdo. Hemibloqueo posterior izquierdo. Bloqueo completo de rama izquierda. Amplitud. Hipertrofia ventricular derecha. Hipertrofia ventricular izquierda. Onda Q. Progresión RS. Relación R/S

Parte II

Onda T y segmento ST

Onda T. Segmento ST

Intervalos PR y QT

Intervalo PR. Intervalo QT

Cambios en el ECG relacionados con la edad

Arritmias básicas

Taquicardia sinusal

Bradicardia sinusal

Arritmia sinusal

Pausa sinusal

Marcapasos auricular migratorio

Extrasístoles supraventriculares

Extrasístoles ventriculares

Alteraciones de la conducción auriculoventricular

Bloqueo de 1.^{er} grado. Bloqueo de 2.^o grado. Bloqueo de 3.^{er} grado o completo. Preexcitación

Trastornos electrolíticos

Calcio. Potasio

PARTE I

Aspectos generales

Principio electrofisiológico

El ECG se basa en que la despolarización del miocardio que se dirige hacia un electrodo del ECG produce una deflexión positiva (entendemos por positiva la que se produce por encima de la lí-

nea isoeléctrica, y viceversa (Figura 1). El grado de deflexión producido dependerá de la cantidad de masa de músculo que se despolariza; a mayor masa, mayor deflexión (mayor voltaje en el ECG) y viceversa.

Ondas, intervalos y milímetros

En el ECG se deben reconocer una serie de ondas: la onda P, el complejo QRS y la onda T; tres intervalos: el intervalo PR, el intervalo QRS y el intervalo QT; y un segmento: el segmento ST.

El ECG se registra en un papel milimetrado en el que podemos medir la altura de las ondas ($1 \text{ mm} = 0,1 \text{ mV}$) y la duración de las mismas ($1 \text{ mm} = 0,04 \text{ seg}$) (Figura 2).

En el ritmo sinusal normal, el nodo sinoauricular o SA es el marcapasos cardíaco (el lugar donde se origina el impulso cardíaco), el impulso del nodo SA

Figura 1. Despolarización del miocardio y deflexión positiva y negativa.

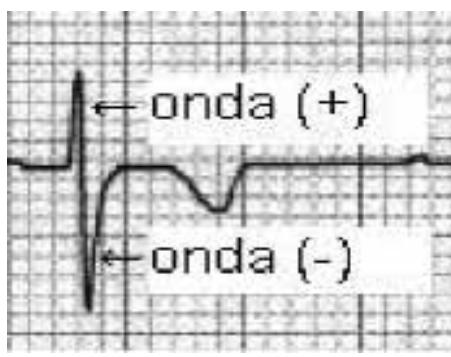


Figura 2. Ondas, intervalos y medidas.

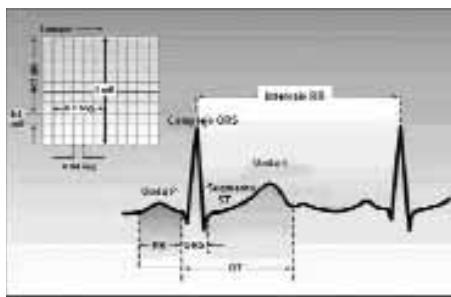
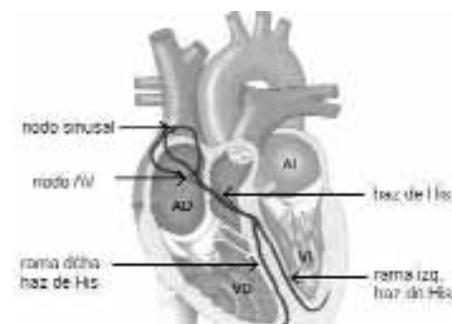


Figura 3. Sistema de conducción.



despolariza las aurículas derecha e izquierda produciendo la onda P. Cuando el impulso auricular llega al nodo AV su paso se enlentece produciendo el intervalo PR. Una vez que el impulso llega al Haz de His la conducción se hace más rápida y se disemina simultáneamente hacia abajo por las ramas derecha e izquierda al músculo ventricular a través de las fibras de Purkinje produciendo el complejo QRS. La repolarización de los ventrículos produce la onda T, la repolarización de las aurículas no se visualiza habitualmente en el trazado ECG por coincidir con la onda T. La Figura 3 muestra el sistema de conducción.

Colocación de las derivaciones

La colocación de los electrodos del ECG se muestra en la Tabla I.

Sistema de referencia hexaxial

El sistema de referencia hexaxial muestra el plano frontal de la actividad eléctrica del corazón. Este sistema utiliza las seis derivaciones de las extremidades aportando información sobre las rela-

Figura 4. El sistema de referencia hexaxial muestra el plano frontal de la actividad eléctrica del corazón.

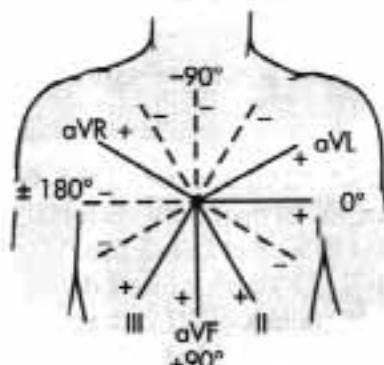


Tabla I. Colocación de los electrodos

Derivación	Lactantes	Niños
Derivaciones precordiales		
V1	4º EIC borde esternal derecho	4º EIC
V2	4º EIC borde esternal izquierdo	4º EIC
V3	Punto medio entre V2 y V4	5º EIC
V4	4º EIC línea medio clavicular izquierda	5º EIC
V5	4º EIC línea axilar anterior izquierda	5º EIC
V6	4º EIC línea axilar media izquierda	5º EIC
Derivaciones de extremidades		
Rojo	Brazo derecho	
Amarillo	Brazo izquierdo	
Negro	Pierna derecha	
Verde	Pierna izquierda	

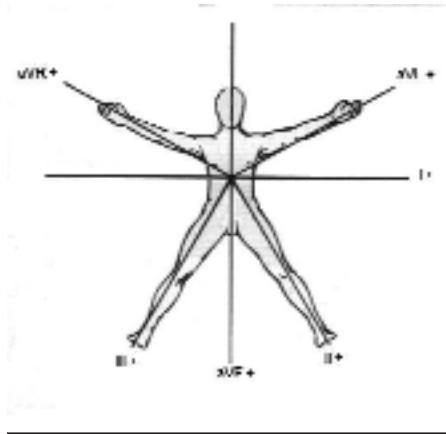
EIC: espacio intercostal

ciones entre izquierda-derecha y superior-inferior. Cada derivación tiene un polo positivo y un polo negativo. Por ejemplo, en el eje de la derivación I, el polo positivo está situado a 0° y el negativo a $+180^{\circ}$ (Figura 4).

Una onda positiva en el ECG (onda R) indica que el vector electrocardiográfico se dirige hacia el polo positivo de la derivación y una onda negativa (onda S) indica que el vector se dirige hacia el polo negativo. Por lo tanto, la onda R en la derivación I representa la fuerza de la izquierda y la onda S en la derivación I la fuerza de la derecha.

La onda R en aVF representa la fuerza inferior y la onda S la fuerza superior. Las ondas P positivas en la derivación I y aVF indican que el vector P está orientado hacia la izquierda y hacia abajo. La Figura 5 muestra una forma sencilla de recordar el sistema de referencia hexaxial.

Figura 5. Forma sencilla de recordar el sistema de referencia hexaxial.



tado hacia la izquierda y hacia abajo. La Figura 5 muestra una forma sencilla de recordar el sistema de referencia hexaxial.

Indicaciones del ECG

Entre las indicaciones para la realización de un ECG en pediatría se encuentran las siguientes:

- Soplo cardíaco
- Síncope, presíncope o convulsión
- Síntomas con el ejercicio
- Dolor torácico
- Palpitaciones
- Ingestión de fármacos
- Taquiarritmias
- Bradiarritmias
- Episodios de cianosis
- Alteraciones electrolíticas
- Enfermedad de Kawasaki
- Pericarditis
- Miocarditis
- Fiebre reumática
- Cardiopatías congénitas

Algunas de estas indicaciones se salen del campo del pediatra de AP, pero el ECG puede ser útil para ayudar a descartar patología cardiaca importante en los cuadros sincopales o presincopales, excluir causas cardíacas en el dolor torácico o las palpitaciones, y contribuir junto con la exploración clínica y la radiografía de tórax en el diagnóstico de di-

versos procesos. El ECG, salvo en las arritmias, no suele ser diagnóstico, pero un trazado normal puede ser tranquilizador para la familia y permite descartar determinados procesos.

El ECG no es útil como prueba aislada para distinguir un soplo cardíaco funcional de uno orgánico, pues las cardiopatías sin repercusión hemodinámica pueden tener un ECG normal pero en un paciente con un soplo de dudoso carácter orgánico el hallazgo de alteraciones en el ECG (por ejemplo, signos de crecimiento ventricular o desviación izquierda del eje) puede sugerir la presencia de patología.

Interpretación sistemática

La interpretación del ECG debe realizarse de forma sistemática, considerando siempre el motivo de realización del ECG y la edad del paciente, ya que hay considerables variaciones a lo largo de la infancia. Es también de ayuda tener a mano una tabla de valores normales de los diferentes intervalos, ejes, amplitud de ondas y frecuencias cuando leemos un ECG.

El esquema que vamos a utilizar para la lectura del ECG es el siguiente:

1. Frecuencia
2. Ritmo y eje de la onda P
3. Eje QRS y T

4. Onda P

5. Complejo QRS

6. Onda T y segmento ST

7. Intervalos (PR, QT)

Existe un cierto solapamiento entre estos puntos. Por ejemplo, es imposible interpretar el ritmo sin analizar la morfología de la onda P.

1. Frecuencia

La velocidad del papel es convencionalmente de 25 mm por segundo; 1 mm = 0,04 seg y 5 mm = 0,2 seg. Podemos calcular la frecuencia cardíaca (FC) midiendo el intervalo RR en segundos y dividirlo por 60.

Hay una forma rápida de estimar la frecuencia cardíaca pero es necesario recordar unas cifras de memoria: 300, 150, 100, 75, 60 y 50. Se busca una on-

Figura 6. Procedimiento rápido para medir la frecuencia cardíaca.



Tabla II. Valores normales frecuencia cardiaca (lpm)

Edad	Rango (media)
Neonato	95-150 (123)
1-2 meses	121-179(149)
3-5 meses	106-186 (141)
6-11 meses	109-169 (134)
1-2 años	89-151 (119)
3-4 años	73-137 (108)
5-7 años	65-133 (100)
8-11 años	62-130 (91)
12-15 años	60-119 (85)

da R que coincide con una línea vertical gruesa, y se localiza el latido siguiente. Si este segundo latido cae aproximadamente en la segunda línea gruesa, la frecuencia cardiaca será de 300 latidos por minuto (lpm); si lo hace en la siguiente, a 150 lpm, en la siguiente a 100 lpm, etc.

El trazado de la Figura 6 tiene una frecuencia aproximada de 100 lpm (después de hacer coincidir un latido con una línea vertical gruesa (A), el siguiente latido coincide con la tercera línea gruesa).

La frecuencia cardiaca disminuye progresivamente desde el recién nacido (FC normal: 125 lpm) hasta la adolescencia (FC 70 lpm).

Se define bradicardia o taquicardia como una frecuencia cardiaca menor o mayor respectivamente que el rango normal para la edad.

La Tabla II muestra los valores normales de frecuencia cardiaca según la edad.

2. Ritmo y eje de la onda P

El nodo sinusal está situado en la región superior derecha de la aurícula derecha por lo que el vector de despolarización tendrá que dirigirse hacia abajo e izquierda, y el eje de la onda P resultante debe estar entre 0 y 90 ° (con ondas P positivas en las derivaciones I y aVF) en todas las edades.

Para determinar el eje de la onda P miraremos si la onda P es positiva en I (si es positiva en I se dirigirá hacia el extremo positivo del eje I) (Figura 7), después miraremos si la onda P es positiva en aVF (si es positiva, se dirigirá hacia el extremo positivo del eje aVF). El vector resultante de estas dos derivaciones pasará por el cruce de sus dos perpendiculares como se muestra en la figura.

En el ritmo sinusal normal, por tanto, el eje de la onda P debe encontrarse entre 0 y 90 ° con ondas positivas en I y aVF.

Puede ocurrir que la onda que estamos valorando no sea positiva ni negativa sino bifásica en una de las derivaciones; en ese caso el eje será perpendicular a la bifásica (por ejemplo, si es iso-bifásica en I, será perpendicular a I y en

la dirección del eje aVF: si es positiva en aVF, el eje está a +90 ° si es negativa en aVF, el eje está a -90 °).

Cuando el impulso auricular se origina en regiones auriculares distintas del nodo sinusal, el eje de las ondas P estará fuera del cuadrante inferior izquierdo (0 °-90 °).

Según el eje de la onda P podemos localizar dónde se origina el impulso en las aurículas según la Tabla III.

El eje de la onda P en el cuadrante inferior derecho (> 90 °) se ve en la inversión auricular o en la mala colocación de las derivaciones en los brazos. Un eje de la onda P en el cuadrante superior izquierdo (< 0 °) puede verse en el ritmo nodal con conducción retrógrada o cuando el impulso auricular se origina en una zona baja de la aurícula (ritmo del seno coronario). El ECG n.º 1 muestra un ritmo sinusal normal.

El ECG n.º 2 muestra un ritmo precedente de la región inferior de la aurícula derecha.

Figura 7. Procedimiento para determinar el eje de la onda P.

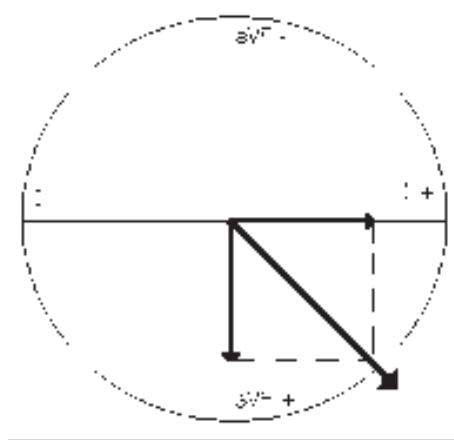
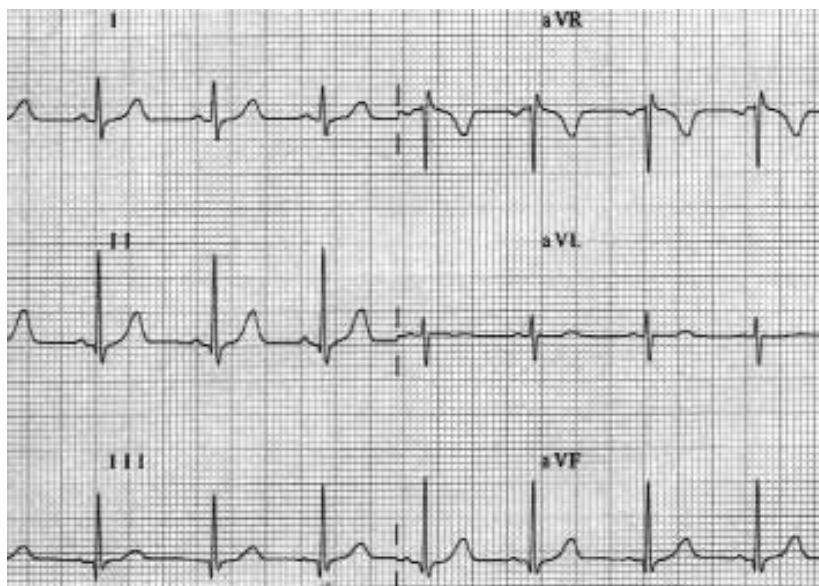


Tabla III. Localización del origen del impulso auricular.

Eje onda P	Origen
Entre 0 ° y 90 °	Porción superior AD (normal)
Entre 90 ° y 180 °	Porción superior AI
Entre 180 ° y 270 °	Porción inferior AI
Entre 270 ° y 360 °	Porción inferior AD

AD: aurícula derecha. AI: aurícula izquierda.

ECG n.º 1. Ritmo sinusal normal.



ECG n.º 2. Ritmo precedente de la región inferior de la aurícula derecha.

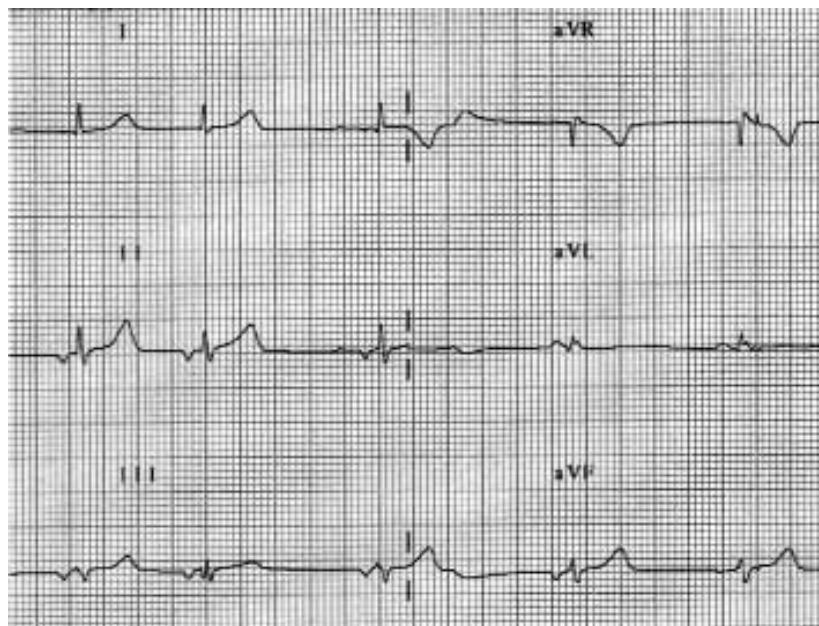
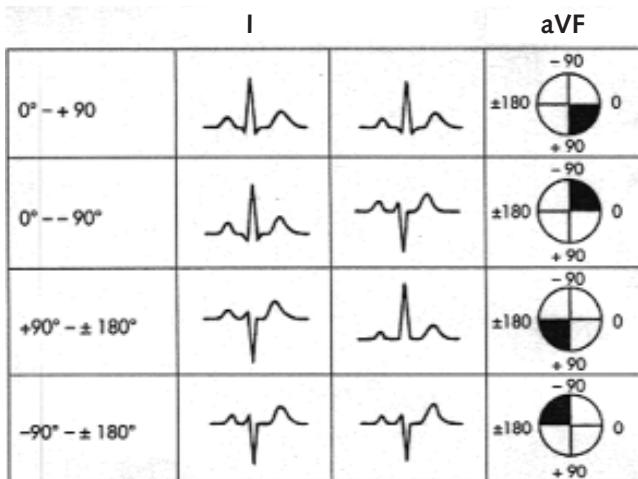
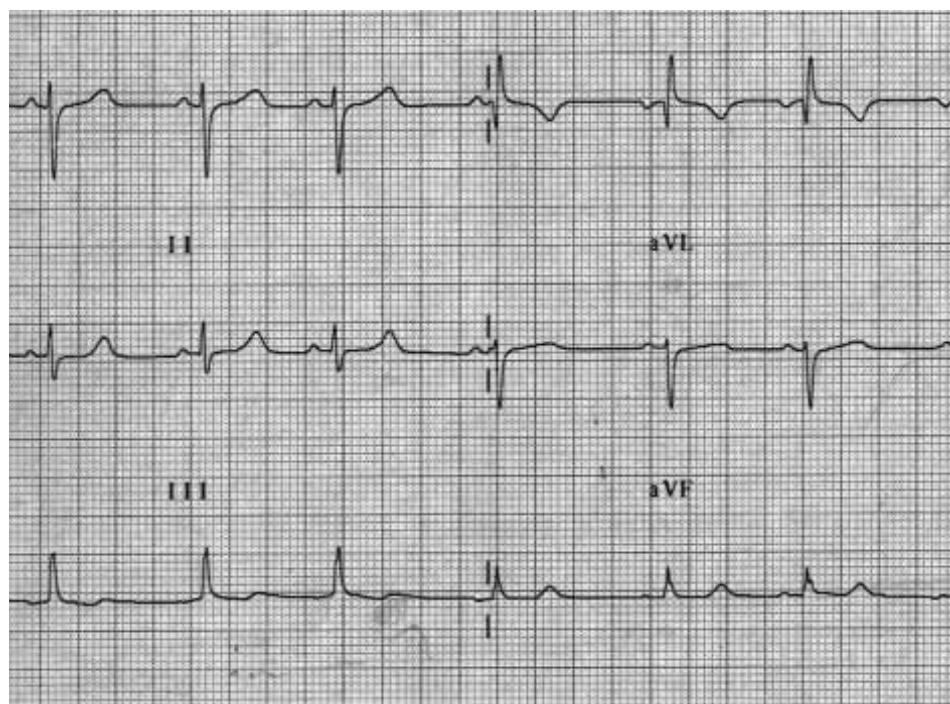


Figura 8. Procedimiento para determinar el eje del complejo QRS.



ECG n.º 3. El eje del complejo QRS se sitúa en torno a 150° (negativo en I, positivo en aVF, casi isobifásico en II).



3. Eje QRS y T

Eje QRS

Para determinar el eje del complejo QRS procederemos de la siguiente forma:

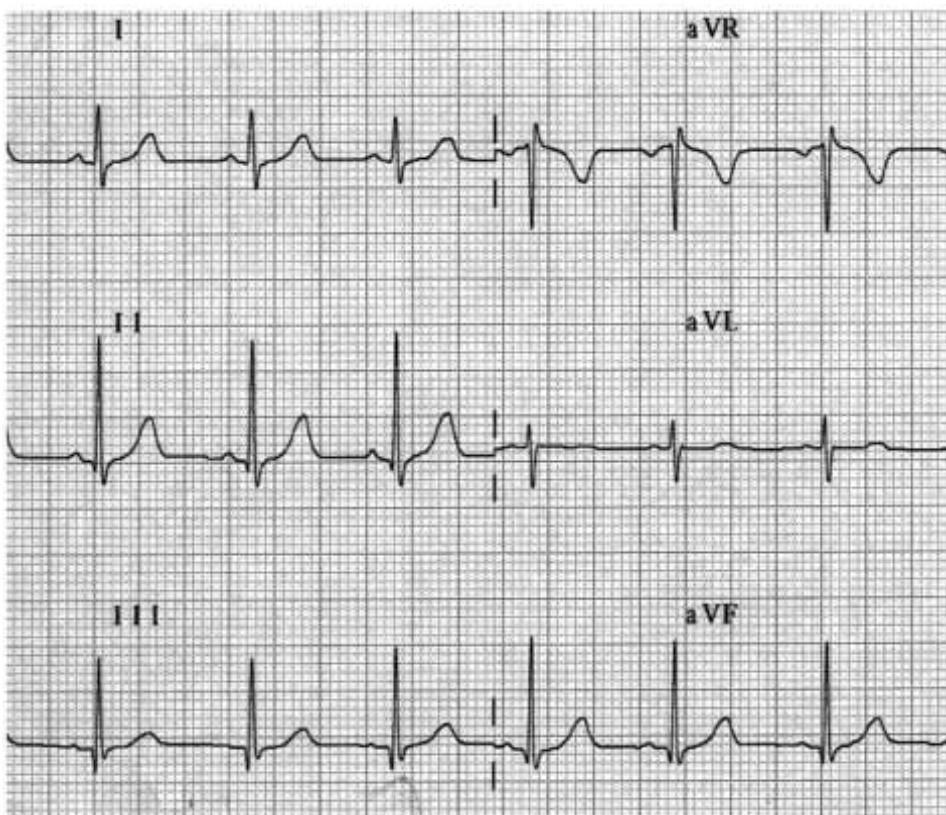
1. Localizar un cuadrante utilizando las derivaciones I y aVF (Figura 8).
2. Encontrar una derivación con complejos QRS isodifásicos (la altura de

la onda R y la profundidad de la onda S similares). El eje QRS será perpendicular a esta derivación dentro del cuadrante seleccionado.

El eje del ECG n.º 3 se sitúa en torno a 150° (negativo en I, positivo en aVF, casi isobifásico en II).

El eje del ECG n.º 4 se sitúa en torno a 60° (positivo en I, positivo en aVF, casi isobifásico en aVL).

ECG n.º 4. El eje del complejo QRS se sitúa en torno a 60° (positivo en I, positivo en aVF, casi isobifásico en aVL).



El eje del ECG n.º 5 se sitúa en torno a -45 ° (positivo en I, negativo en aVF, casi isobifásico en II).

En el recién nacido el eje medio es de +125 ° (rango +30 a +180). A partir de entonces el eje se va desviando hacia la

izquierda alcanzando el valor medio del adulto de +50 ° después de los tres años de edad.

La Tabla IV muestra los valores normales del eje del complejo QRS en las distintas edades.

ECG n.º 5. El eje del complejo QRS se sitúa en torno a -45 ° (positivo en I, negativo en aVF, casi isobifásico en II).

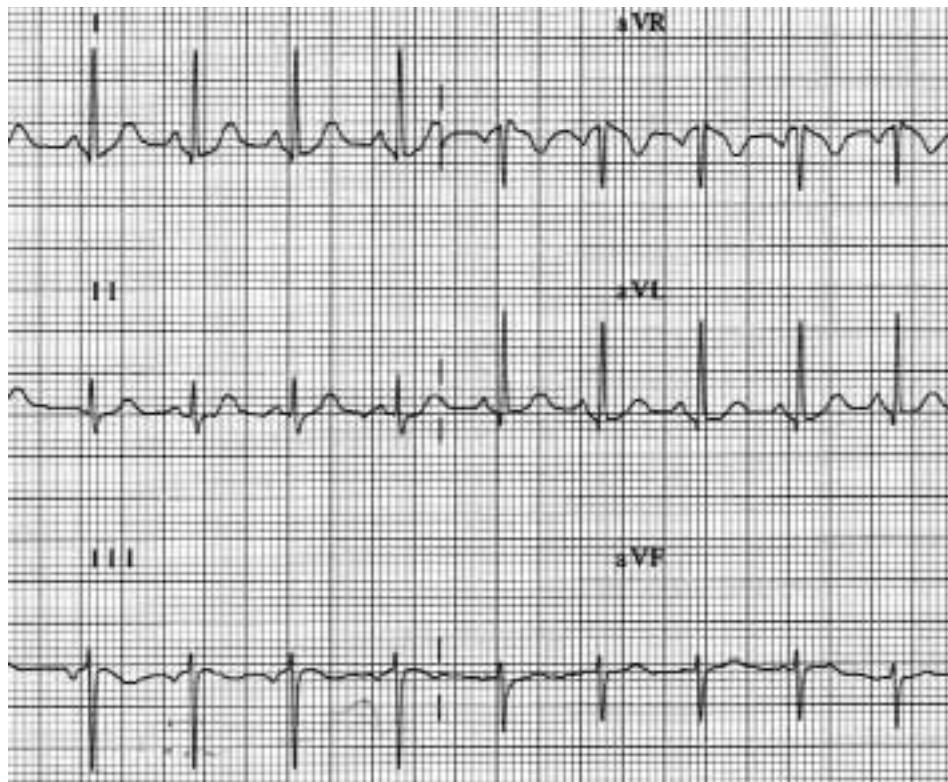


Tabla IV. Eje QRS. Valores normales

Edad	Media (rango)
1 semana-1 mes	+110 ° (+30 a +180)
1-3 meses	+70 ° (+10 a +125)
3 meses-3 años	+60 ° (+10 a +110)
> 3 años	+60 ° (+20 a + 105)

Un eje QRS anómalo se puede encontrar en las siguientes situaciones:

1. Una desviación del eje a la izquierda puede significar hipertrofia ventricular izquierda, bloqueo de rama izquierda o hemibloqueo anterior de rama izquierda.

2. Una desviación del eje a la derecha puede indicar hipertrofia ventricular derecha o bloqueo de rama derecha.

Eje de la onda T

El eje de la onda T se determina de la misma forma que el del complejo QRS. El eje normal de la onda T se encuentra entre 0 y 90 ° (cuadrante inferior izquierdo), por lo que la onda T debe ser positiva en I y aVF. Cuando el eje de la onda T está fuera del cuadrante entre 0-90 ° sugiere disfunción miocárdica, miocarditis, isquemia miocárdica o hipertrofia ventricular severa.

4. Onda P

La onda P se origina por la despolarización auricular aportando información en relación con el ritmo (ver eje de la onda P arriba) y el tamaño auricular. La aurícula derecha se despolariza primero, por lo que la porción inicial de la onda P se genera por la aurícula derecha y la última por la izquierda. La dilatación o hipertrofia auricular produce unos cam-

bios característicos. La onda P se ve mejor en II, III y V1.

Hipertrofia auricular

– *Hipertrofia auricular derecha:* ondas P altas y picudas (mayor de 3 mm) en cualquier derivación: sospechar enfermedad cardiaca o pulmonar (Figura 9). Podemos encontrar dilatación auricular derecha en la comu-

Figura 9. Hipertrofia auricular derecha: ondas P altas y picudas.



Figura 10. Hipertrofia auricular izquierda: ondas P anchas.



nición interauricular, en la anomalia de Ebstein o en la hipertensión pulmonar.

- *Hipertrofia auricular izquierda:* ondas P anchas (mayor de 0,10 seg en mayores de 3 años y mayor de 0,09 seg en menores de 3 años, mayor de 0,08 seg en lactantes): sospechar cortocircuito izquierda-derecha (comunicación interventricular, ductus arterioso persistente) o patología mitral (Figura 10).

5. Complejo QRS

Duración

La duración normal del QRS aumenta con la edad (desde 0,07 seg en lactantes hasta 0,12 seg en adultos). El complejo QRS está prolongado cuando se altera la conducción ventricular, como en el bloqueo de rama, el síndrome de Wolf-Parkinson-White o la hiperkalie-

mia. En la Figura 11 se muestra un QRS ensanchado (0,14 seg) en un paciente con síndrome de preexcitación.

La duración media y máxima del intervalo QRS se muestra en la Tabla V.

Alteraciones de la conducción intraventricular

Desde el Haz común de His, el sistema de conducción intraventricular se di-

Figura 11. QRS ensanchado (0,14 seg) en un paciente con síndrome de preexcitación.

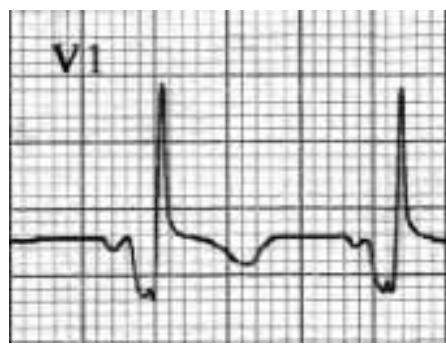


Tabla V. Duración QRS media (límite superior normalidad) en segundos según edad

Edad	Media (límite superior normalidad)
0-1 meses	0,05 (0,07)
1-6 meses	0,05 (0,07)
6 meses-1 año	0,05 (0,07)
1-3 años	0,06 (0,07)
3-8 años	0,07 (0,08)
8-12 años	0,07 (0,10)
12-16 años	0,08 (0,10)
Adulto	0,07 (0,09)

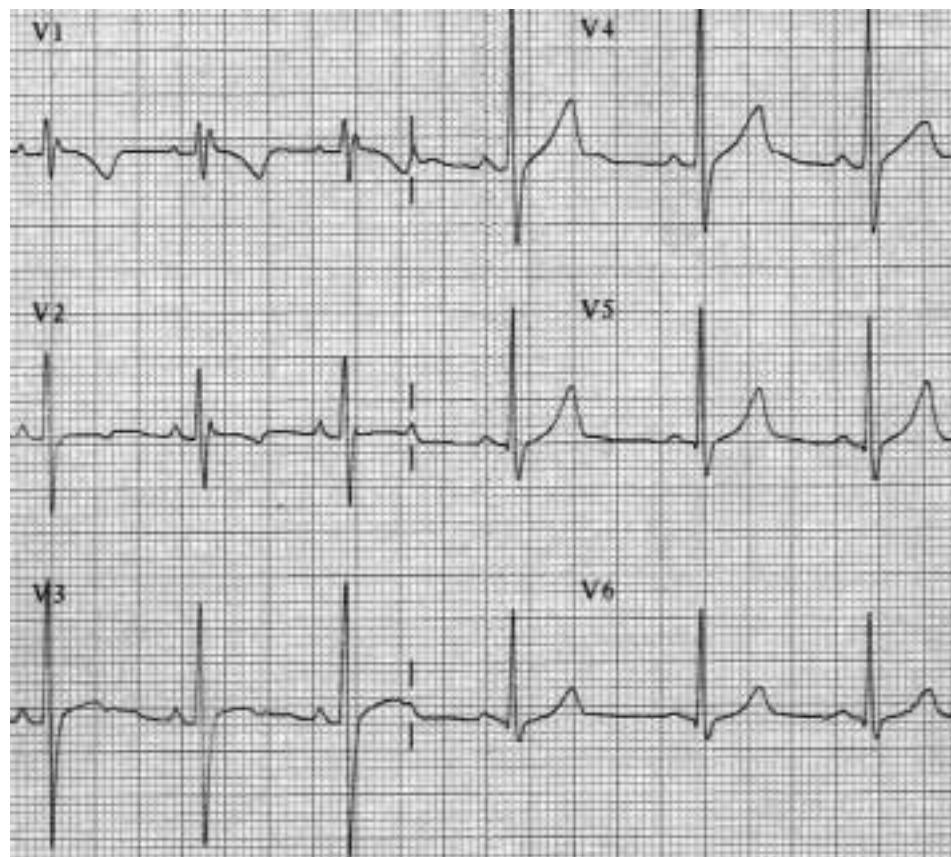
vide en ramas derecha e izquierda, y ésta última en los fascículos anterior y posterior izquierdos. El bloqueo parcial o completo en cualquiera de estos puntos origina un retraso en la activación ventricular regional con un cambio característico en la morfología del complejo QRS y una prolongación de su duración. El bloqueo de rama derecha o izquierda a su vez se divide en completo

(duración de QRS > 0,12 seg) o incompleto (QRS de duración normal).

Bloqueo incompleto de rama derecha (BIRD)

Se produce un patrón RSR' en V1, con duración normal del QRS. Este hallazgo puede aparecer en pacientes sanos (hasta en el 7% de los niños menores de 5 años y en algunos niños mayores).

ECG n.º 6. Trazado de BIRD.



La imagen RSR' es normal en los niños siempre que:

- La duración del QRS no esté aumentada.
- El voltaje de la onda R' debe ser menor de 15 mm en menores de 1 año y menor de 10 mm en mayores de 1 año.

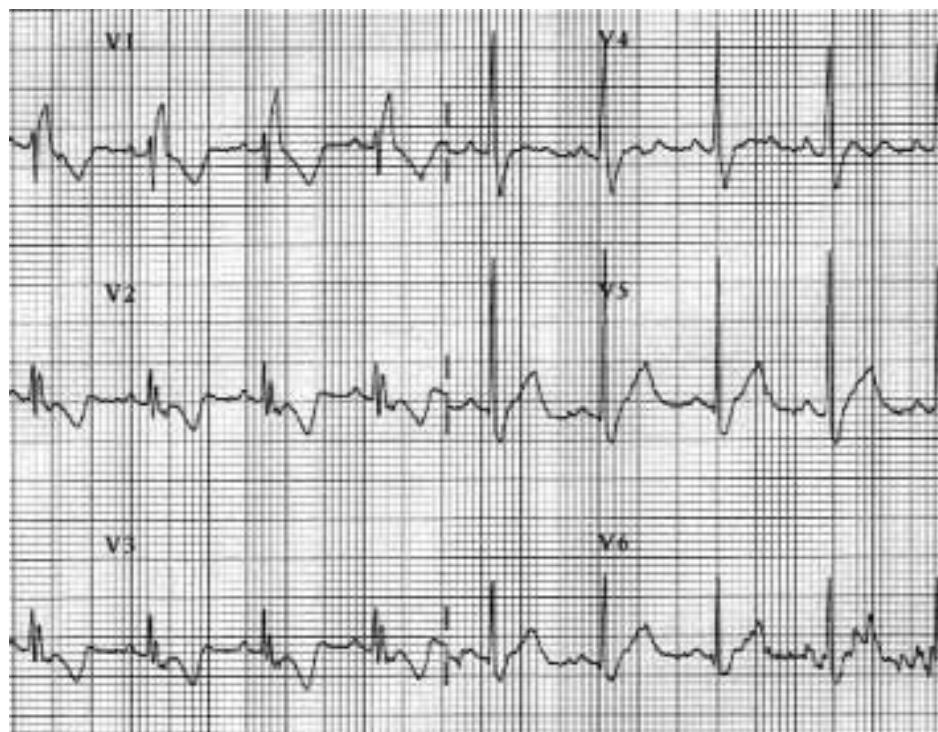
El patrón RSR' puede aparecer también en casos de sobrecarga de volumen del ventrículo derecho, como en el caso de la comunicación interauricular.

El ECG n.º 6 muestra un trazado de un niño de 6 años con BIRD (imagen RSR con duración normal de QRS [0,06 seg]).

Bloqueo completo de rama derecha (BCRD)

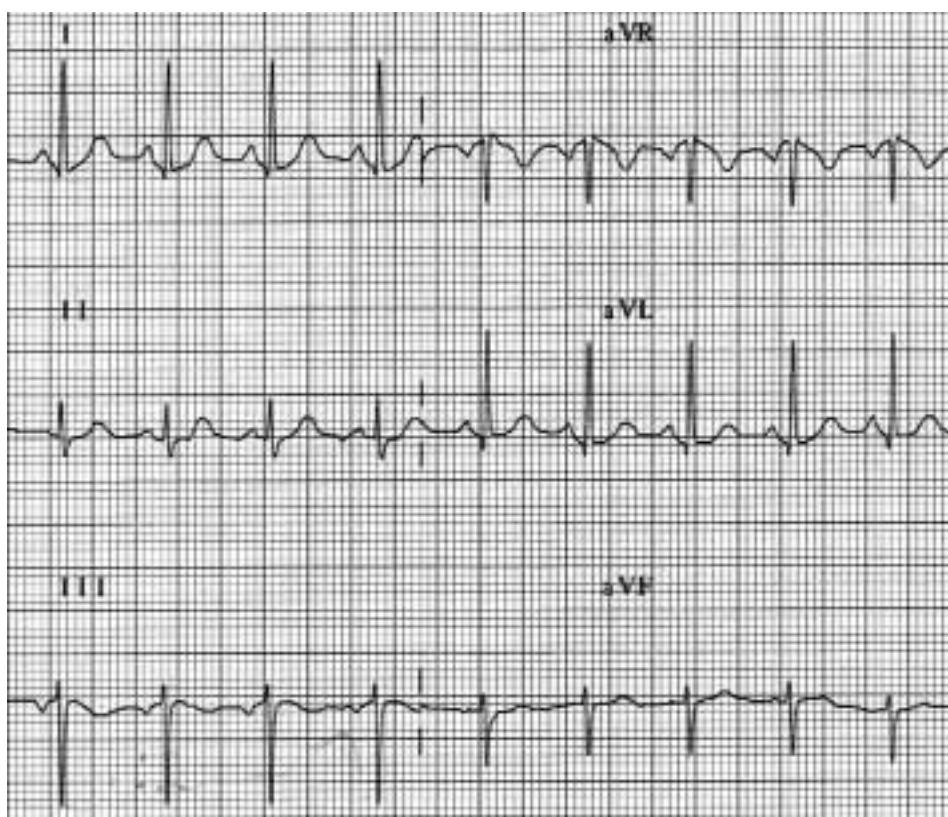
Supone la interrupción de la transmisión a través de la rama derecha; el ventrículo derecho se activa célula a célula desde el lado izquierdo. Los criterios de BIRD son los siguientes:

ECG n.º 7. Trazado correspondiente a una niña de 2 años con BCRD.



- QRS con duración por encima del límite superior de la normalidad (más de 0,10 seg para los lactantes, más de 0,12 seg para los niños mayores) junto con una morfología característica RSR'.
- Empastamiento terminal del complejo QRS dirigido hacia la derecha y adelante con:
 - S ancha y empastada en I, V5 y V6.
 - R' empastada terminal en aVR, V1 y V2.
- El bloqueo completo de rama derecha suele detectarse después de la cirugía cardiaca con ventriculotomía. No es posible diagnosticar una hipertrofia ventricular derecha en el electrocardiograma en los casos de bloqueo completo.
- El ECG n.º 7 corresponde a una niña de 2 años y muestra un trazado de BCRD (duración QRS de 0,11 seg).

ECG n.º 8. Trazado sugestivo de hemibloqueo anterior izquierdo (HARI).



Hemibloqueo anterior izquierdo (HARI)

El bloqueo de la conducción a través de la rama anterior izquierda produce una desviación izquierda del eje del QRS (-30 ° hasta -90 °) sin prolongar su duración. A causa del bloqueo de las fibras de la porción antero-superior del ventrículo izquierdo, las fuerzas iniciales se dirigen hacia abajo, pero el vector QRS medio se dirige hacia arriba y a la izquierda produciendo un complejo rs en las derivaciones II, III y aVF y un complejo qr en las derivaciones I y aVL. En los niños la causa más frecuente de HARI son las cardiopatías congénitas siendo un hallazgo característico en los defectos de los cojines endocárdicos (canal auriculoventricular, comunicación interauricular tipo *ostium primum*), en la atresia tricúspide y en la arteria coronaria izquierda anómala aunque puede también verse en niños normales sin patología asociada.

El ECG n.º 8 muestra un trazado sugestivo de HARI.

La presencia de un hemibloqueo anterior de rama izquierda en un neonato:

- Sin cianosis: sospechar canal auriculoventricular.
- Cianótico: sospechar atresia tricús-pide.

Hemibloqueo posterior izquierdo (HPI)

Cuando se interrumpe el fascículo posterior, la duración del QRS permanece normal pero su eje se desvía a la derecha hasta unos 120 °. A causa del bloqueo de las fibras de la porción posterio-inferior el vector inicial se dirige hacia arriba y a la izquierda pero el vector QRS medio se dirige hacia abajo y a la izquierda produciendo una complejo rs en I y aVL y qr en II, III y aVF.

El HPI es poco frecuente en niños detectándose habitualmente en caso de cirugía cardiaca, miocarditis o endocarditis.

Bloqueo completo de rama izquierda (BRI)

Cuando se interrumpe la rama izquierda la activación ventricular se lleva a cabo únicamente a través de la rama derecha. El tabique y el ventrículo izquierdo se despolarizan de derecha a izquierda.

Los criterios de BRI son los siguientes:

- Desviación del eje a la izquierda para la edad del paciente.
- Duración del QRS por encima del límite superior para la edad del paciente.
- Complejo QRS empastado dirigido hacia la izquierda y atrás:

- Ondas R empastadas y anchas en I, aVL, V5 y V6.
- Ondas S anchas en V1 y V2.
- Ausencia de Q en I, aVIL, V6.

En presencia de BRI no debe hacerse el diagnóstico de HVI.

El BRI es excepcional en niños, estando en adultos con frecuencia relacionado con la cardiopatía isquémica e hipertensiva.

Hay hallazgos en el ECG cuya presencia es patológica a cualquier edad y que conviene recordar dada su frecuencia:

- Eje QRS superior (S dominante en aVF, R dominante en I).
- Ondas T positivas en V1 entre los 7 días y los 10 años de edad; sugiere hipertrofia ventricular derecha.
- Aumento de las fuerzas izquierdas (los parámetros varían según la edad).

- Aumento de las fuerzas de la aurícula izquierda o derecha (ondas P anchas o altas respectivamente).

Amplitud

Una amplitud anormalmente elevada de las ondas R y S (por encima del rango normal para la edad) suele indicar hipertrofia ventricular derecha o izquierda, con ondas R altas en aquellas derivaciones enfrentadas al ventrículo respectivo (es decir, V1-V2 sobre el ventrículo derecho y V5-V6 sobre el ventrículo izquierdo) y ondas S profundas en las derivaciones inversas.

En la hipertrofia ventricular derecha hay ondas R altas en V1 y V2 con onda S profunda en V6.

En la hipertrofia ventricular izquierda habrá ondas R altas en V5 y V6 con S profundas en V1.

Tabla VI. Voltajes ondas R y S según derivación y edad (media y p98)

Edad	Amplitud en V1 (mm)		Amplitud en V6 (mm)	
	R	S	R	S
< 1 día	13,8 (26,1)	8,5 (22,7)	4,2 (11,1)	3,2 (9,6)
1-2 días	14,1 (26,9)	9,1 (20,7)	4,5 (12,2)	3,0 (9,4)
3-6 días	12,9 (24,2)	6,6 (16,8)	5,2 (12,1)	3,5 (9,8)
1-3 semanas	10,6 (20,8)	4,2 (10,8)	7,6 (16,4)	3,4 (9,8)
1-2 meses	9,5 (18,4)	5,0 (12,4)	11,6 (21,4)	2,7 (6,4)
3-5 meses	9,8 (19,8)	5,7 (17,1)	13,1 (22,4)	2,9 (9,9)
6-11 meses	9,4 (20,3)	6,4 (18,1)	12,6 (22,7)	2,1 (7,2)
1-2 años	8,9 (17,7)	8,4 (21,0)	13,1 (22,6)	1,9 (6,6)
3-4 años	8,1 (18,2)	10,2 (21,4)	14,8 (24,2)	1,5 (5,2)
5-7 años	6,7 (13,9)	12,0 (23,8)	16,3 (26,5)	1,2 (4,0)
8-11 años	5,4 (12,1)	11,9 (25,4)	16,3 (25,4)	1,0 (3,9)
12-15 años	4,1 (9,9)	10,8 (21,2)	14,3 (23,0)	0,8 (3,7)

Los voltajes bajos (menores de 5 mm en las derivaciones de los miembros pueden ser normales en el recién nacido, pero en el niño mayor pueden aparecer en el derrame pericárdico o en el hipotiroidismo.

Los valores normales de la amplitud (altura de las ondas R y S) se muestran en la Tabla VI.

Hipertrofia ventricular derecha (HVD)

Un ECG sugiere HVD cuando encontramos cualquiera de los siguientes datos solos o en combinación:

- R en V1 por encima del p98 para la edad.

- S en V6 por encima del p98 para la edad.
- T positiva en V1 entre el 4.^o día de vida y los 10 años.
- Complejo qR en V1.
- Complejo RSR' en V1 con R' mayor de 15 mm en menores de 1 año o mayor de 10 mm en mayores de 1 año.
- Aumento de la relación R/S en V1.
- Desviación del eje a la derecha.

El ECG n.^o 9 muestra el trazado de un niño de 10 años con criterios de HVD: R en V1 de 28 mm, S en V6 de 12 mm y eje a 140°.

ECG n.^o 9. Trazado de un niño de 10 años con criterios de HVD: R en V1 de 28 mm, S en V6 de 12 mm y eje a 140°.

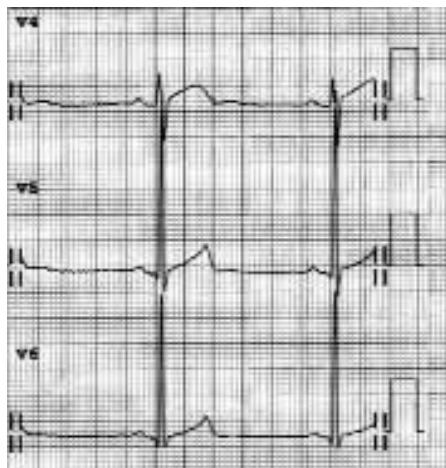


Hipertrofia ventricular izquierda (HVI)

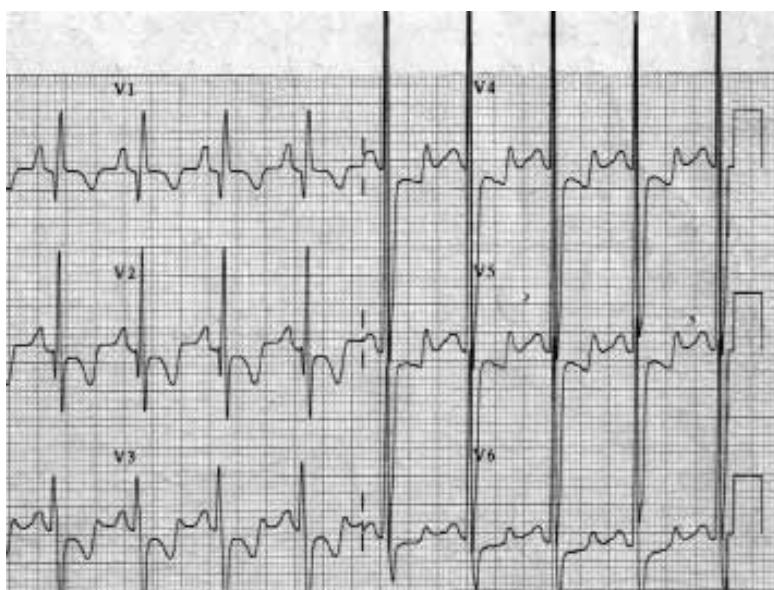
Un ECG sugiere HVI cuando encontramos cualquiera de los siguientes datos solos o en combinación:

- R en V6 por encima del p98 para la edad (sugiere sobrecarga de volumen).
- Onda q mayor de 4 mm en V5 o V6 (sugiere sobrecarga de volumen).
- R en V1 por debajo del percentil 5 para la edad (sugiere sobrecarga de presión).
- S en V1 por encima del p98 para la edad (sugiere sobrecarga de presión).

ECG n.º 10. Trazado de un niño de 14 años con onda R de 28 mm en V6 compatible con crecimiento ventricular izquierdo.



ECG n.º 11. Trazado de un niño de 11 años con signos de hipertrofia biventricular: patrón qR en V1 (HVD), onda R de 35 mm en V6 (HVI).



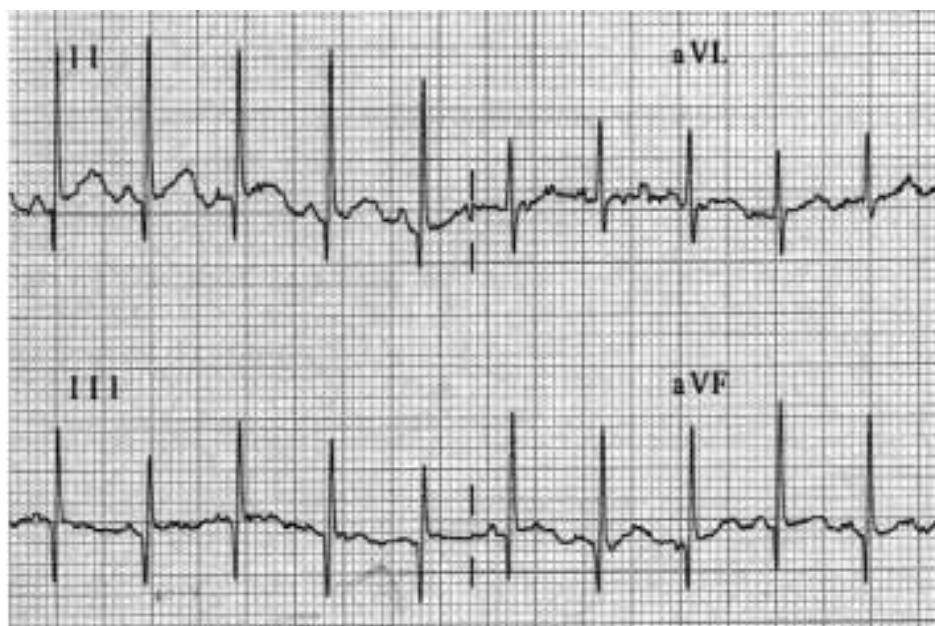
- R en V6 + S en V1 por encima del p98 para la edad.
- Ondas T negativas en V5 o V6.
- Desviación del eje a la izquierda.

El ECG n.º 10 es un trazado de un niño de 14 años con onda R de 28 mm en V6 compatible con crecimiento ventricular izquierdo.

Tabla VII. Valores p98 onda Q (mm) según la edad en III y V6

Edad	III	V6
< 1 día	4,5	2
1-2 días	6,5	2,5
3-6 días	5,5	3
1-3 semanas	6	3
1-2 meses	7,5	3
3-5 meses	6,5	3
6-11 meses	8,5	3
1-2 años	6	3
3-4 años	5	3,5
5-7 años	4	4,5
8-11 años	3	3
12-15 años	3	3

ECG nº 12A. Trazado de un lactante de siete meses con ondas Q de 6mm (normales) en III.



El ECG n.º 11 es un trazado de un niño de 11 años con signos de hipertrofia biventricular: patrón qR en V1 (HVD), onda R de 35 mm en V6 (HVI).

Onda Q

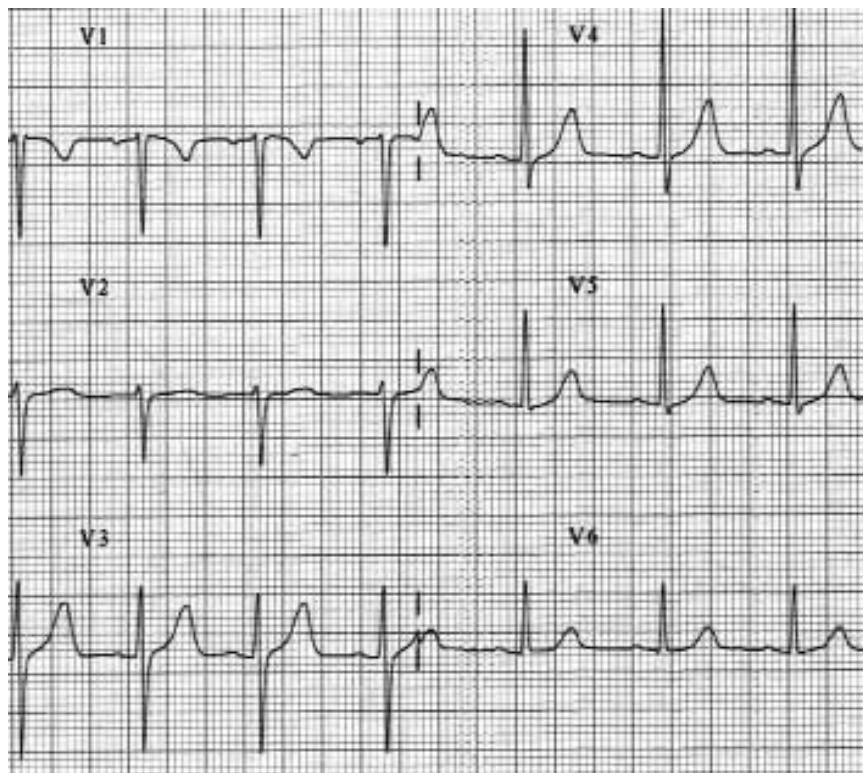
La onda Q representa la despolarización del tabique interventricular y suele estar presente en las derivaciones enfrentadas al tabique desde la izquierda (I, II, III, aVL y AVF) y casi siempre tam-

bién en V5 y V6. Excepto en el recién nacido, no hay onda q en V1.

La amplitud (altura) debe ser menor de 6 mm en aVF y V5, menor de 5 mm en V6 y no más del 25% de la altura de la onda R en cualquier derivación.

En menores de 3 años pueden llegar a tener una profundidad de 8 mm en III. La duración no debe exceder 0,04 seg (1 mm). Pueden verse ondas Q patológicas en la hipertrofia ventricular (derecha o iz-

ECG n.º 12B. ECG de un niño de 14 años con S dominante en V₁ y R dominante en V₆.



quierda), bloqueo de rama izquierda o después de un infarto de miocardio.

Los valores normales de la amplitud de la onda Q se muestran en la Tabla VII.

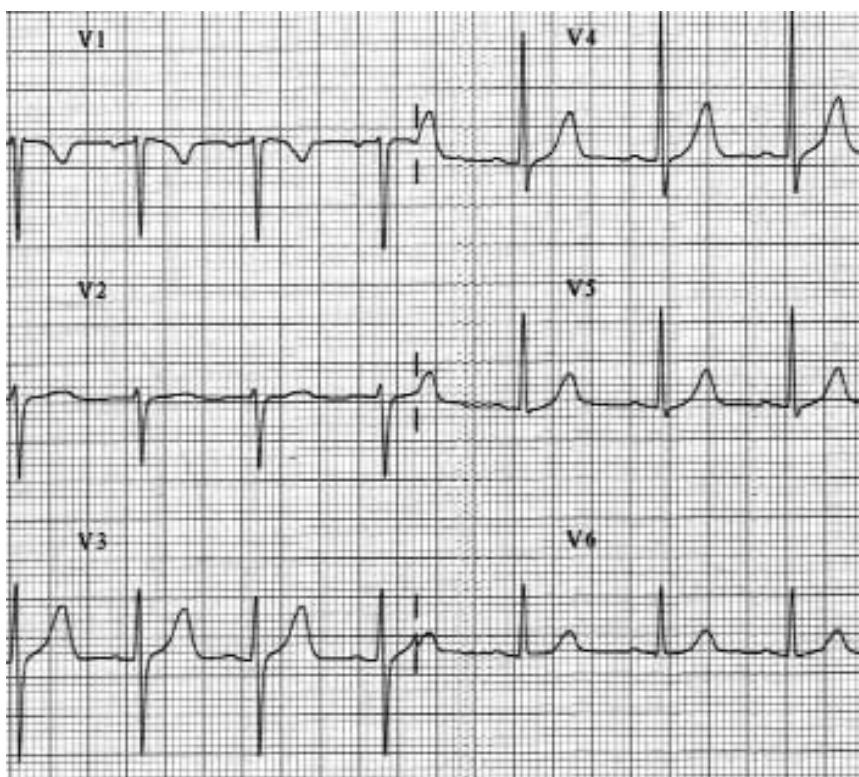
El ECG n.º 12A muestra el trazado de un lactante de siete meses con ondas Q de 6 mm (normales) en III.

El trazado 12B muestra ondas Q patológicas en I y aVL sugestivos de infarto lateral.

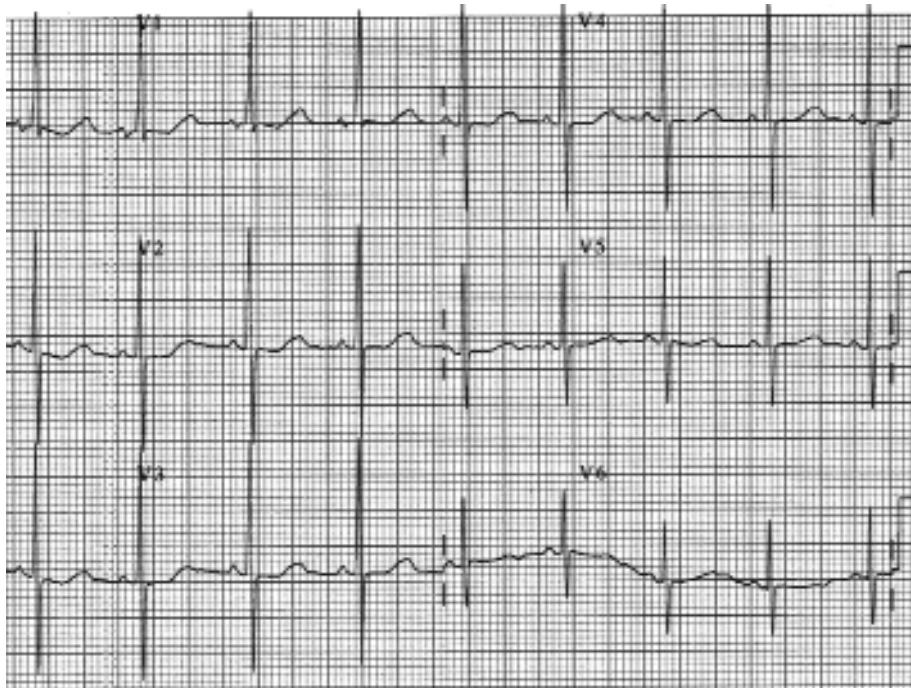
Progresión RS

En los adultos y en los niños mayores de tres años hay una progresión suave a través de las derivaciones precordiales con R pequeña y S dominante en V1, R y S similares en V2 y V3 y R dominantes en V4-V6. (ECG n.º 13) En el período neonatal esta progresión puede ser opuesta con R dominante en precordiales derechas y S dominante en V5 y V6.

ECG n.º 13. En el período neonatal la progresión RS puede ser opuesta, con R dominante en precordiales derechas y S dominante en V5 y V6.



ECG n.º 14. Trazado de un neonato con R dominante en V1 y S profundas en V6.



El ECG n.º 14 muestra un trazado de un neonato con R dominante en V1 y S profundas en V6. Una progresión anormal en RS puede deberse a hipertrofia ventricular, a alteraciones de la conducción ventricular o a infarto de miocardio.

Relación R/S

Esta relación, en los lactantes normales, es grande en las derivaciones pre-

cordiales derechas y pequeña en las izquierdas. Este patrón es inverso en los adultos. Igual que con los voltajes anormalmente altos de las ondas R y S, se puede ver una relación R/S alterada en la hipertrofia ventricular (siendo mayor de lo normal en las derivaciones directamente enfrentadas al ventrículo respectivo y menores de lo normal en las derivaciones opuestas) y en las alteraciones de la conducción ventricular.

Bibliografía

Garson Jr A, Bricker JT, McNamara DG. *The Science and Practice of Pediatric Cardiology*. Philadelphia: Lea and Febiger; 1990.

Park M. *Cardiología Pediátrica*. 2.^a edición. Harcourt Brace/Elsevier; 1999.

Park MK, Guwtheroth W. *El electrocardiograma pediátrico*. 3.^a edición. Madrid: Mosby; 1994.

