

Revisión

ECG pediátrico. Variaciones normales y alteraciones más frecuentes

M.S. JIMÉNEZ CASSO

Unidad de Cardiología Pediátrica. Servicio de Pediatría. Complejo Asistencial de Segovia.

INTRODUCCIÓN

Este escrito no pretende ser un curso de lectura sistemática del ECG pediátrico, hay muy buenas guías y libros para ello. Lo que se pretende es hacer un resumen de las características principales y de las alteraciones más frecuentes que todo facultativo debería conocer. Además, los electrocardiogramas que utilizamos suelen realizar una lectura específica para adultos, lo que lleva a dudas y errores cuando lo que tenemos delante es el ECG de un niño.

HISTORIA

Resulta importante conocer de dónde provienen los instrumentos que en la actualidad nos parecen tan simples. El origen del ECG se remonta a 1856, cuando Koelliker y Muller confirman que una corriente eléctrica acompaña a cada latido cardiaco. En 1887, Waller consigue un trazado de ondas en papel, tras conectar las extremidades de un perro inicialmente y posteriormente de una persona a los polos de un electrómetro capilar. Las ondas las describió como a, b, c, d.

En 1894, Einthoven utiliza por primera vez el término electrocardiograma y distingue las cinco deflexiones que conocemos en la actualidad. Utiliza las letras de la segunda mitad del alfabeto, P, Q, R, S, T, para diferenciarlas de las que

Waller había descrito previamente. Einthoven fue Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1924 por el invento del electrocardiograma.

SISTEMA VECTORIAL. COLOCACIÓN DE ELECTRODOS

El principio físico en el que se basa el registro electrocardiográfico de Einthoven tiene su fundamento bioeléctrico en la teoría del dipolo. A partir de él, colocando unos electrodos en unos lugares estándar, registramos los vectores de la despolarización eléctrica del corazón sobre un papel cuadriculado. Si se acerca el vector de despolarización, tendremos una deflexión ascendente en el papel; si se aleja, tendremos una deflexión descendente y será isodifásico; si se acerca y luego se aleja, obteniendo una deflexión ascendente y luego descendente. Comprendiendo el sistema vectorial, resulta mucho más fácil la lectura de los registros de ECG.

El triángulo de Einthoven constituye las tres primeras derivaciones estándar bipolares descritas por él: I, II y III.

A estas se añadieron las derivaciones monopares AVL, AVF y AVR, es decir, unipolares de los miembros, obtenidas a partir de un electrodo explorador, que tiene como polo contrario un potencial que no es exactamente igual a cero, pero que se aproxima mucho a esa magnitud (Fig. 1).

Correspondencia: Dra. María Soledad Jiménez Casso. Unidad de Cardiología Pediátrica. Servicio de Pediatría. Complejo Asistencial de Segovia.
Correo electrónico: sjimenezca@saludcastillayleon.es

© 2021 Sociedad de Pediatría de Asturias, Cantabria, Castilla y León
Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Reconocimiento-No Comercial de Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/es/>), la cual permite su uso, distribución y reproducción por cualquier medio para fines no comerciales, siempre que se cite el trabajo original.

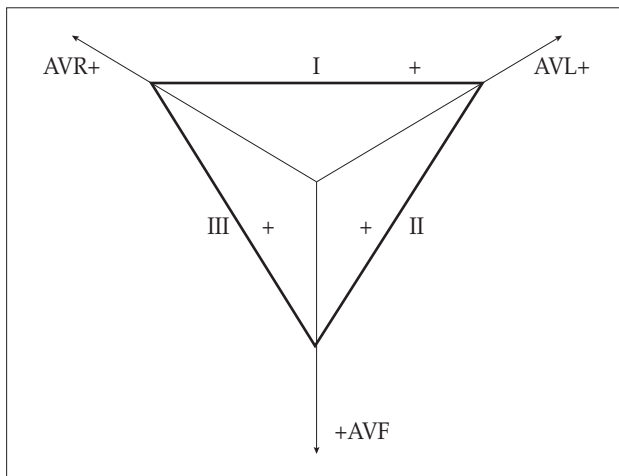


Figura 1. Triángulo de Einthoven con las derivaciones bipolares y monopolares.



Figura 2. Colocación de las derivaciones en los lactantes.

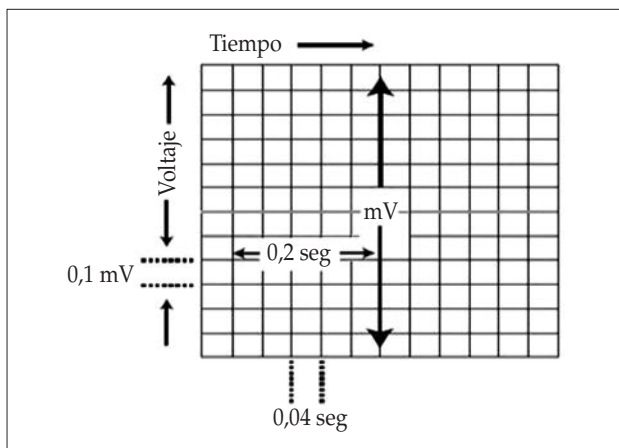


Figura 3. Tomado de la guía básica para la lectura rápida del ECG pediátrico de Pérez Lescure.

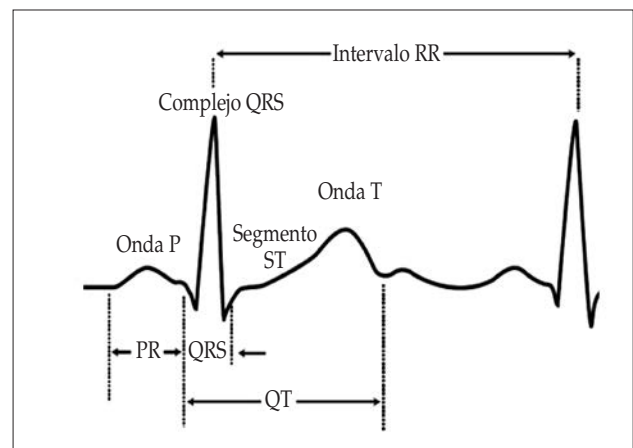


Figura 4. Tomado de la guía básica para la lectura rápida del ECG pediátrico de Pérez Lescure.

Posteriormente se describieron las derivaciones precordiales en el eje horizontal del corazón de derecha a izquierda V1, V2, V3, V4, V5, V6.

Las derivaciones estándar se colocan en tres extremidades: brazo derecho, brazo izquierdo y pierna izquierda y la cuarta en la pierna derecha es la toma de tierra.

Tradicionalmente se colocaban en muñecas y tobillos, con el inconveniente de que si el niño se mueve mucho, resulta imposible adquirir un registro adecuado. Por ello actualmente se colocan en hombros y a ambos lados en el abdomen por encima de la raíz de las extremidades inferiores (Fig. 2).

LECTURA EN LA CUADRÍCULA. INTERVALOS NORMALES

El papel donde se registra el trazado del ECG tiene una cuadrícula milimetrada, en la que se mide en el eje horizontal el tiempo, donde cada milímetro son 0,04 seg, y en el eje vertical el voltaje, donde cada milímetro son 0,1 mV.

Las ondas del ECG corresponden: la despolarización de las aurículas a la onda P, la conducción aurículo-ventricular al intervalo PR, la despolarización ventricular al complejo QRS y la repolarización al segmento ST y la onda T (Figs. 3 y 4).

El vector de despolarización cardiaca resultante tiene un eje de derecha a izquierda y de arriba abajo; por tanto, obtendremos deflexiones positivas, en las derivaciones situadas en esa localización (II, III, AVF) y principalmente en II,

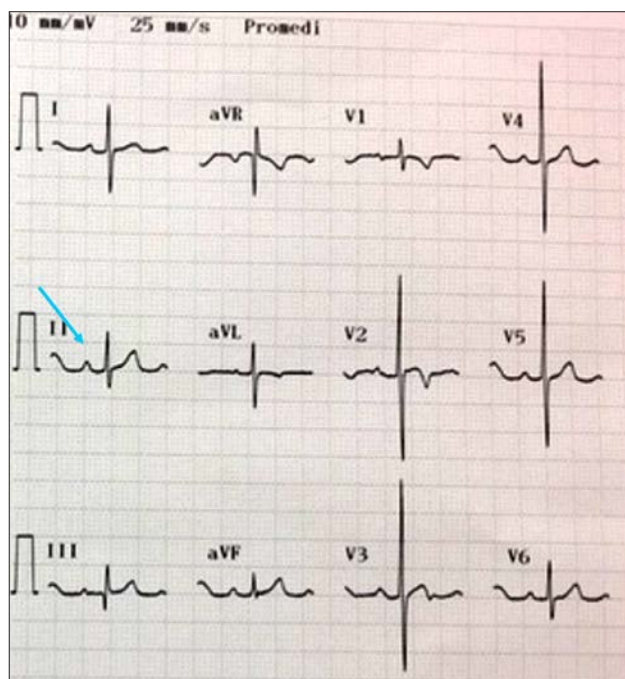


Figura 5. ECG con ondas P positivas en derivación II ritmo sinusal.

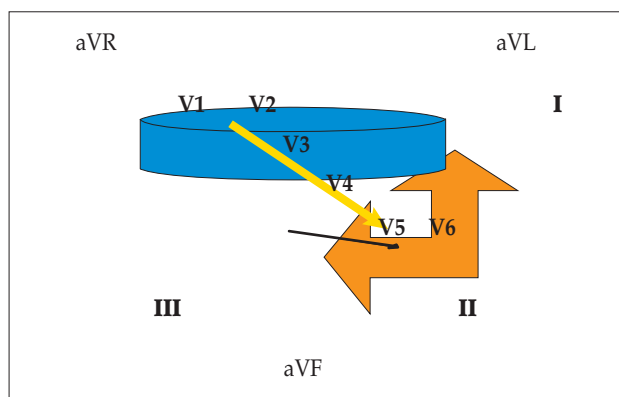


Figura 6. Eje de la onda P, del QRS y de la onda de repolarización.

- Intervalo PR.
- Eje del QRS en derivaciones estándar.
- QRS en precordiales, eje, duración.
- Repolarización, segmento ST, onda T.
- Morfologías de la P y del QRS.
- QT.

TABLA I. DURACIÓN MÁXIMA Y MÍNIMA DE LOS INTERVALOS DEL ECG EN NIÑOS.

	Mínimo seg	Máximo seg
PR	0,08	0,2
QRS	0,04	0,10
QT	0,35	0,45

siendo esta la derivación que utilizaremos para valorar si estamos ante un ritmo sinusal (Figs. 5 y 6).

INTERVALOS NORMALES

La duración de los intervalos descritos (PR, QRS, QT) varían según la edad en la tabla I se describe su duración mínima y máxima, en segundos.

LECTURA SISTEMÁTICA

Para leer de forma adecuada un ECG tendremos que seguir un orden y siempre completar la lectura; este es un ejemplo:

- Ritmo sinusal: identificar la onda P sinusal.
- Frecuencia cardiaca, determinar si es rítmico, arritmias.

ONDA P SINUSAL

Para saber si el ECG que tenemos que analizar está en ritmo sinusal, tendremos que ver que la onda P es positiva claramente en II, como se observa en este ECG (Figs. 5 y 6).

RITMO, FRECUENCIA

La frecuencia cardiaca suele aparecer en la lectura del electrocardiograma. Debido a que 0,2 seg son 5 mm, es fácil determinarla: a partir de la distancia existente entre dos QRS, podemos deducir la frecuencia cardiaca (300/150/100 lpm) (Fig. 7).

Una arritmia muy frecuente en niños, sin ningún significado patológico, es la arritmia respiratoria. Para diagnosticarla tenemos que visualizar que todas las ondas P del registro son sinusales y todos los intervalos PR son iguales, únicamente la frecuencia cardiaca aumenta y disminuye con la inspiración y la espiración (Fig. 8).

QRS NORMAL

Para conocer el eje del QRS debemos utilizar las derivaciones estándar. El eje de la P y el eje del QRS deberán ser positivos en II. Para determinar sus grados exactos utiliza-

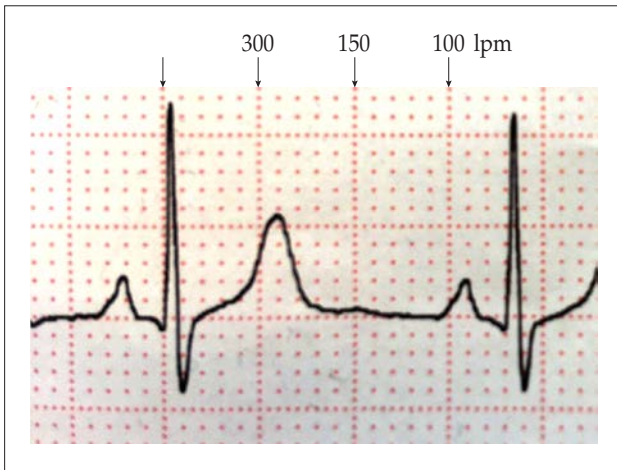


Figura 7. Medición de la frecuencia cardíaca según la distancia en el papel entre dos QRS consecutivos.

remos la derivación I y la monopolar AVF y el vector resultante debe encontrarse en este cuadrante inferior izquierdo (0° , $+90^\circ$). La duración del QRS la podemos comprobar en el cuadro de los intervalos según las edades, pero en general no debe durar más de 2,5 mm (0,10 seg) (Figs. 1, 3 y 6).

SEGMENTO ST Y ONDA T

El vector de repolarización lleva una dirección inversa al QRS, pero la positividad del vector es inversa también, por lo que el resultado es un vector en la misma dirección que el QRS. El segmento ST puede estar elevado en niños hasta 1 mm y descendido 0,5 mm.

Asimismo, las ondas T, a partir de las 48 horas de vida, pueden ser negativas desde V1 a V4 y tienen que ser posi-

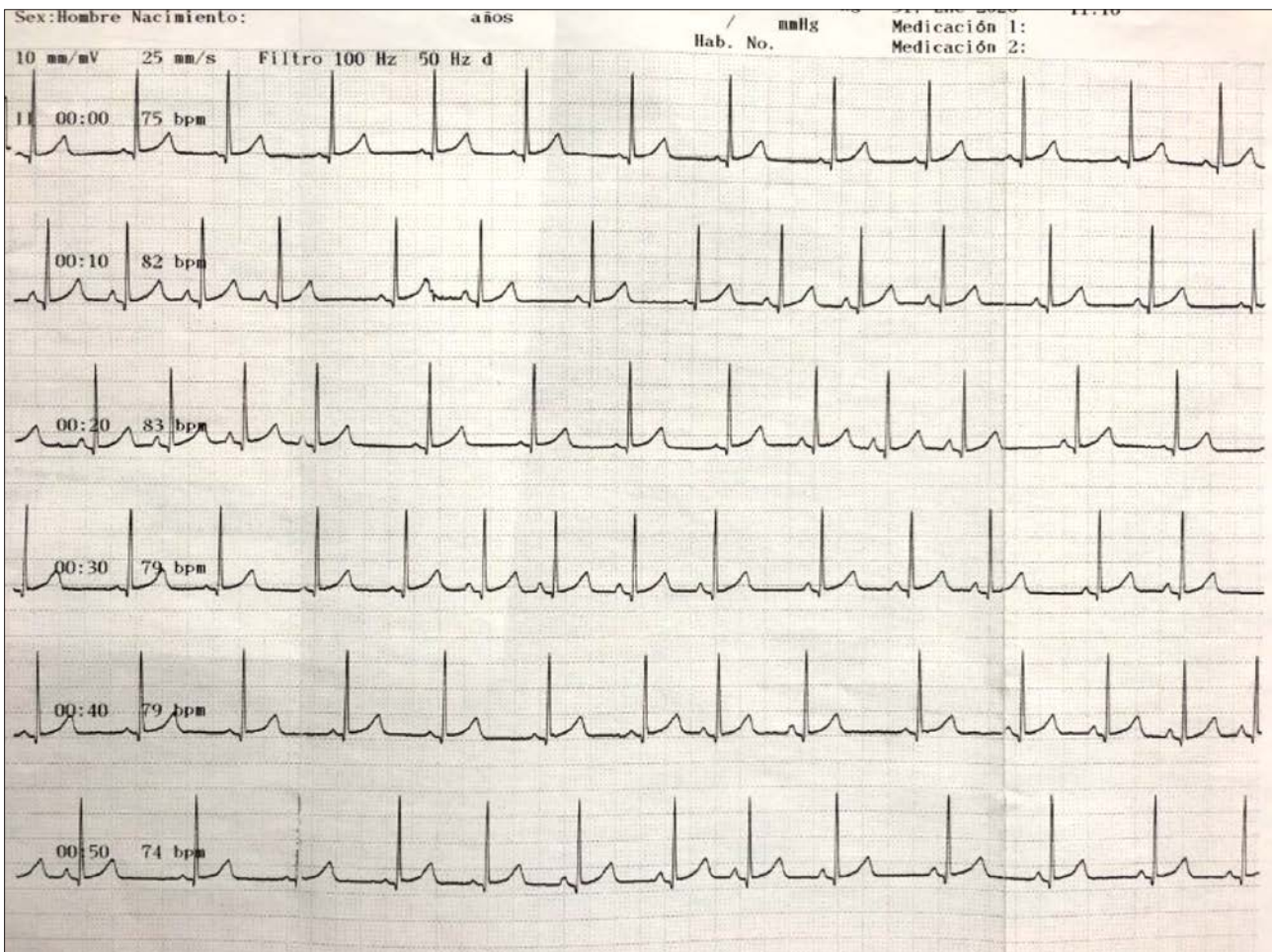


Figura 8. ECG: tira de ritmo en derivación II donde se observa ritmo sinusal, PR normal y variación de la frecuencia cardíaca con la inspiración y la espiración.

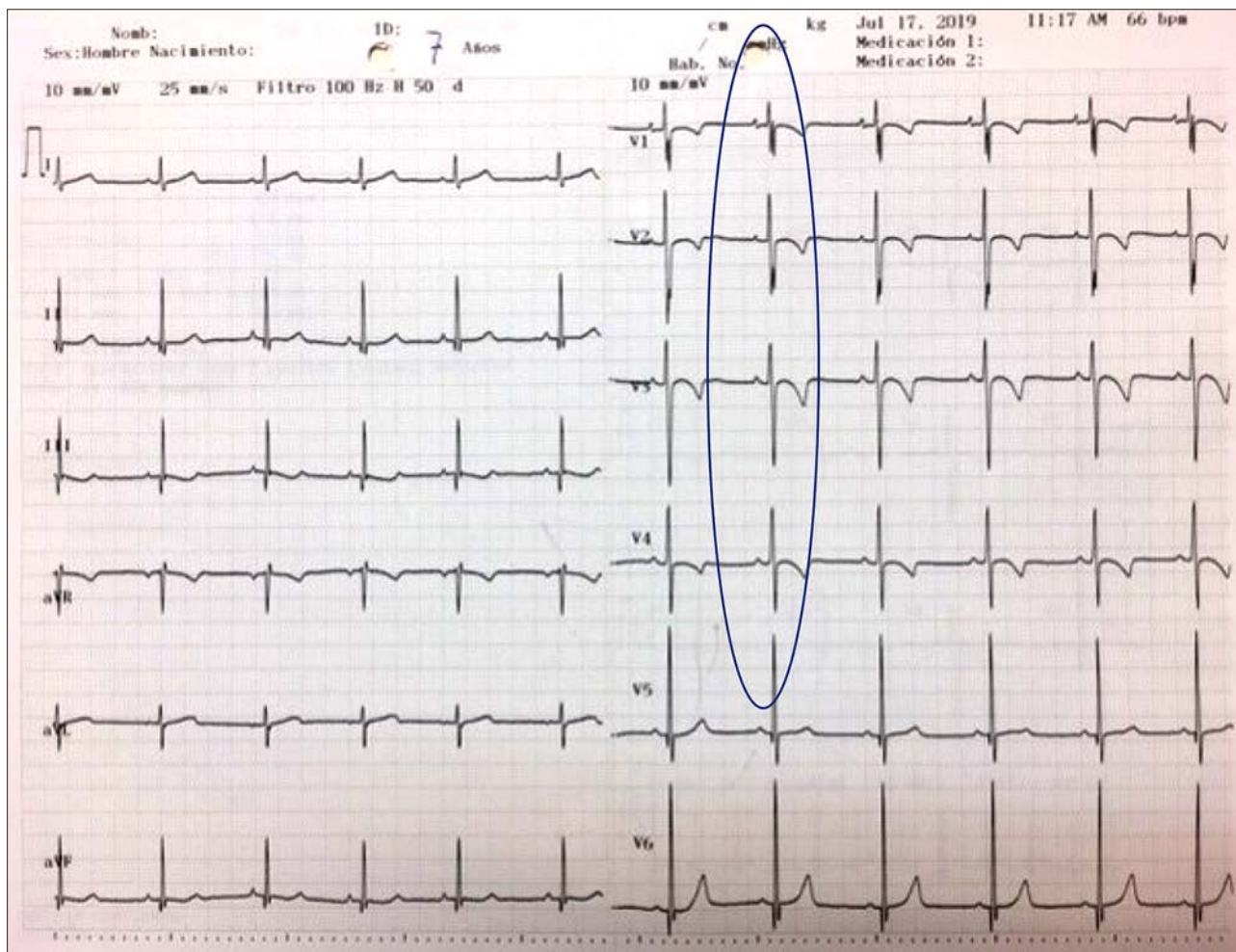


Figura 9.

tivas en V5 y V6 (Fig. 9). Este patrón es patológico en los adultos.

Existe también un fenómeno fisiológico, sobre todo en adolescentes, que es la repolarización precoz, que consiste en la elevación del ST < 4 mm en derivaciones laterales (V4-V6) e inferiores (II, III, AVF), acompañado de T altas asimétricas.

PATRÓN NORMAL DEL ECG AL NACIMIENTO Y SU EVOLUCIÓN

Durante la época fetal ambos ventrículos tienen la misma "pared" porque han soportado las mismas presiones. Esto se manifiesta como una "hipertrofia de VD" en el ECG (Fig. 10).

Esto se traduce en el registro del ECG con un eje del QRS más derecho de lo normal, que suele estar entre 120° y 150° como si se tratara de una hipertrofia de VD (Fig. 11).

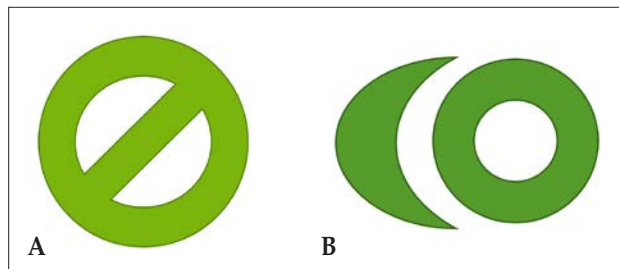


Figura 10. Esquema de un corte transversal de los ventrículos en un recién nacido en el que ambos ventrículos tienen una pared similar (A). Y en adulto, en el que existe un predominio del ventrículo izquierdo con respecto al derecho (B).

En las precordiales derechas, en las que normalmente hay predominio de vectores negativos, veremos QRS positivos, con predominio de R, como podemos visualizar en un registro normal de un recién nacido (Fig. 11).

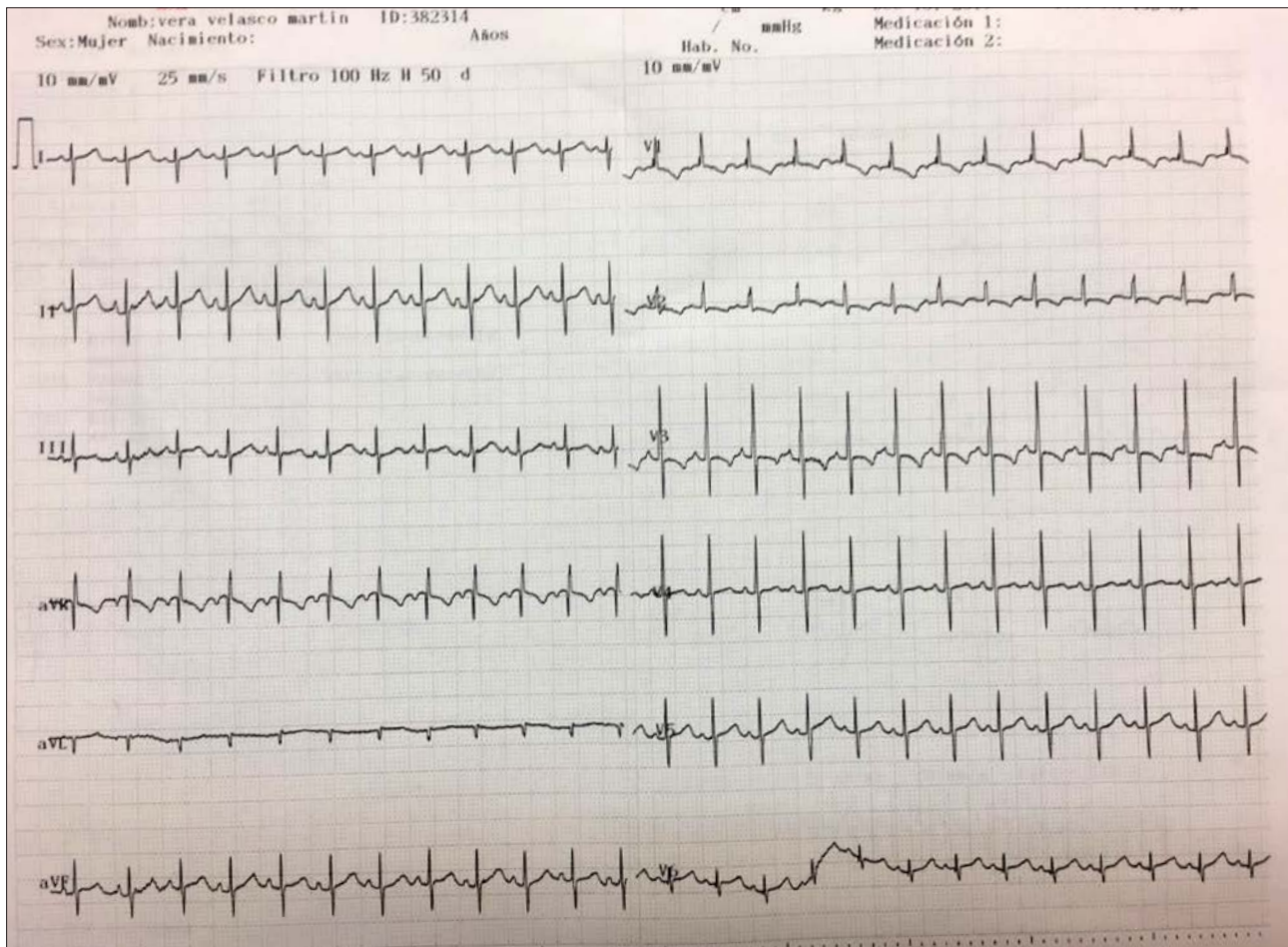


Figura 11. Registro normal de un ECG de un recién nacido con un eje del QRS 120-150°.

El eje del QRS va desviándose hacia la izquierda a medida que aumenta la edad y las presiones en VD llevan más tiempo siendo bajas.

Hasta aquí hemos descrito las variaciones normales de los ECG en los niños. A continuación vamos a describir las alteraciones más frecuentes.

BLOQUEO DE RAMA DERECHA

Los patrones de bloqueo de rama los observaremos en las derivaciones precordiales, sobre todo las extremas, V1 y V6.

La alteración de la conducción en la rama derecha del haz de His provoca un vector tardío y empastado que se dirige a las precordiales derechas, dando lugar en V1 del ECG al patrón rsR' típico, con un alargamiento en la duración del QRS (Fig. 12). Es importante reconocerlo por ser muy fre-

cuente en pacientes intervenidos, a los que se ha realizado una ventriculotomía derecha.

BLOQUEO DE RAMA IZQUIERDA

La alteración en la conducción de la rama izquierda es infrecuente en los niños. Provocará un vector tardío y empastado que se dirigirá a las precordiales izquierdas y se alejará de las derechas, dando lugar a un patrón rS en V1 (Fig. 13).

HEMIBLOQUEO ANTERIOR IZQUIERDO

El hemibloqueo anterior izquierdo (HBAI) se debe a una alteración en el fascículo anterior de la rama izquierda del haz de His. Esto hace que las fuerzas de despolarización

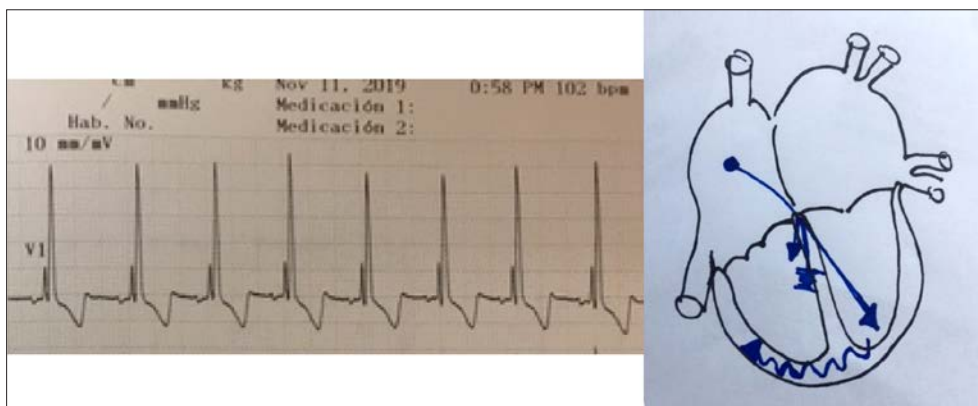


Figura 12. Esquema de la conducción eléctrica cardiaca con bloqueo de rama derecha y su expresión en V1 con patrón rsR' típico.

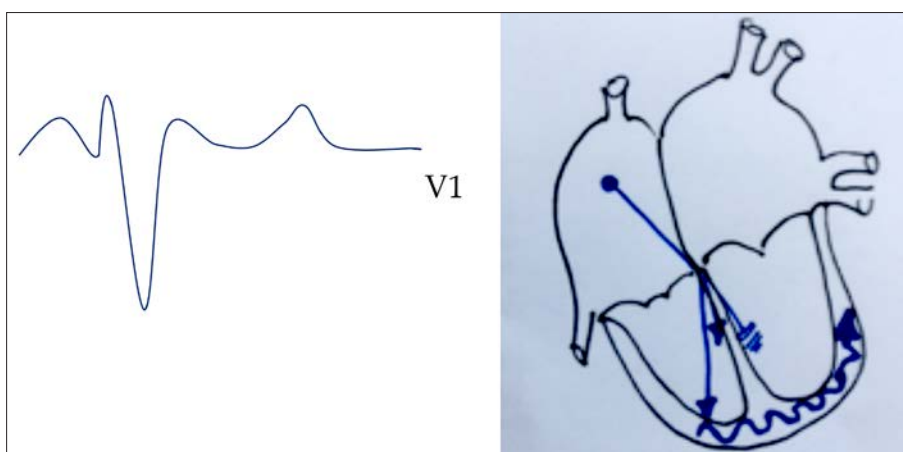


Figura 13. Esquema de la despolarización con patrón de bloqueo de rama izquierda y su reflejo en V1 con patrón rS.

tengan que dirigirse hacia arriba y hacia la izquierda, dando lugar a un eje del QRS supero-izquierdo (0° , -90°).

Es importante identificarlo porque en los niños con defectos de los cojines endocárdicos, como es el caso de los canales aurículo-ventriculares, debido al desplazamiento del haz de His secundario a esta malformación, presentan este hemibloqueo anterior izquierdo en el ECG. Esta cardiopatía es típica del síndrome de Down, por lo que ante un niño con este síndrome y un HBAI en el electrocardiograma, siempre tendremos que buscar un canal aurículo-ventricular en el ecocardiograma (Fig. 14).

INTERVALO QT, QTc

La duración del QTc estándar en niños ha de ser menor de 0,45 seg, la duración entre 0,45-0,48 es una situación

dudosa que hay que estudiar y el QTc de 0,50 es siempre un síndrome de QT largo.

Hay que conocer la fórmula de Bazett para calcular el QTc, principalmente cuando el lector del ECG nos dice que es un QT largo, debemos saber medir dónde empieza y termina el QT, utilizando el método de la tangente de la onda T a la línea isoeletrica y excluyendo la onda U de su medición (Fig. 15).

ONDA DELTA

Otro patrón que hay que saber identificar por su frecuencia e importancia como sustrato de taquicardias supraventriculares es la onda delta del síndrome de Wolff-Parkinson-White. La existencia de una vía accesoria de conducción aurículo-ventricular origina en el ECG un PR corto

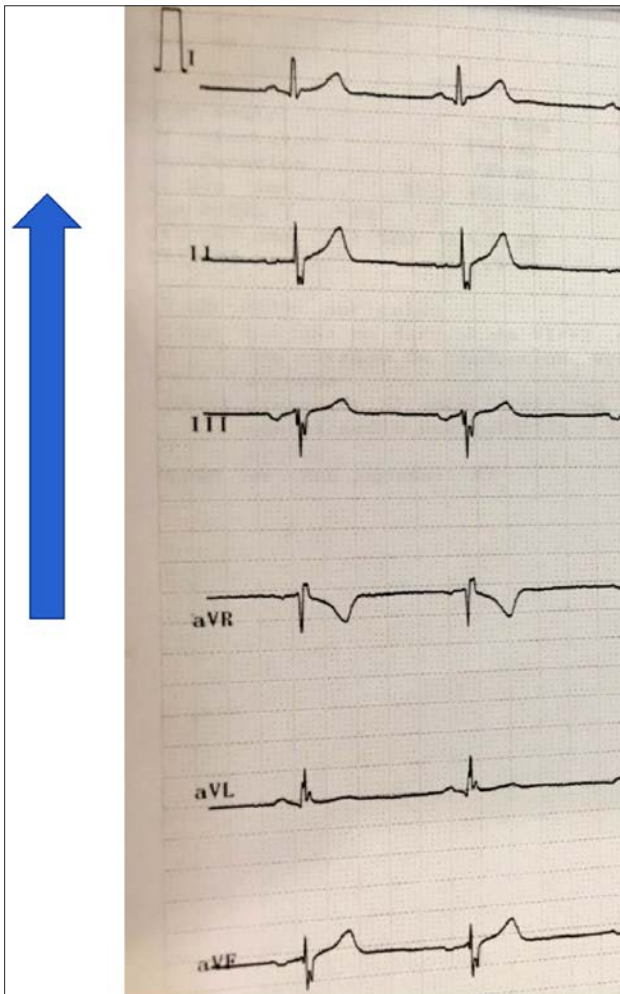


Figura 14. ECG con un hemibloqueo anterior-izquierdo, en el que se muestra un patrón negativo en las derivaciones inferiores (III y AVF), que origina un eje superoizquierdo del QRS (0°, -90°).

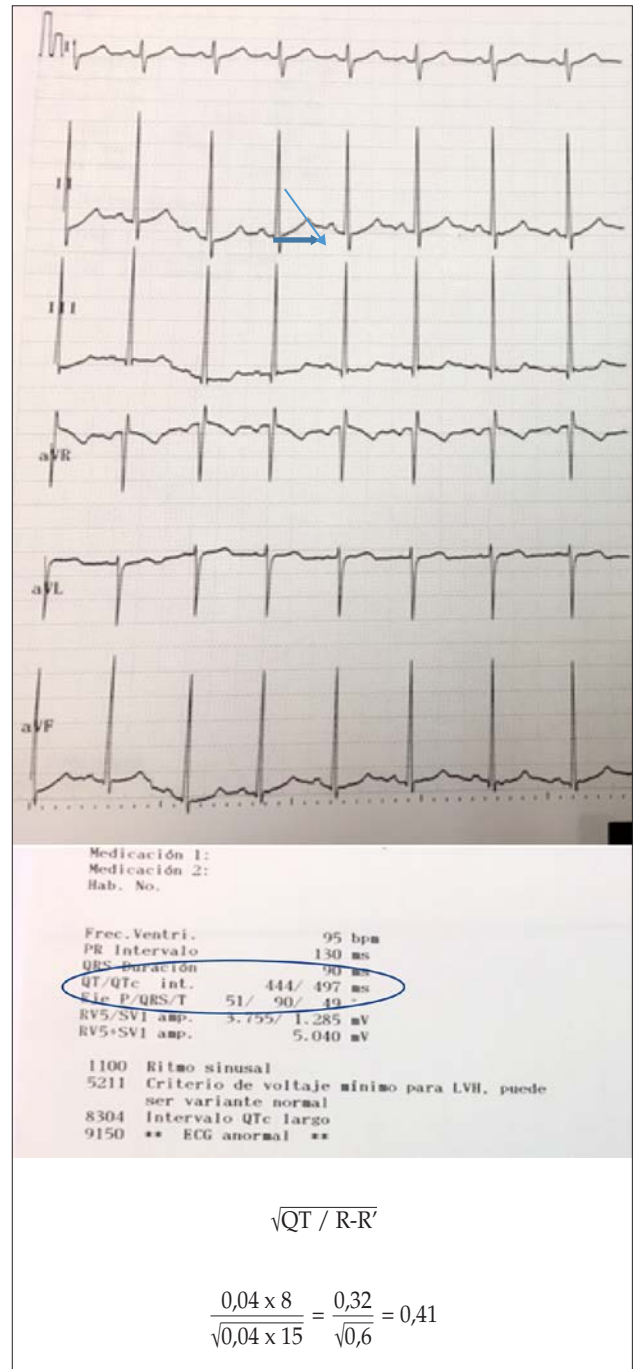


Figura 15. Cálculo manual del QTc mediante la tangente de la onda T y la fórmula de Bazett.

(< 0,12 seg), con un empastamiento del ascenso del inicio del QRS $\geq 0,04$ seg (Fig. 16).

CONCLUSIONES

- El ECG es una herramienta básica en el estudio cardiológico de un paciente que está al alcance de todos.
- Todo facultativo debe saber leer un ECG basal en un niño.
- El conocimiento de la normalidad de un ECG pediátrico sirve para descartar muchas patologías y no generar preocupaciones innecesarias.

$$\sqrt{QT / R-R'}$$

$$\frac{0,04 \times 8}{\sqrt{0,04 \times 15}} = \frac{0,32}{\sqrt{0,6}} = 0,41$$

- Un ECG patológico siempre ha de tenerse en cuenta, porque puede adelantarse a otros signos clínicos.
- Nunca debe dejar de realizarse un ECG aunque se realice un ecocardiograma.

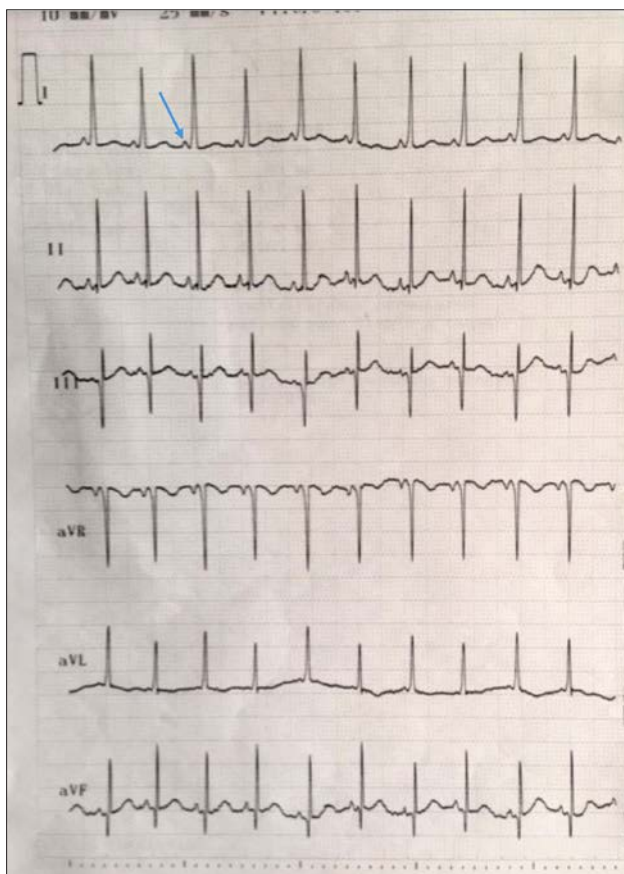


Figura 16. Síndrome de Wolff-Parquinson-White. PR corto con empastamiento del ascenso del QRS en registro de derivaciones estándar.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pérez-Lescure Picarzo J. Guía rápida para la lectura sistemática del ECG pediátrico. 4ª ed. Cardiología Infantil. Madrid: Hospital Universitario Fundación Alcorcón.
2. Sanches M, Coelho A, Oliveira E, Lopes A. Electrocardiograma en la edad pediátrica. *Semergen*. 2014; 40: 334-40.
3. Waller AD. A Demonstration on Man of Electromotive Changes accompanying the Heart's Beat. *J Physiol*. 1887; 8: 229-34.
4. Einthoven W. Galvanometrische registratie van het menschelijk electrocardiogram. In: *Herinneringsbundel SS*, ed. Rosentein: Leiden Eduard Ijdo Leiden; 1902. p. 101-6.
5. Einthoven W. Die galvanometrische Registerung des menschlichen Elektrokardiogram: Zugleich eine Beurtheilung der Anwendung des Capillar-Elektrometers in der Physiologie. *Pflügers Arch Ges Physiol*. 1903; 99: 472-80.
6. Las derivaciones del electrocardiograma. Disponible en: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/pdvedado/franco_02.pdf
7. González González L, Iglesias Barreiro J, Molina Mazón CS. La Onda Delta, the delta wave. *Enferm Cardiol*. 2017; 24: 100-1.
8. El ECG en reposo. Guía Clínica de Evaluación Cardiovascular previa a la práctica deportiva en pediatría de educación y deporte. *scc.org.co*. 2015. p. 33-42.