



FORMACIÓN CONTINUADA - METODOLOGÍA Y TÉCNICAS

Electrocardiograma en edad pediátrica



M. Sanches^{a,*}, A. Coelho^b, E. Oliveira^a y A. Lopes^a

^a Serviço de Pediatria, Hospital Distrital de Santarém, Santarém, Portugal

^b Unidade de Saúde Familiar Santiago, Centro de Saúde Arnaldo Sampaio, Leiria, Portugal

Recibido el 17 de julio de 2013; aceptado el 12 de octubre de 2013

Disponible en Internet el 5 de junio de 2014

PALABRAS CLAVE

Electrocardiograma;
Pediatria;
Especificidades;
Interpretación

KEYWORDS

Electrocardiogram;
Paediatrics;
Specificities;
Interpretation

Resumen El electrocardiograma (ECG) correctamente interpretado aporta importantes informaciones, siendo una prueba fácil y barata de realizar. El ECG continúa siendo el método de elección en el diagnóstico de arritmias.

Aunque los principios de electrofisiología cardíaca sean los mismos, en niños existen alteraciones anatómicas y fisiológicas dependientes de la edad que producen cambios específicos en el ECG, que podrán ser interpretados como patológicos.

Se pretende con este artículo revisar de forma sistematizada los aspectos más relevantes del ECG pediátrico, proponer un esquema de lectura del ECG y repasar los trazados electrocardiográficos más frecuentemente encontrados en edad pediátrica.

© 2013 Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria (SEMERGEN). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

The electrocardiogram in the paediatric age group

Abstract A properly interpreted electrocardiogram (ECG) provides important information and is an inexpensive and easy test to perform. It continues to be the method of choice for the diagnosis of arrhythmias.

Although the principles of cardiac electrophysiology are the same, there are anatomical and physiological age-dependent changes which produce specific alterations in the paediatric ECG, and which may be misinterpreted as pathological.

The intention of this article is to address in a systematic way the most relevant aspects of the paediatric ECG, to propose a possible reading scheme of the ECG and to review the electrocardiograph tracings most frequently found in the paediatric age group.

© 2013 Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria (SEMERGEN). Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

En Pediatría, el ECG es un método que está indicado en múltiples situaciones clínicas. Este examen, aunque sea predominantemente requerido por pediatras y cardiólogos

* Autor para correspondencia.
Correo electrónico: marcosanches16@hotmail.com
(M. Sanches).

Tabla 1 Colocación de los electrodos

	Recién nacidos y lactantes	Niños
<i>Derivaciones precordiales</i>		
V1	Cuarto eic en línea paraesternal derecha	Cuarto eic
V2	Cuarto eic en línea paraesternal izquierda	Cuarto eic
V3	Punto medio entre V2 y V4	Entre V2 y V4
V4	Cuarto eic en línea media clavicular izquierda	Quinto eic
V5	Cuarto eic en línea axilar anterior izquierda	Quinto eic
V6	Cuarto eic en línea axilar media izquierda	Quinto eic
V3R	Punto medio entre V1 y V4R	
V4R	Quinto eic en línea media clavicular derecha	
<i>Derivaciones de los miembros</i>		
Rojo	Brazo derecho	
Amarillo	Brazo izquierdo	
Verde	Pierna izquierda	
Negro	Pierna derecha	

eic: espacio intercostal.

Fuente: Pérez Lezcure y Echavarrí Olavarría⁶.

pediátricos, no es exclusivo de estas especialidades. En muchas situaciones, es el médico de familia quien hace la primera evaluación del lactante, niño o adolescente con señales y síntomas sospechosos de enfermedad cardíaca. Compete a los médicos de familia la petición y evaluación del ECG en situaciones como síncope, lipotimia, dolor torácico, palpitaciones, cianosis, historia familiar de muerte súbita, o simplemente como «examen de rutina»^{1,2}. La realización de ECG en estas situaciones podrá permitir excluir enfermedad cardíaca con alteraciones electrocardiográficas específicas (por ejemplo, síndrome de QT largo) o inespecíficas como los señales de hipertrofia ventricular o la alteración del eje eléctrico, que en niños podrán significar frecuentemente malformaciones congénitas asociadas².

Bases electrofisiológicas del electrocardiograma

El ECG se basa en el registro gráfico de la actividad eléctrica del corazón. Un ciclo cardíaco se representa por una sucesión de ondas: la onda P, el complejo QRS y la onda T. Estas ondas producen el segmento ST y 2 intervalos importantes, PR y QT.

En el ritmo sinusal, el impulso cardíaco se origina del nodo sinusal, que despolariza las aurículas derecha e izquierda, dando lugar a la onda P. El impulso llega hasta el nodo auriculoventricular (AV), produciendo el intervalo PR, posteriormente al haz de His, y se bifurca en sus 2 ramas, derecha e izquierda, hasta las fibras de Purkinje sobre el músculo ventricular, produciendo el complejo QRS. La repolarización de los ventrículos origina la onda T.

El trazado electrocardiográfico representa la actividad eléctrica cardíaca obtenida en 12 derivaciones. En el plano frontal la actividad del corazón se representa por 6 derivaciones de miembros DI, DII, DIII, aVR, aVL y aVF. La actividad en el plano horizontal se representa por las derivaciones precordiales V1, V2, V3, V4, V5 y V6.

Técnica de electrocardiografía en niños

La técnica de ECG implica que el niño permanezca inmóvil, tarea que podrá ser difícil. La presencia y la actitud de los padres promoviendo su distracción podrá ser una importante estrategia, habiendo a veces necesidad de sedación (por ejemplo, hidrato de cloral)³. La colocación de los 10 electrodos se realiza de forma similar a la del adulto, y los de las extremidades podrán ser colocados en localización más proximal, para reducir los artefactos de movimiento³. En edad pediátrica, además de las 12 derivaciones habituales es posible utilizar 2 derivaciones adicionales (V3R y V4R), principalmente en recién nacidos y lactantes, para una mejor evaluación del corazón derecho^{1,3}. En la [tabla 1](#) se presenta la correcta localización de los electrodos.

Comparativamente al registro del ECG del adulto, no existen diferencias, siendo realizado en papel milimétrico a una velocidad habitual de 25 mm/seg y a una amplitud de 10 mm/mV. La lectura de ECG deberá realizarse manualmente, porque los electrocardiógrafos con lectura automática no están adaptados a la edad pediátrica³.

Especificidades electrocardiográficas en edad pediátrica

El registro electrocardiográfico normal presenta variaciones desde el nacimiento hasta la adolescencia, reflejo de las modificaciones anatómicas y fisiológicas a las que el corazón del niño está sometido. Hallazgos electrocardiográficos anómalos en adultos podrán ser normales en niños.

En el ambiente intrauterino la resistencia vascular pulmonar elevada condiciona una sobrecarga para el ventrículo derecho, que se traduce por un predominio de este que es responsable del 55% del débito cardíaco total⁴. El inicio de la respiración espontánea y la ligadura del cordón umbilical en el momento del nacimiento promueven un conjunto de

adaptaciones cardiocirculatorias, como el cierre del foramen oval, el ductus venoso y el conducto arterial⁴. Esta secuencia de sucesos provoca disminución de la resistencia vascular pulmonar y aumento de la resistencia vascular sistémica, promoviendo un crecimiento gradual de las cavidades izquierdas. Por eso se estima que al primer mes la masa ventricular derecha e izquierda son semejantes, y a los 6 meses, la proporción del tamaño corazón izquierdo/derecho es igual a la del adulto⁴.

Por otra parte, se verifica la maduración de la inervación vagal del nodo sinusal^{1,3} y el crecimiento cardíaco homogéneo y sincrónico con el crecimiento y desarrollo del niño, que desde un punto de vista electrofisiológico significa la disminución de la frecuencia cardíaca y un aumento en los intervalos de conducción del ECG¹.

Los cambios en el ECG debido a la edad se pueden resumir en^{5,8}:

1. Disminución de la frecuencia cardíaca desde el recién nacido (90 a 160 lpm) hasta el adolescente (60 a 100 lpm).
2. El eje del QRS cambia de dirección derecha y anterior en el recién nacido (70 a 180°) a izquierda y posterior en el adolescente (5 a 110°).
3. La amplitud de la onda R disminuye en precordiales derechas y aumenta en las precordiales izquierdas, y la amplitud de la onda S aumenta en precordiales derechas y disminuye en precordiales izquierdas.
4. Se alarga el intervalo PR; pasa de 80-150 mseg en el recién nacido a 100-200 mseg en el adolescente.
5. Se alarga la duración del QRS; pasa de 40-70 mseg en el recién nacido a 60-90 mseg en el adolescente.
6. La polaridad de la onda T en V1 es positiva en la primera semana, pasa a ser negativa hasta la adolescencia, donde se vuelve positiva como en el adulto.
7. Ondas Q profundas en las derivaciones izquierdas hasta los 3-5 años de edad.

Por ello es esencial recurrir a una tabla con los valores de referencia de ECG de acuerdo con la edad (tabla 2).

Interpretación del electrocardiograma

Una interpretación correcta del ECG requiere un planteamiento sistemático siguiendo una secuencia para obtener un estudio completo. Presentamos una posible secuencia de lectura en la tabla 3.

La lectura del ECG pediátrico de forma sistematizada nos va a posibilitar el diagnóstico de variadas alteraciones electrocardiográficas. Importa al clínico a la hora de analizar el ECG distinguir cuáles de ellas son patológicas. En las figuras 1 y 2 presentamos los trazados electrocardiográficos más relevantes de la práctica clínica diaria.

Trazados no patológicos

1. *Arritmia sinusal respiratoria*. Es la arritmia más frecuente en pediatría y consiste en el cambio de la frecuencia cardíaca con la respiración. Se caracteriza por una disminución de los intervalos RR durante la espiración, manteniendo la configuración y la relación normal P-QRS.
2. *Marcapasos auricular migratorio*. Es una arritmia que alterna el marcapasos normal del nodo sinusal con un marcapasos ectópico en las aurículas. En el ECG se aprecian ondas P variables en una misma derivación, varía su morfología, su dirección, así como el intervalo PR (será más corto cuanto más inferior sea el marcapasos auricular) y con el QRS normal.
3. *Extrasístoles supraventriculares*. Es una contracción prematura con origen en las aurículas (onda P anormal) o en el nodo AV (onda P ausente o retrógrada tras el QRS). El complejo QRS es normal y la pausa compensadora es incompleta. El diagnóstico diferencial se debe realizar con las extrasístoles ventriculares, que pueden tener significado patológico.
4. *Bloqueo AV de primer grado y de segundo grado tipo Mobitz I*. El bloqueo AV de primer grado consiste en la prolongación constante del intervalo PR por encima del límite superior de lo normal para la edad. El bloqueo

Tabla 2 Valores de referencia del electrocardiograma pediátrico según la edad

	0-7 días	8-30 días	1-6 meses	6-12 meses	1-5 años	5-10 años	10-15 años	> 15 años
FC (lpm)	90 a 160	100 a 175	110 a 180	70 a 160	65 a 140	65 a 140	60 a 130	60 a 100
PR (mseg)	80 a 150	80 a 150	80 a 150	50 a 150	80 a 150	80 a 150	90 a 180	100 a 200
Eje QRS (°)	70 a 180	45 a 160	10 a 120	10 a 110	5 a 110	5 a 110	5 a 110	5 a 110
QRS (mseg)	40 a 70	40 a 70	40 a 70	40 a 70	45 a 80	45 a 80	50 a 90	60 a 90
QRS V1								
Q (mV)	0	0	0	0	0	0	0	0
R (mV)	0,5 a 2,5	0,3 a 2,2	0,3 a 2,0	0,2 a 2,0	0,2 a 1,8	0,1 a 1,5	0,1 a 1,2	0,1 a 0,6
S (mV)	0 a 2,2	0 a 1,6	0 a 1,5	0,1 a 2,0	0,1 a 2,0	0,3 a 2,1	0,3 a 2,2	0,3 a 1,3
QRS V6								
Q (mV)	0 a 0,2	0 a 0,2	0 a 0,2	0 a 0,3	0 a 0,4	0 a 0,4	0 a 0,3	0 a 0,2
R (mV)	0,1 a 1,2	0,1 a 1,7	0,3 a 2,0	0,5 a 2,2	0,6 a 2,2	0,8 a 2,5	0,8 a 2,4	0,5 a 1,8
S (mV)	0 a 0,9	0 a 0,9	0 a 0,9	0 a 0,7	0 a 0,6	0 a 0,4	0 a 0,4	0 a 0,2
T V1 (mV)	-0,3 a 0,3	-0,6 a -0,1	-0,6 a -0,1	-0,6 a -0,1	-0,6 a -0,1	-0,6 a 2	-0,4 a 0,3	-0,2 a 0,2

FC: frecuencia cardíaca.

Fuente: Keane et al.⁷.

Tabla 3 Secuencia de lectura del electrocardiograma en edad pediátrica

1. Frecuencia	Evaluar la distancia entre 2 ondas R sucesivas en una «tira de ritmo». Cuando los intervalos RR están a 5, 10, 15, 20, 25 y 30 mm, la FC es, respectivamente, de 300, 150, 100, 75, 60 y 50 lpm
2. Ritmo	Variable según la edad (tabla 2) Evaluar si es sinusal: la onda P precede siempre al complejo QRS, y el intervalo PR es constante
3. Eje QRS	1.º Localizar el cuadrante utilizando las derivaciones DI y aVF. 2.º Encontrar la derivación frontal que presente el complejo QRS más isodifásico (amplitud de R y S semejantes). El eje QRS será perpendicular a esa derivación en el cuadrante previamente localizado
4. Intervalo PR	Variable según la edad (tabla 2) PR corto evidencia síndrome Wolff-Parkinson-White PR largo evidencia bloqueo AV de primer grado PR variable evidencia marcapasos auricular migratorio o bloqueo AV segundo grado tipo Mobitz I
5. Duración y morfología del QRS	Duración del QRS variable según la edad (tabla 2) La duración del QRS está aumentada en: Bloqueo de la rama derecha del Haz de His: desviación del eje QRS a la derecha con patrón RSR' en V1 Bloqueo de la rama izquierda del haz de His: desviación del eje QRS a la izquierda, onda R ancha y empastada en V5-V6 y onda S ancha en V1 y V2 La morfología del QRS está alterada sin aumento de la duración del QRS en: Bloqueo incompleto de la rama derecha: patrón RSR' en V1 Hemibloqueo anterior izquierdo: desviación izquierda del eje QRS con complejo rS en II, III, aVF y complejo qR en I y aVL Hemibloqueo posterior izquierdo: desviación derecha del eje QRS con complejo rS en I, aVL y complejo qR en II, III y aVF
6. Intervalo QT	Calcular el QTc = QT / \sqrt{RR} (ms) QTc largo (> 0,45 seg en < 6 meses; > 0,44 seg en niños; > 0,43 seg en adolescentes): síndrome de QT largo, hipocalcemia, enfermedades miocárdicas, traumatismo craneal y fármacos
7. Segmento ST	El segmento ST no debe estar elevado más de 1 mm, ni descendido más de 0,5 mm La elevación del segmento ST evidencia: síndrome de repolarización precoz, síndrome de Brugada, pericarditis aguda, hiperpotasemia, isquemia miocárdica, hipotermia El descenso del segmento ST evidencia: hipopotasemia, isquemia miocárdica
8. Onda T	Evaluar el eje de la onda T en derivaciones precordiales: derechas V1 y V2 (+) durante la primera semana de vida, luego pasan a ser (-) hasta los 10 años-adolescencia, donde vuelve a ser (+) como en el adulto; izquierdas V5 y V6 son siempre (+) Si están invertidas, ello indica: hipertrofia ventricular izquierda grave, miocarditis, pericarditis o infarto de miocardio Amplitud de la onda T variable según la edad (tabla 2) Ondas T elevadas evidencian hiperpotasemia o síndrome de repolarización precoz Ondas T aplanadas evidencian hipopotasemia, hipotiroidismo o pericarditis

Adaptada de: Pérez Lezture y Echavarrri Olavarría⁶.

AV de segundo grado tipo Mobitz I se caracteriza por un alargamiento progresivo del intervalo PR, hasta que un impulso auricular no llega al ventrículo y, por lo tanto, no aparece el QRS tras la onda P.

5. *Síndrome de repolarización precoz*. Es una variante normal en adolescentes sanos. Se traduce en ECG por elevación del segmento ST, que nunca deberá ser superior a 4 mm y ondas T altas^{2,5,8}. Suelen registrarse en las derivaciones precordiales izquierdas (V4-V6) e inferiores (I, III y aVF). El ECG se puede confundir con el de una pericarditis aguda, pero la clínica es clave.

Trazados patológicos

1. *Taquicardia supraventricular*. Es la arritmia sintomática más frecuente en los niños. El ECG se caracteriza por una taquicardia regular de QRS estrecho, cuya onda P podrá presentar diferentes morfologías de acuerdo con el mecanismo de producción del estímulo aberrante que va a estimular de forma paroxística las aurículas. Si el niño está estable hemodinámicamente, se intentarán maniobras vagales (masaje del seno carotídeo, maniobra de Valsalva, reflejo de inmersión).

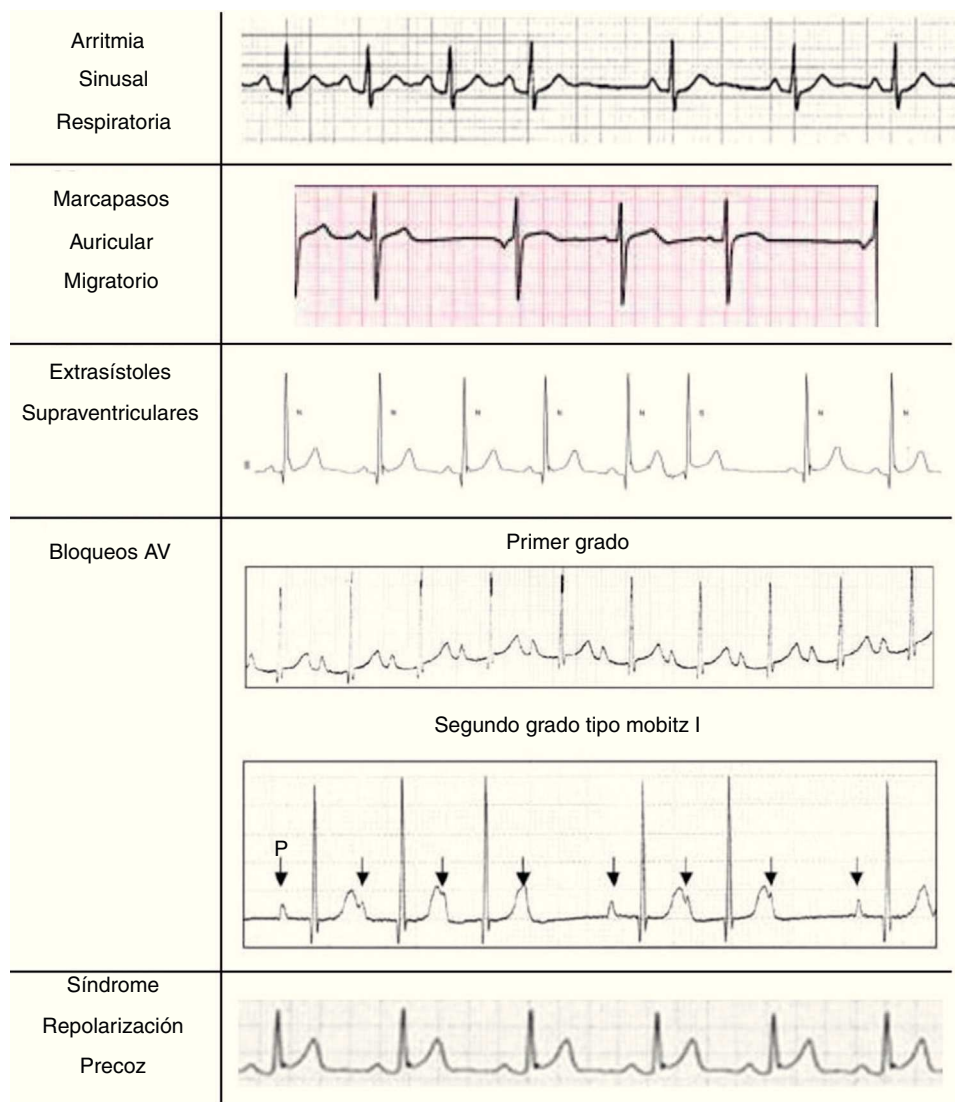


Figura 1 Principales trazados de electrocardiogramas no patológicos.

Si fallan, el fármaco de elección es la adenosina intravenosa.

2. **Bloqueo AV de segundo grado tipo Mobitz II y bloqueo AV de tercer grado.** El bloqueo de segundo grado tipo Mobitz II es de clase «todo/nada». El ECG se caracteriza por ciclos con intervalos PR normales y otros en los que solamente está presente la onda P. Este tipo de bloqueo es más grave que el tipo Mobitz I, porque puede evolucionar a bloqueo completo. El bloqueo de tercer grado (o completo) se caracteriza por no llegar ninguno de los impulsos auriculares a los ventrículos. En el ECG hay una disociación entre las ondas P y los complejos QRS.
3. **Extrasístoles ventriculares.** El ECG se caracteriza por complejos QRS prematuros, no precedidos de onda P, anchos y con morfología diferente del QRS normal. La pausa compensadora es completa y la onda T tiene el eje invertido al del QRS. Las extrasístoles ventriculares aisladas y que desaparecen con el ejercicio suelen ser benignas. Sin embargo, pueden ser indicativas de enfermedad de base si son frecuentes (sobre todo si están

agrupadas en parejas: bigeminismo), multifocales (diferentes morfologías), si aumentan con el ejercicio y si existe antecedente familiar de síncope o muerte súbita.

4. **Síndrome Wolff-Parkinson-White.** Es una enfermedad infraestimada, ya que en la mayoría de los casos se trata de niños asintomáticos. Sin embargo, es esencial el seguimiento clínico de estos niños por el riesgo de arritmias, como la taquicardia supraventricular. Presenta un ECG característico y diagnóstico: PR corto, onda delta (inflexión inicial del complejo QRS) y complejo QRS largo.
5. **ECG de «riesgo de muerte súbita».** En todos los niños con historia familiar de síncope o muerte súbita se debe pedir un ECG, que podrá ser la clave para la identificación de enfermedades potencialmente fatales por el alto riesgo de presentar arritmias ventriculares. Las 2 más frecuentes son:
 - Síndrome de QT largo congénito: ECG con QTc prolongado (>0,45 seg en <6 meses; >0,44 seg en niños; >0,43 seg en adolescentes).
 - Síndrome de Brugada: ECG con imagen de bloqueo de rama derecha y elevación del segmento ST en V1 y V3

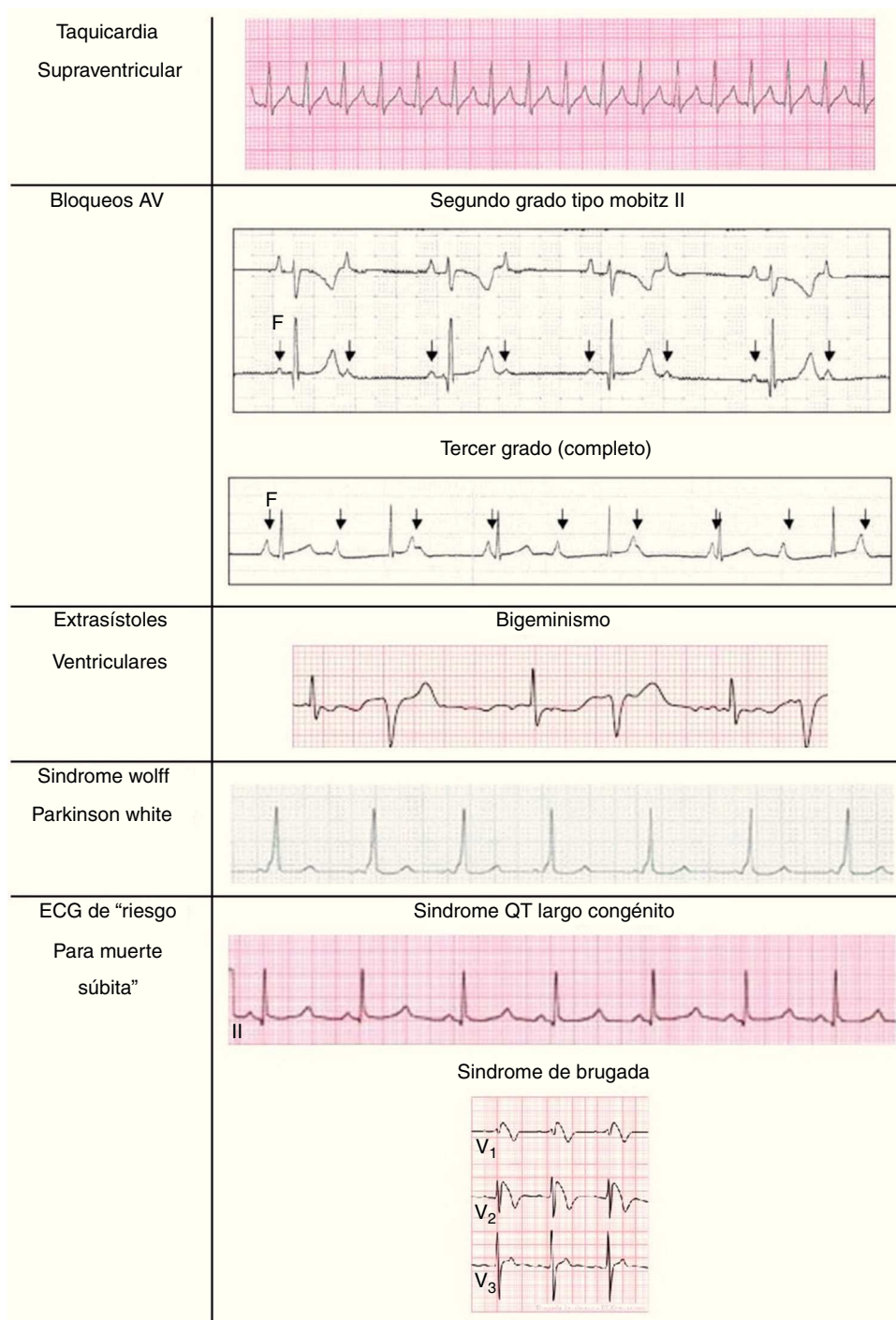


Figura 2 Principales trazados de electrocardiogramas patológicos.

(RSR', con el segmento ST como una «aleta de tiburón» con convexidad superior).

Portugal, por la ayuda técnica prestada en la elaboración del artículo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Un especial agradecimiento al Dr. Rui Anjos, jefe del Servicio de Cardiología Pediátrica del Hospital Santa Cruz,

Bibliografía

1. Dickinson D. Essential ECG in childhood and adolescence. *Heart*. 2005;91:1626-30.
2. Rueda Núñez F, editor. *Cardiología Pediátrica en Atención Primaria*. Conceptos, preguntas y respuestas. A Coruña: 2009.

3. Ardura J. Realización e interpretación del electrocardiograma pediátrico. *An Pediatr Contin.* 2004;2:113-8.
4. Schwartz PJ, Garson A, Paul T, Stramba-Badiale M, Vetter VL, Villain E, et al. Guidelines for the interpretation of the neonatal electrocardiogram, a Task Force of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J.* 2002;23:1329-44.
5. Ortigado Matamala A. Lectura del ECG. *Pediatr Integral.* 2012;XVI:715-22.
6. Pérez Lezcure FJ, Echavarrí Olavarría F. El electrocardiograma en Pediatría de Atención Primaria (I). Aspectos generales, indicaciones e interpretación sistemática. *Rev Pediatr Aten Primaria.* 2005;7:277-302.
7. Keane JF, Fyler DC, Lock JE, editores. *Nadas' Pediatric Cardiology.* 2nd ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2006.
8. Park MK, Gutheroth WG. *How to read pediatric ECGs.* 4th ed. San Antonio: Mosby; 2006.