



Viernes 3 de marzo de 2023

Seminario:

**Aprendiendo a leer el ECG pediátrico
con casos clínicos.**

Esta va a ser la definitiva

Moderadora:

Amanda Fernández Menéndez

*Pediatra. CS Ciudad de los Periodistas. Madrid.
Especialista en endocrinología y nutrición
pediátrica en Overweight and Obesity Institute.
Hospital Fundación Jiménez Díaz. Madrid.
Presidenta de la Asociación Madrileña de
Pediatria de Atención Primaria.*

Ponente/monitor:

■ **Miguel Ángel Granados Ruiz**

*Cardiólogo Infantil.
Hospital Universitario 12 de Octubre.
Profesor Asociado de Pediatría.
Universidad Complutense. Madrid.*

**Textos disponibles en
www.aepap.org**

¿Cómo citar este artículo?

Granados Ruiz MA. Aprendiendo a leer el ECG pediátrico con casos clínicos. Esta va a ser la definitiva. En: AEPap (ed.). Congreso de Actualización en Pediatría 2023. Madrid: Lúa Ediciones 3.0; 2023. p. 141-147.



Comisión de Formación Continua
de los Profesionales Sanitarios de
la Comunidad de Madrid

Aprendiendo a leer el ECG pediátrico con casos clínicos. Esta va a ser la definitiva

Miguel Ángel Granados Ruiz

*Cardiólogo Infantil. Hospital Universitario 12 de Octubre.
Profesor Asociado de Pediatría. Universidad Complutense. Madrid
magranadosr@hotmail.com*

RESUMEN

El electrocardiograma (ECG) es una herramienta de diagnóstico accesible para la mayor parte de pediatras de atención primaria. Además, hemos realizado talleres y/o cursos para mantener nuestro nivel del entrenamiento. Sin embargo, el aprendizaje del ECG sigue siendo una tarea “dura” y, en cierto modo, antipática, porque nunca nos acabamos de sentir seguros.

Son variadas las situaciones clínicas en las que puede estar indicado realizar un ECG y la información obtenida de la lectura sistémica puede ser del máximo interés para el manejo del paciente. Los pediatras debemos estar capacitados, por lo menos, para reconocer un ECG normal en cualquier etapa de la edad pediátrica e identificar aquellos signos claramente patológicos.

Proponemos un método de lectura lógico y estructurado, coherente con lo que solemos encontrar en la edad pediátrica (cardiopatías congénitas), que vamos a aplicar en los distintos casos clínicos que se presentarán en el taller. No puede volver a ocurrir lo que contaba una pediatra: “no pido más ECG porque no sé interpretarlos”.

Os aseguro que esta va a ser la definitiva.

INTRODUCCIÓN

El electrocardiograma (ECG) es una herramienta de diagnóstico accesible para la mayor parte de pediatras de atención primaria y es indolora, rápida y barata. Además, sigue siendo la herramienta fundamental para el diagnóstico no invasivo de las arritmias a cualquier edad.

Es cierto que la patología cardíaca, en general, es un motivo poco habitual de consulta en pediatría. Se calcula que en nuestro medio hay entre 4 y 12 niños con cardiopatía congénita por cada 1000 recién nacidos vivos¹. Afortunadamente, los casos más graves se diagnostican intraútero o en los primeros días de vida. Sin embargo, el resto de los casos, que son los más frecuentes, se suelen diagnosticar a lo largo de la infancia. En estas situaciones, la información que aporta el ECG puede ser de gran ayuda para el enfoque de estos pacientes.

Todos los pediatras estamos más o menos familiarizados con la lectura del ECG en niños. Sin embargo, para adquirir destreza (entendida como "capacidad aprendida que tiene una persona para realizar una actividad de manera ágil, rápida y eficiente") en la interpretación del ECG es necesario aplicar una sistemática de lectura y haber interpretado muchos ECG en niños.

Las situaciones clínicas en que un pediatra puede requerir la realización de un ECG en la consulta de atención primaria podrían concretarse en: estudio del niño con soplo; mareos y, especialmente, síncope; fatigabilidad aumentada, disnea de esfuerzo; dolor precordial; arritmias y palpitaciones; antecedentes familiares directos de cardiopatía.

El objetivo de este taller es proporcionar a los pediatras una sistemática de lectura del ECG en la edad pediátrica que le permita identificar las características de un registro normal y poder distinguir un ECG normal de uno patológico.

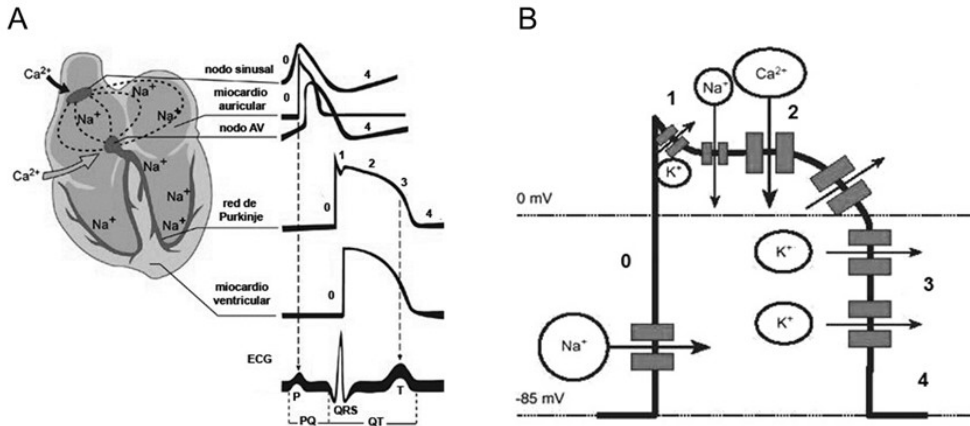
RECUERDO ELECTROFISIOLÓGICO

En estado de reposo, el interior de los cardiomiocitos tiene una carga negativa con respecto al medio externo (potencial de reposo; fase 4 del potencial de acción) (<https://www.itaca.edu.es/potencial-accion-cardiaco.htm>). Si son eléctricamente estimulados, "se despolarizan" (el potencial de reposo cambia de negativo a positivo) y se contraen. Esta actividad eléctrica se puede registrar como "potencial de acción". La transmisión del impulso eléctrico de una célula a otra da lugar a un vector de despolarización. El ECG es el registro desde la superficie del cuerpo de la suma de los vectores de despolarización de las células del corazón.

Las células del nodo sinusal son capaces de despolarizarse espontáneamente (fase 4 del potencial de acción con pendiente ascendente) (**Figura 1**). Tienen, por tanto, capacidad de automatismo. Su potencial de acción tiene una morfología característica con una fase inicial (fase 0) dependiente de calcio (Ca^{2+}). Esta actividad eléctrica se transmite a las células del miocardio auricular y se registra en el ECG en forma de onda P. La suma de los potenciales de acción de las células de la red de Purkinje y del miocardio ventricular se registra en el ECG en forma de complejo QRS y onda T.

Cuando nos enfrentamos a la lectura de un ECG, es emocionante pensar que la onda P refleja la despolarización de las células del nodo sinusal y del miocardio auricular, que la onda R corresponde a la entrada rápida de sodio (Na^+) al interior de las células de la red de Purkinje y del miocardio ventricular en la fase 0 de su potencial de acción, que la fase 2 (fase de "plateau" o fase de equilibrio entre las corrientes de entrada y de salida) es la responsable del segmento ST y que la fase 3 (fase de repolarización rápida) da lugar a la onda T. De esta manera, entendemos cómo, por ejemplo, las alteraciones iónicas (hipocalcemia, hipopotasemia...) o las enfermedades de los canales iónicos (canalopatías que alteran la salida del K^+ del interior de la célula) alteran la duración del intervalo QT.

Figura 1. A: representación esquemática de los potenciales de acción registrados en diversos tejidos cardíacos y su correlación con el ECG de superficie. B: representación esquemática de las distintas fases de un potencial de acción de una célula del miocardio ventricular y las diversas corrientes iónicas de entrada y salida a través de los distintos canales iónicos.



RECUERDO ANATÓMICO

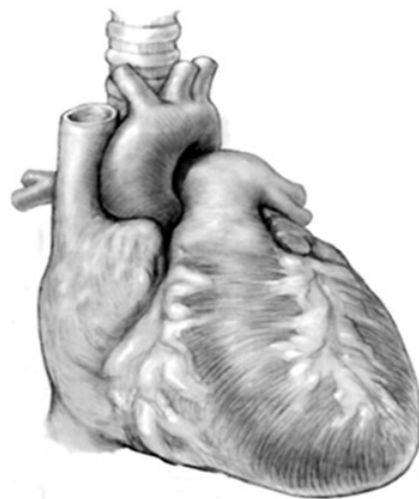
El ventrículo derecho (VD) es la cámara más anterior del corazón (**Figura 2**). Las derivaciones que recogen su actividad eléctrica son: aVR (la derivación puramente derecha) y las precordiales derechas (V1 y V2 son derechas y anteriores).

El ventrículo izquierdo (VI) es la cámara más posterior del corazón y también ocupa la mayor parte de la cara inferior del corazón. El septo interventricular es una cara del VI y, además, se puede identificar una cara anterior (la irrigada por la descendente anterior). Las derivaciones que recogen los potenciales del VI son: cara lateral: I, aVL, V5 y V6; cara inferior: II, III y aVF; septo: V1 y V2; cara anterior: V3 y V4.

CIRCULACIÓN PERINATAL

El conocimiento de la circulación fetal y los cambios que se producen después del nacimiento es fundamental para comprender la evolución del ECG en la edad pediátrica. En el último trimestre de la gestación se produce un aumento de las resistencias vasculares pulmonares (RVP) por la vasoconstricción e hipertrofia de la muscu-

Figura 2. Dibujo del corazón en posición anatómica. El ventrículo derecho es la cámara más anterior del corazón. El ventrículo izquierdo es la cámara más posterior del corazón y también ocupa la mayor parte de la cara inferior del corazón. El septo interventricular es una cara del ventrículo izquierdo y, además, se puede identificar una cara anterior (la irrigada por la descendente anterior)



latura lisa de las arteriolas pulmonares, de manera que los pulmones reciben solamente el 15 % del gasto ventricular combinado. Por tanto, todos los recién nacidos (RN) a término tienen hipertensión pulmonar. El resto de la sangre de la arteria pulmonar se dirige preferentemente hacia la aorta descendente y la circulación placentaria a través del ductus arterioso que se mantiene permeable por la baja PaO_2 y los niveles elevados de PGE_2 intraútero. Del VD depende, por tanto, el flujo pulmonar y gran parte del flujo sistémico y de la circulación placentaria (es decir, en torno al 55 % del gasto ventricular combinado) por lo que se constituye en el ventrículo dominante intraútero. Por tanto, todos los RN a término tienen hipertrófica VD.

Tras el nacimiento, el efecto vasodilatador del O_2 en la circulación pulmonar se acompaña de una rápida caída de las RVP. En las semanas siguientes continúa el lento descenso de las RVP en relación con el progresivo adelgazamiento de la capa media de las arteriolas pulmonares.

En los RN pretérmino la musculatura lisa de la vascularización pulmonar no alcanza el grado de hipertrofia que se tiene en el último trimestre de la gestación. Por tanto, los RN pretérmino no nacen con el grado de hipertensión pulmonar del neonato a término ni con el mismo grado de hipertrofia VD.

CAMBIOS EN EL ECG RELACIONADOS CON LA EDAD

Casi todos los cambios en el ECG pediátrico relacionados con la edad dependen de la relación entre la masa del VI y la del VD. Al nacimiento el VD es más grueso que el VI (VI/VD: 0,8:1). Durante el primer mes se produce una regresión de la hipertrofia VD y un aumento de la masa del VI, de manera que, al final de este, el VI tiene más masa que el VD (VI/VD: 1,5:1). Hacia los 6 meses de edad la relación VI/VD es aproximadamente 2:1. La relación aumenta lentamente hasta un valor de 2,5:1 en la adolescencia y vida adulta.

El ECG refleja el cambio anatómico: la dominancia del VD normal del período de RN va siendo sustituida gradualmente por la dominancia del VI en la infancia

tardía y la edad adulta. Estos cambios del ECG son más rápidos en el primer mes de vida, como cabe esperar de los cambios anatómicos.

Al aumentar la edad:

1. Aumentan todas las duraciones e intervalos (intervalo PR, duración de QRS, intervalo QT).
2. La dominancia del VD del RN y lactante es sustituida por la dominancia del VI del adulto:
 - a. La dirección del eje de QRS cambia de derecha y anterior en lactante, a izquierda y posterior en adulto.
 - b. La amplitud de la onda R en derivaciones precordiales derechas disminuye (las que recogen los potenciales del VD) y aumenta en las derivaciones precordiales izquierdas (las que recogen los potenciales del VI).
 - c. Aumenta el voltaje de onda S en precordiales derechas y disminuye en precordiales izquierdas.
 - d. La marcada situación anterior del vector de T en RN (T positiva en precordiales derechas) desaparece al cabo de pocos días, permaneciendo intermedio durante la infancia (siempre positiva en V5 y V6; negativa de V4 a V1). A partir de los 8 a 10 años el vector de T se desplaza hacia delante (T positiva en V2-V6 y todavía negativa en V1: patrón juvenil de repolarización).

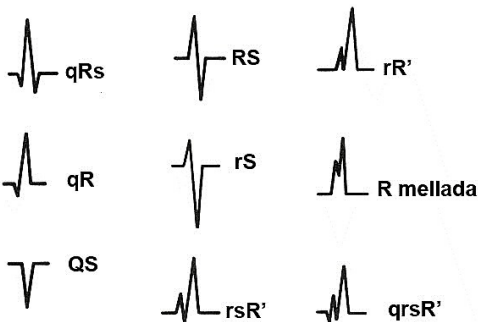
De esta manera, los ECG de los RN y lactantes menores de 1 mes suelen mostrar desviación del eje a la derecha y una dominancia de VD. A partir de los 3 años el ECG se va pareciendo cada vez más al del adulto. Entre 1 mes y 3 años, los ECG suelen ser intermedios y pueden no mostrar dominancia ventricular derecha ni izquierda. En este grupo de edad, muchos ECG normales muestran grandes deflexiones del QRS en derivaciones precordiales.

DESCRIPCIÓN DE LA MORFOLOGÍA DE LAS ONDAS DEL ECG

Complejo QRS (Figura 3)

- Deflexión inicial negativa (hacia abajo): onda Q.
- Deflexión inicial positiva (hacia arriba): onda R.
- Deflexión negativa tras onda R: onda S.
- Segunda deflexión positiva después de la onda S: R'.
- Segunda onda negativa después de R': S'.
- Cuando sólo hay una deflexión negativa (sin R discernible) en el complejo QRS: QS.
- Para designar las deflexiones grandes o las que tienen al menos la mitad de la amplitud de la deflexión mayor, se emplean mayúsculas.
- Para designar las deflexiones pequeñas, cuya amplitud es menor de la mitad de la de las mayores, se emplean letras minúsculas.

Figura 3. Descripción de la morfología de las ondas que componen el QRS. Las deflexiones mayores se nombran con letras mayúsculas. Las deflexiones menores se designan en función de la amplitud: si pasan de la mitad de deflexión mayor, van con mayúsculas; si no llegan a la mitad de la deflexión mayor, con minúsculas



Ondas P y T y segmento ST

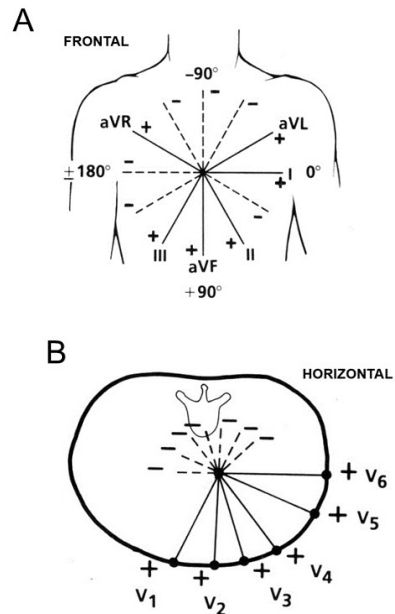
La descripción se realiza en función de la morfología. De esta manera, la onda P puede ser: positiva, negativa, difásica, mellada, picuda; la onda T: positiva, negativa, difásica (+/-; -/+), picuda, aplanada; el ST: elevado, descendido.

DETALLES TÉCNICOS DEL ECG EN NIÑOS

El ECG registra la actividad eléctrica del corazón en dos sistemas de referencia (Figura 4): uno frontal (derivaciones del plano frontal), que nos aporta información acerca de la relación izquierda-derecha y superior-inferior, y otro horizontal (derivaciones precordiales), que nos da información acerca de la relación anterior-posterior y también de la relación izquierda-derecha.

La colocación de los 10 electrodos en niños es muy similar a la del adulto⁴. Para reducir los artefactos de movimiento, los electrodos de extremidades se pue-

Figura 4. Derivaciones habituales. A: plano frontal. B: plano horizontal o derivaciones precordiales



den colocar en el origen de los miembros ROJO (R): *right arm*, en el hombro derecho; AMARILLO (L): *left arm*, en el hombro izquierdo; NEGRO (N): *right leg*, en la región inguinal derecha; VERDE (F): *left leg*, en la región inguinal izquierda. En cuanto a la colocación de los electrodos para obtener las derivaciones precordiales, la disposición de estos debe quedar en un plano más o menos horizontal [V1: cuarto espacio intercostal (IC) derecho, línea paraesternal derecha; V2: cuarto espacio IC izquierdo, línea paraesternal izquierda; V3: entre V2 y V4; V4: quinto espacio IC izquierdo, línea medio clavicular; V5: quinto espacio IC izquierdo, línea anterior axilar; V6: quinto espacio IC izquierdo, línea axilar media].

La velocidad de registro del papel es igual que adultos (25 mm/segundo), de manera que 1 mm (un cuadradito pequeño) equivale a 0,04 segundos (40 ms), 5 mm (un cuadradito grande) equivale a 0,20 segundos (200 ms); 25 mm (5 cuadraditos grandes), 1,0 segundo.

Igual que en adultos, la amplitud de las deflexiones del ECG se mide en mm en vez de en mV. La sensibilidad "normal" del ECG se ajusta de modo que una señal de 1 mV produzca una deflexión de 10 mm (factor de calibración: 1 mV = 10 mm). Cuando las deflexiones sean demasiado grandes y se junten unas con otras, podemos reducir la sensibilidad a la 1/2 (1 mV = 5 mm) o a la 1/4 (1 mV = 2,5 mm), pero no deberemos olvidarnos de multiplicar la altura medida en mm por 2 o por 4, respectivamente.

PROPUESTA DE LECTURA SISTEMÁTICA DEL ECG EN PEDIATRÍA DEL HOSPITAL 12 DE OCTUBRE

Dado que las cardiopatías congénitas constituyen el centro de atención de la cardiología pediátrica, tiene más sentido interpretar el ECG pediátrico en "clave de cardiopatía congénita". De esta manera, en el hospital 12 de Octubre hemos propuesto una sistemática de lectura del ECG pediátrico orientada a la identificación de las alteraciones que tienen lugar como consecuencia de la fisiopatología de la cardiopatía congénita (dilatación de cavidades, hipertrofia, bloqueo de rama...).

Tras el primer vistazo general, nuestra propuesta de lectura sistemática del ECG en la edad pediátrica es el siguiente:

1. Frecuencia cardíaca y ritmo (o ritmo y frecuencia cardíaca).
2. Intervalos eléctricos (PR, QTc).
3. ¿Cómo están las aurículas? Es decir, morfología y duración de la onda P, buscando signos de crecimiento auricular.
4. ¿Cómo están los ventrículos? Es decir, eje, duración y morfología del QRS buscando signos de crecimiento ventricular (el eje se desvía cuando hay crecimiento ventricular; el QRS se ensancha en situación de bloqueo de rama y este bloqueo de rama puede ser secundario a la dilatación ventricular...).
5. ¿Cómo está la repolarización? Es decir, intervalo ST y onda T (eje de la onda T en el plano frontal, que debe ser siempre similar al eje del QRS; morfología de la onda T en precordiales, que debe ser siempre positiva en las precordiales izquierdas).

De acuerdo con esta propuesta, un ECG quedaría descrito de la siguiente manera:

ECG: ritmo sinusal a X lpm. Intervalos eléctricos (PR, QTc) normales. No signos de crecimiento auricular. Eje de QRS: X grados; no signos de crecimiento ventricular. Repolarización: ST normal; eje de T: X grados; morfología normal de onda T.

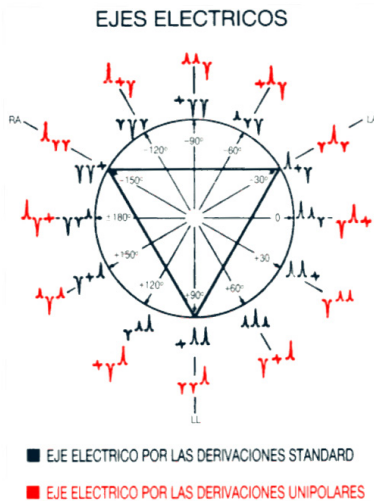
Tenemos a disposición de todo el que esté interesado una página web en la que volcamos el contenido de nuestros cursos y el ECG mensual interpretado que enviamos a nuestros alumnos para mantener el entrenamiento en la lectura del ECG pediátrico (disponible en: www.bestevent.es).

HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LA LECTURA SISTEMÁTICA DEL ECG

Estamos ya en condiciones de “someter” al ECG de nuestros pacientes a un “interrogatorio de tercer grado” para extraer toda la información posible. Las herramientas que no pueden faltar cuando nos enfrentamos a un ECG de un niño son:

- Una guía de lectura⁵ en la que aparezcan los valores normales en función de la edad de:
 - Frecuencia cardiaca.
 - Duración del intervalo PR (o PQ).
 - Duración del QRS.
 - Amplitud de la onda R, la onda S y la onda Q.
- Una tabla para la determinación de los ejes eléctricos (onda P, QRS, onda T) (**Figura 5**).

Figura 5. Determinación de los ejes eléctricos (plano frontal)



Las figuras negras representan las derivaciones I, II y III. Las rojas, aVR, aVL y aVF. Para identificar el eje tenemos que comparar la morfología del QRS en las derivaciones del plano frontal de nuestro ECG con la morfología de los QRS en la tabla. Por ejemplo, si nuestro ECG tiene un QRS bifásico en I y positivo en II y III (figuras de color negro) y negativo en aVR y aVL y positiva en aVF (figuras de color rojo), el eje está en +90°.

- Una calculadora que tenga raíz cuadrada para medir el QTc, recordando que, a la velocidad normal del papel (25 mm/s), 1 mm equivale a 0,04 segundos (40 ms).

Finalmente, debemos tener presente siempre dos ideas básicas:

- Que no se debe escribir encima de los ECG (“los ECG no se pintan ni se subrayan”).
- Que hay que animarse a hacer ECGs, siempre que se pueda, con la mejor calidad posible, porque siempre hay alguien que sabe más que nosotros a quien podemos consultar para seguir aprendiendo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pérez-Lescure Picarzo J, Mosquera González M, Latasa Zamalloa P, Crespo Marcos D. Incidencia y evolución de las cardiopatías congénitas en España durante 10 años (2003-2012). *An Pediatr (Barc)*. 2018;89: 294-301.
2. Park MK, Salamat M. *Park's Pediatric Cardiology for Practitioners*. 7.ª edición. Filadelfia: Elsevier; 2020.
3. Park M, Guntheroth W. *How to Read Pediatric ECGs*. 7.ª edición. Filadelfia: Elsevier; 2006.
4. Sanches M, Coelho A, Oliveira E, Lopes A. Electrocardiograma en edad pediátrica. *Semergen*. 2014;40:334-40.
5. Pérez-Lescure FJ. Guía rápida para la lectura sistemática del ECG pediátrico. En Lúa Ediciones [en línea] [consultado el 13/01/2023]. Disponible en: <https://www.luaediciones.com/ecg2016/index.php>.