



El electrocardiograma: una oportunidad de aprendizaje

Jesús Iván Lara Prado^{a,b}

Resumen

Actualmente, en la formación médica la enseñanza de la interpretación electrocardiográfica ha adquirido un papel secundario, y algunos médicos consideran que solo el especialista puede ser competente en esta área. Se muestra un abordaje sistemático para guiar a los estudiantes en la obtención, interpretación y aplicación de esta herramienta diagnóstica.

Palabras clave: Electrocardiograma, fisiología cardiovascular.

The electrocardiogram: a learning opportunity Abstract

Currently, among the medical curricula, electrocardiogram interpretation has undergone a fallback, and some physicians consider that only the specialists can be competent in this area. A systematic approach is shown in order to aid students to obtain, interpret and execute a clinical application of this diagnostic test.

Key words: Electrocardiogram, cardiovascular physiology.

Hace poco más de cien años que se realizó el primer registro de la actividad eléctrica cardíaca, y fue el neerlandés Willem Einthoven quien dictó la fundación de esta rama de la medicina, lo cual le valió el Premio Nobel de Medicina en 1924. La relevancia que puede tener un electrocardiograma (ECG) se evidencia en la cotidianidad de cualquier hospital del país. Empero, el ECG *per se* no proporciona información a quien no sabe interpretarlo, y por ello la enseñanza de este lenguaje tan particular forma parte crucial en la formación médica.

Cuando el alumno se sumerge en el quehacer médico, suele no cumplir con algunos puntos del programa académico a causa del difícil control y supervisión¹. Entonces, se presenta una desventaja en aquellos que no tuvieron un seguimiento adecuado en lo concerniente al ECG normal en los ciclos básicos. El objetivo de este trabajo es proporcionar al estudiante una guía sobre el abordaje del ECG. La discusión del origen electrofisiológico va más allá del propósito de este texto.

Para evitar errores por omisión, se recomienda seguir un abordaje sistemático. No existe un orden estricto y en la literatura cada autor propone su *modus operandi* particular. Aquí sugeriremos una forma lógica y fácil de recordar para el médico en formación.

^aDepartamento de Fisiología. Facultad de Medicina. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México.

^bResidente de Medicina Interna. Hospital General Regional n.º 1 "Carlos MacGregor Navarro". Instituto Mexicano del Seguro Social. Ciudad de México.

Correspondencia: jiv.al@hotmail.com

Recibido: 18-febrero-2016. Aprobado: 19-septiembre-2016.

Tabla 1. Las 12 derivaciones del ECG de superficie

Plano frontal		Plano horizontal	
Derivaciones estándar	Derivaciones amplificadas	Derivaciones precordiales	
I, II, III	aVR, aVL y aVF	V1	4º EIC, paraesternal derecho
		V2	4º EIC, paraesternal izquierdo
		V3	Entre V2 y V4
Los electrodos deben colocarse en las 4 extremidades para obtener el registro adecuado V5 V6		V4	5º EIC, línea medio clavicular
		5º EIC, línea axilar anterior (entre V4 y V6)	
		5º EIC, línea medio axilar	

ECG: electrocardiograma; EIC: espacio intercostal.

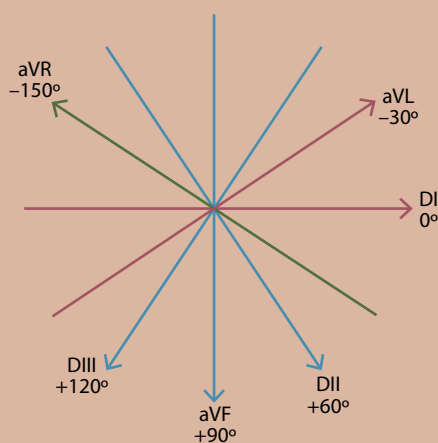


Figura 1. Derivaciones del plano frontal. Note que 30° separan a DI de aVL, por ende se conocen como derivaciones contiguas.

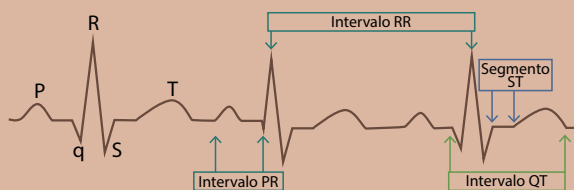


Figura 2. Nomenclatura de las ondas. Note que P y R son deflexiones positivas, en contraste con Q y S que son negativas. Note la diferencia entre intervalo y segmento.

EL ESTUDIO DEL ELECTROCARDIOGRAMA

Para estudiar un ECG, primero debemos tener en consideración la *información básica del paciente*: edad, sexo y un breve contexto clínico (p. ej., un estudiante de segundo año, aparentemente sano; o bien un adulto mayor, ingresado por fractura de cadera,

el cual desarrolla *delirium* y en quien se considera terapia con antipsicóticos).

A continuación, debemos verificar la *calibración* del papel milimétrico. Por convención, suele ser de 25 mm/s y 10 mm/mV; es decir, un segundo se registra a lo largo de 25 mm de papel, por lo que 1 mm representa 0.04 s (40 ms). Del mismo modo, un milímetro en el voltaje (eje Y) refleja un cambio de 0.1 mV. Recuerda: no es más que una gráfica de tiempo-voltaje.

La técnica de obtención del registro es importante. Lo más común es realizar un registro de *superficie de 12 derivaciones* (tabla 1), con ello es posible una abstracción tridimensional de la suma de vectores eléctricos que ocurren durante el ciclo cardíaco². De modo que las derivaciones II, III y aVF representan la cara inferior; DI y aVL, la cara lateral alta, y V1 a V6, la cara anterior (figura 1).

Frecuencia cardíaca

Para obtener la frecuencia cardíaca (FC), primero debemos identificar si los ciclos son regulares o irregulares, para ello debemos ver el intervalo RR, que es el tiempo entre dos eventos de sístole ventricular, y por ende, eyección a la circulación sistémica (figura 2). En el adulto sano, el intervalo RR no varía más allá de 2-3 mm entre latidos consecutivos³. Si la frecuencia es regular, solo debemos dividir 1,500 mm entre el intervalo RR (en mm/), es decir:

$$FC = \frac{1,500 \text{ mm}}{\text{Intervalo RR (mm)}}$$

Por el contrario, si es irregular, deberá contar los complejos QRS que ocurren en 6s, equivalente

a 15 cm de papel, y multiplicar por 10. Es una coincidencia muy práctica que 15 cm sea la longitud de un bolígrafo común, de esos que traemos en el bolsillo de la bata blanca. La frecuencia normal del adulto es de 60-100 lpm; por debajo de 60, estamos frente a una bradiarritmia. Si la FC es mayor a 100, se denomina taquiarritmia.

Identificar el ritmo

Cuando el sistema de conducción se encuentra íntegro, el primer impulso eléctrico se genera en el nodo sinusal, se conduce al nodo atrioventricular y a través del haz de His, a las fibras subendocárdicas de Purkinje para después conducirse a los miocitos ventriculares y terminar en la porción subepicárdica. Se considera *ritmo sinusal* cuando la onda P está presente, es positiva en DI, DII y aVF; es negativa en aVR; precede al complejo QRS siempre en una relación 1:1 (p. ej., por cada onda P, sigue un complejo QRS)^{3,4}. En algunos individuos sanos puede encontrarse una onda P bifásica en V1.

Eje eléctrico

Llamado eje de QRS, representa la suma vectorial de la despolarización ventricular, y por tanto, la mayor magnitud se dirige al ventrículo izquierdo. Existen varios métodos de calcularlo, aquí describiremos el que emplea las derivaciones DI y aVF (**figura 3**). Si el complejo QRS es predominantemente positivo en ambas, la dirección del vector es a la izquierda y hacia abajo. El eje normal se encuentra entre -30 y $+100$ grados⁴.

Análisis de ondas, intervalos y segmentos

Se estudia la amplitud y duración de las ondas. Los intervalos incluyen la onda que les da nombre, mientras que un segmento las excluye. Es conveniente seguir el orden de las ondas, como se ejemplifica en la **tabla 2**. Se recomienda medir la elevación del segmento ST a partir del punto J, situado al finalizar la onda S. Asimismo, la línea basal, o isoeletrica, debe tomar como referencia al segmento PR, y no siempre al segmento TP^{5,6}.

Integración

El último paso consiste en hacer la *integración* de la información obtenida. Si se cumplen los criterios de

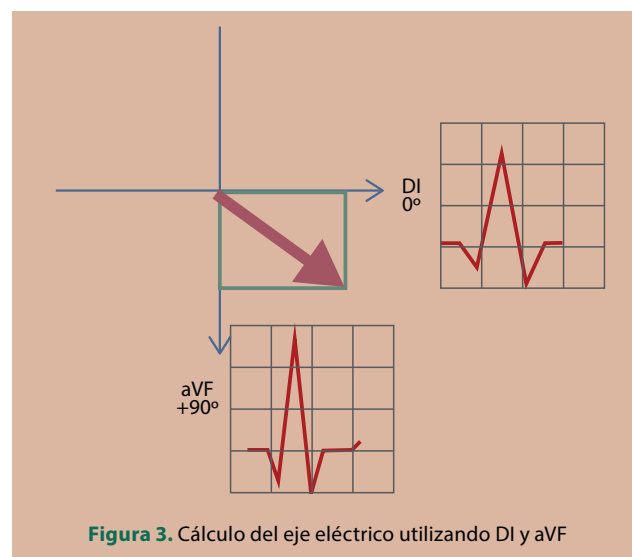


Figura 3. Cálculo del eje eléctrico utilizando DI y aVF

Tabla 2. Valores normales de las ondas, intervalos y segmentos del ECG en el adulto sano

	Amplitud normal	Duración normal	Alteraciones
Onda P	< 0.25 mV	< 0.12 s	Ausente en fibrilación atrial Crecimientos atriales ³
Intervalo PR	Isoeléctrico	0.12-0.20 s	> 0.20s: Bloqueo atrioventricular < 0.12s: Preexcitación
Onda Q	< 25% de R	< 0.04 s	Infarto antiguo ²
Complejo QRS	Variable	< 0.12 s	Bloqueo de rama del haz de His (HH)
Segmento ST	Isoeléctrico Hombres < 0.2 mV en V2-V3 Mujeres < 0.15 mV en V2-V3	No aplica	Repolarización temprana (normal) ² Infarto agudo de miocardio Bloqueo de rama izquierda del HH Pericarditis
Intervalo QT	No aplica	< 0.45 s	QT largo por hipocalcemia, fármacos (p. ej., antipsicóticos, macrólidos, quinolonas, azoles) ²
Onda T	Menor al QRS	No aplica	Amplitud aumenta en hiperkalemia ³

ritmo sinusal y no se encontraron alteraciones en las ondas, podemos concluir que se trata de un electrocardiograma normal. En la **figura 4** se muestra un trazo electrocardiográfico para que realice su análisis.

Las alteraciones halladas pueden reportarse de forma descriptiva, o bien, analítica. Por ejemplo, se lee en el reporte: “Intervalo PR constante de 0.24 s y relación P:QRS 1:1”, esto *es indicativo de un bloqueo AV de primer grado*⁷. Existirán algunas alteraciones al alcance del diagnóstico del médico interno de pregrado (infarto de miocardio con elevación de ST, cambios por hiperkalemia, ritmos de paro), entonces se sugiere que en los servicios donde exista la posibilidad de encontrarnos con oportunidades como éstas, el médico residente o adscrito procure el aprendizaje significativo entre sus alumnos.

En el contexto hospitalario, la lista de utilidades del ECG es vasta, y se resume en la **tabla 3**. Es importante considerar las medidas estadísticas para cada criterio, por ejemplo, en insuficiencia cardíaca sistólica, la presencia de una alteración significativa en el ECG tiene un valor predictivo negativo del 98%, esto quiere decir que es muy poco probable que un paciente con clínica de falla cardíaca tenga un ECG normal⁸.

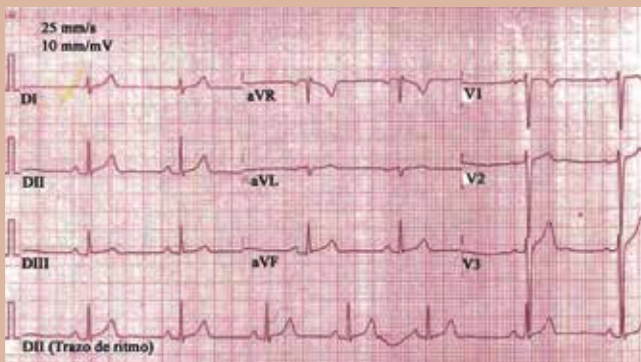


Figura 4. Electrocardiograma de un hombre sano de 19 años

CONCLUSIONES

Ante la vertiginosa evolución de la tecnología de las ciencias de la salud, es responsabilidad de los médicos preservar la enseñanza de la electrocardiografía en el mar creciente del conocimiento médico actual. Para ello, debemos priorizar qué aspectos son más relevantes para el médico general actual.

Es un hecho indiscutible que el ECG se ha convertido en un símbolo de la medicina moderna; procuremos que no se reduzca a esto, y formemos médicos competentes en el arte de la electrocardiografía.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Tere Fortoul, por su invaluable apoyo a los jóvenes docentes. ●

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sánchez-Mendiola M. ¿Qué tan libres somos cuando enseñamos medicina? *Inv Ed Med*. 2015;4(15):117-8.
2. Guyton AC, Hall JE. Electrocardiograma normal. En: *Tratado de Fisiología Médica*. Capítulo 11. 12va ed. España: Elsevier; 2006.
3. Castellano C, Pérez de Juan MA, Attie F. Electrocardiografía clínica. 2a ed. España: Elsevier; 2004.
4. Spragg DE, Tomaselli GF. Principles of electrophysiology. En: Longo D, et al, editores. *Harrison's Principles of Internal Medicine*. Capítulo 231. 18a ed. Estados Unidos: McGrawHill; 2012.
5. Yong CM, Froelicher V, Wagner G. The electrocardiogram at a crossroads. *Circulation*. 2013;128:88-92.
6. Kligfield P, Gettes LS, Bailey JJ, et al. Recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram, a Scientific Statement from the AHA Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the ACC Foundation; and the Heart Rhythm Society endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology. *J Am Coll Cardiol*. 2007;49(10):1109-27.
7. Bayés de Luna A. Electrocardiografía básica. 7a ed. España: Publicaciones Permanyer; 2012.
8. Davie AP, Francis CM, Love MP, et al. Value of the electrocardiogram in identifying heart failure due to left ventricular systolic dysfunction. *BMJ*. 1996;312:222.

Tabla 3. Algunas de las aplicaciones clínicas del electrocardiograma

Cardiopatía isquémica	Reanimación cardiopulmonar
Alteraciones electrolíticas	Insuficiencia cardíaca
Fármacos (digoxina, psicotrópicos, antibióticos, etc.)	Tromboembolismo pulmonar
Hipotermia	Pericarditis
Fisiología del ejercicio	Evaluación de síncope