

El electrocardiograma para la detección de hipertrofias ventriculares y crecimientos auriculares

The electrocardiogram for the detection of ventricular hypertrophies and atrial enlargements

Luis Alfonso Ramos-Núñez,¹ Jesús Andrés Rojas-Urías,² Ana B. Campa-Navarro,³ Jorge Ricardo Caro-Unger,² Cuitláhuac Arroyo-Rodríguez⁴

*Correo-e de autor de correspondencia: cuitla88@hotmail.com

¹Médico pasante del servicio social, Hospital San José Hermosillo. Morelos 340, Bachoco, C.P. 83148, Hermosillo, Son. Identificador ORCID: 0000-0001-8331-2293

²Médico interno de pregrado, Hospital San José Hermosillo. Morelos 340, Bachoco, C.P. 83148, Hermosillo, Son. Identificador ORCID: Rojas-Urías J. 0009-0006-0008-7558, Caro-Unger R. 0009-0008-8211-3178

³Médico pasante del servicio social, Universidad de Sonora. Unidad Regional Centro; Av. Luis Donaldo Colosio Murrieta, Centro, C.P. 83000, Hermosillo, Son. Identificador ORCID: 0009-0004-8571-8341

⁴Profesor de Cardiología, Universidad de Sonora. Cardiólogo adscrito al Hospital San José Hermosillo. Morelos 340, Bachoco, C.P. 83148, Hermosillo, Son. Identificador ORCID: 0000-0002-7612-7724

RESUMEN

Históricamente, los criterios electrocardiográficos para la detección de hipertrofia ventricular se desarrollaron a partir de comparaciones con autopsias y radiografías de tórax. En la actualidad, la ecocardiografía y la resonancia magnética cardíaca son consideradas las herramientas de referencia para el diagnóstico y estudio de esta afección. A pesar de sus limitaciones en la detección de hipertrofias ventriculares y dilataciones auriculares, el electrocardiograma (EKG) sigue siendo una valiosa herramienta debido a su bajo costo y amplia disponibilidad. En términos generales, los crecimientos auriculares se identifican por un aumento en la duración o amplitud de la onda "P", mientras que las hipertrofias ventriculares se evidencian por un incremento en el voltaje de los componentes del complejo QRS. El objetivo de este trabajo es ofrecer una revisión práctica de los criterios electrocardiográficos más utilizados, analizando su precisión diagnóstica y la relevancia clínica de su identificación, con el fin de proporcionar una herramienta útil de aprendizaje para la comunidad estudiantil de medicina y ciencias de la salud.

Palabras clave: electrocardiograma, hipertrofia ventricular izquierda, hipertensión, enfermedad cardiovascular, aurícula izquierda, ecocardiografía

ABSTRACT

Historically, electrocardiographic criteria for detecting ventricular hypertrophy were developed through comparisons with autopsies and chest X-rays. However, today, echocardiography and cardiac magnetic resonance imaging are considered the gold standard for diagnosing and studying these conditions. Despite its limitations in detecting ventricular hypertrophy and atrial enlargement, the electrocardiogram (ECG) remains an invaluable tool due to its low cost and wide availability. Generally speaking, atrial enlargement is identified by an increase in the duration or amplitude of the “P” wave, while ventricular hypertrophy is evidenced by an increase in the voltage of the QRS complex components. The objective of this work is to provide a practical review of the most commonly used electrocardiographic criteria, analyzing their diagnostic accuracy and the clinical relevance of their identification, in order to offer a useful learning tool for the medical and health sciences student community.

Keywords: electrocardiogram, left ventricular hypertrophy, hypertension, cardiovascular disease, left atrium, echocardiography

Introducción

El corazón tiene la capacidad de incrementar su masa muscular en respuesta a condiciones de carga elevadas, término conocido como hipertrofia. Esta adaptación fisiológica permite que minimice su estrés parietal manteniendo o incrementando su función contráctil. Sin embargo, si este estímulo es excesivo o prolongado puede producir disfunción contráctil e insuficiencia cardiaca.¹ La hipertrofia ventricular (HV) es un factor de riesgo importante de morbilidad y mortalidad cardiovascular² asociado, además, a fibrilación auricular, infarto agudo al miocardio, infartos cerebrales, muerte súbita y arritmias ventriculares.³

La introducción de las radiografías de tórax en 1895 y del electrocardiograma (EKG) en 1901 proporcionaron la primera información no invasiva sobre las dimensiones y la actividad eléctrica del corazón, convirtiéndose en los primeros estudios para diagnóstico de enfermedad cardiovascular.^{4,5}

El primer estudio no invasivo para el diagnóstico de la hipertrofia ventricular izquierda fue el índice cardiotorácico obtenido por radiografía de tórax.⁶ Posterior a ello, a mediados de la década de los cuarenta, comenzaron las primeras descripciones de la utilidad de la electrocardiografía como marcador de la hipertrofia del ventrículo izquierdo, siendo la prominencia de la onda R en derivaciones precordiales uno de los primeros criterios descritos.⁷

Históricamente, muchos de estos criterios se realizaron tomando como referencia un incremento mayor a 13 mm en la pared del ventrículo izquierdo medido por autopsia.^{8,9} Poco después se publicaron las investigaciones de Sokolow y Lyon (1949)⁶, quienes analizaron las anomalías en EKG de pacientes con enfermedad cardiovascular relacionada con hipertrofia ventricular (como hipertensión arterial y coartación de aorta para hipertrofia ventricular izquierda, y enfermedad pulmonar para hipertrofia derecha). En dicho estudio se consideró, como referencia para la

hipertrofia ventricular, un incremento en el diámetro transverso del corazón medido por radiografía de tórax. Los hallazgos obtenidos de sus investigaciones han sido utilizados ampliamente hasta la fecha para el diagnóstico electrocardiográfico de la hipertrofia ventricular izquierda y derecha.¹⁰

Durante los últimos 50 años se han diseñado diferentes técnicas diagnósticas de imagen para la identificación del engrosamiento de la pared ventricular.^{11,12}

La ecocardiografía transtorácica (ETT) es la técnica de imagen de primera línea para la evaluación de la estructura y función cardíaca, ya que es un método no invasivo, de bajo costo, que no produce radiación y que proporciona imágenes en tiempo real con alta resolución espacial y temporal. Permite medir el grosor de las paredes ventriculares, su masa, cuantificar volúmenes de cavidades, además de valorar la función valvular, sistólica y diastólica. La resonancia magnética cardíaca (RMC) se considera el método de referencia para la evaluación volumétrica de las cavidades cardíacas, medición de la masa y detección de cicatrices miocárdicas.¹³

Se ha comprobado cómo la sensibilidad de los diferentes criterios electrocardiográficos para la detección de hipertrofia ventricular depende de variables como la edad, sexo, obesidad, tabaquismo, raza, grasa pericárdica, volumen cardíaco, masa muscular torácica y alteraciones del parénquima pulmonar.¹⁴

A pesar de que EKG tiene sus limitaciones en la detección de crecimiento de cavidades cardíacas, continúa siendo una herramienta básica dado su bajo costo y disponibilidad.¹⁴

Con el propósito de crear una herramienta de aprendizaje útil para la comunidad estudiantil de medicina y ciencias de la salud, el objetivo de este trabajo es hacer una revisión de los criterios electrocardiográficos más utilizados, describir la importancia de encontrarlos, su certeza diagnóstica y limitaciones.

Materiales y métodos

Se realizó una revisión bibliográfica en las bases de datos PubMed, ScienceDirect, Google académico, Scielo y Redalyc, utilizando los siguientes términos de búsqueda: left and right ventricular hypertrophy, left and right atrial enlargement, Electrocardiographic criteria, Lewis score, Sokolow-Lyon voltage, Cornell voltage, Peguero-Lo Presti; así como las diferentes combinaciones de los términos. También se rastrearon manualmente referencias relevantes pertenecientes a los artículos encontrados.

Para ilustrar el contenido se utilizaron electrocardiogramas de la colección propia del autor.

Resultados

Generalidades de electrocardiograma

El electrocardiograma es un registro de la actividad eléctrica del corazón. Para su interpretación, el papel de electrocardiograma se encuentra milimetrado, de tal manera que, cuando se toma con la calibración estándar (25 mm/s y 10 mm/mV), cada milímetro equivale a 40 ms (0.04 s) en el eje de las X y a 0.1 mV en el eje de las Y.¹⁵ (Figura 1).

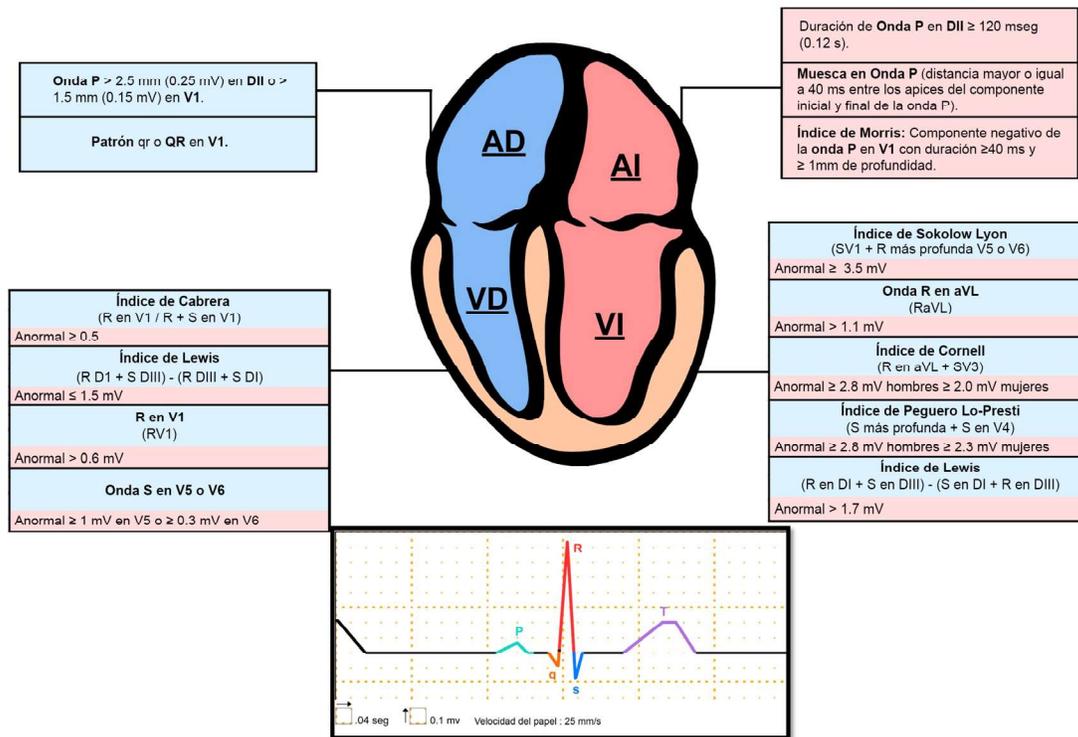


Figura 1. Resumen de los criterios para la detección de hipertrofias ventriculares y crecimientos auriculares por electrocardiograma
 Nota: En la parte inferior de la figura se observa la calibración estándar del electrocardiograma y los componentes del mismo.

En el EKG la onda P representa la despolarización auricular y el complejo QRS la despolarización ventricular. Es así que, de manera general, los crecimientos o dilataciones auriculares se buscarán en las ondas P y las hipertrofias ventriculares en los complejos QRS. La mayoría de los criterios electrocardiográficos se basan en un aumento en el voltaje y/o duración de estos componentes.

Hipertrofia ventricular izquierda

La hipertrofia ventricular izquierda (HVI) se define como un aumento de la masa del ventrículo izquierdo secundario a un aumento del tamaño de los cardiomiocitos, fibrosis y alteración de la matriz extracelular. Se estima que se encuentra presente en un 15-20 % de la población general.^{3,16}

Causas frecuentes de esta patología son hipertensión arterial sistémica, valvulopatías aórticas (estenosis o insuficiencia valvular aórtica), miocardiopatía hipertrófica, apnea obstructiva del sueño, enfermedad renal crónica, y enfermedades congénitas. Otra causa es el entrenamiento físico de alto rendimiento, aunque esta última se considera una adaptación fisiológica.¹⁷

La HVI puede causar problemas en la conducción eléctrica del corazón tales como bloqueos de rama y arritmias cardíacas (ej. fibrilación auricular). Otras complicaciones frecuentes de la HVI son la disfunción diastólica y sistólica del ventrículo izquierdo, arritmias ventriculares, así como el síndrome clínico de insuficiencia cardíaca.³ Por tal mo-

tivo, es importante su diagnóstico temprano para disminuir la morbi-mortalidad asociada. Los criterios electrocardiográficos más relevantes, su sensibilidad y especificidad se describen en la Tabla 1, y en las figuras 1 y 2.

Tabla 1. Criterios electrocardiográficos de Hipertrofia ventricular izquierda

Criterio	Método de medición	Umbral de anormalidad	Certeza diagnóstica
Sokolow Lyon	Suma de la S más profunda en V1 con la onda R más profunda en V5 o V6. (Fórmula: $SV1 + R(V5 \text{ o } V6)$)	$\geq 35\text{mm}$ (3.5 mV)	Sensibilidad 24% Especificidad 94%
Cornell	Suma del voltaje de la onda R en AVL con el voltaje de la onda S en V3 (Fórmula: $R \text{ en AVL} + SV3$).	$\geq 28 \text{ mm}$ (2.8mV) en hombres y $\geq 20 \text{ mm}$ (2.0mV) en mujeres	Sensibilidad 29% Especificidad 92%
Peguero Lo-Presti	Suma del voltaje en la onda S más profunda en cualquier derivación precordial con el voltaje de la onda S en V4 (Fórmula: $S \text{ más profunda} + S \text{ en V4}$).	$\geq 28\text{mm}$ (2.8 mV) en hombres y $\geq 23\text{mm}$ (2.3 mV) en mujeres	Sensibilidad 52% Especificidad 85%
R en AVL	Se toma el valor del voltaje de la onda R en AVL.	$R \text{ en AVL} \geq 11\text{mm}$ (1.1 mV)	Sensibilidad del 18% y especificidad del 92%.
Lewis	Se obtiene de la suma de la R de mayor voltaje en DI más la onda S de mayor voltaje en DIII (Fórmula: $(R \text{ en DI} + S \text{ en DIII}) - (S \text{ en DI} + R \text{ en DIII})$)	$>17\text{mm}$ positivo para HVI	Sensibilidad 23.2% Especificidad 88.7%

Información recopilada de las referencias 20 y 21.

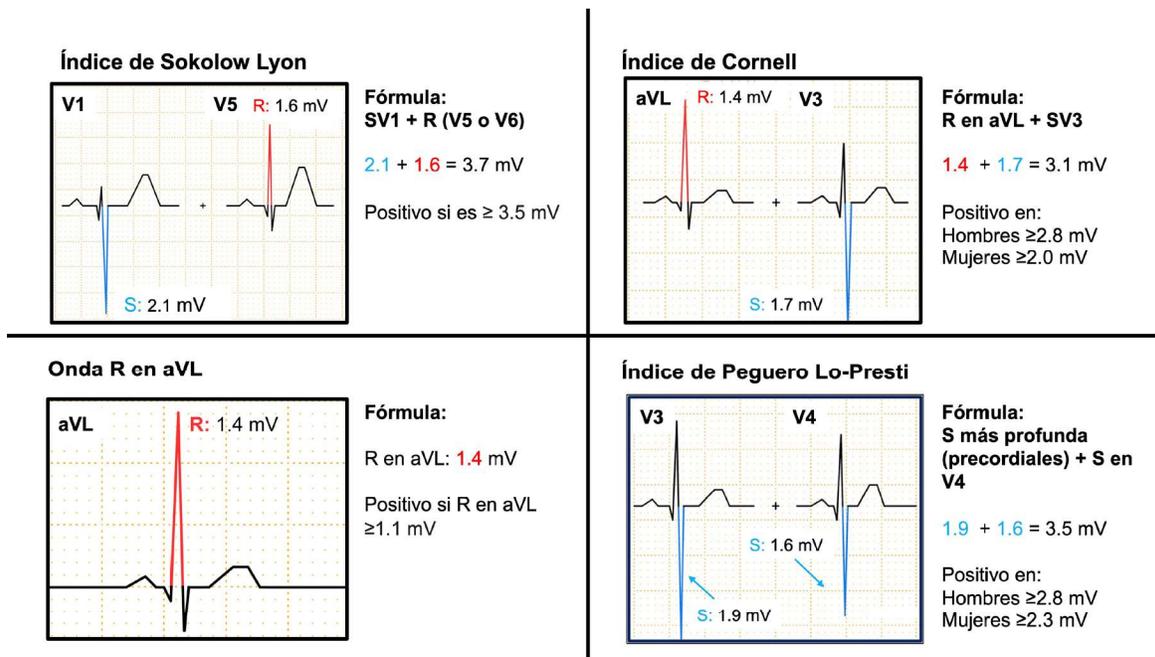


Figura 2. Ejemplos de los criterios electrocardiográficos más útiles para detectar la hipertrofia ventricular izquierda.

Nota: En la parte inferior de la figura se observa la calibración estándar del electrocardiograma y los componentes del mismo.

Existen otros criterios, como Romhilt-Estes, que resultan poco prácticos y que no incrementan su sensibilidad.¹⁸

Es importante mencionar que ninguno de los criterios para la detección de hipertrofia ventricular izquierda son aplicables en presencia de bloqueo de rama izquierda.¹⁹⁻²¹

Ventrículo derecho

La hipertrofia ventricular derecha (HVD) es un agrandamiento anormal o aumento patológico de la masa muscular del ventrículo derecho en respuesta a una sobrecarga de presión, más comúnmente debido a una enfermedad pulmonar grave o condiciones que afectan la válvula tricúspide y provocan una regurgitación tricúspide significativa.²²

Otras causas de crecimiento del ventrículo derecho son las valvulopatías del corazón izquierdo con repercusión retrógrada (estenosis mitral e insuficiencia mitral), obstrucciones al tracto de salida del ventrículo derecho (tetralogía de Fallot y estenosis valvular pulmonar), malformación de Ebstein, cor pulmonale crónico y tromboembolismo pulmonar crónico.²³

Los signos electrocardiográficos para HVD son menos frecuentes que los de HVI, debido a que las causas de HVD son menos frecuentes, además de que se necesita una mayor sobrecarga para que el VD se vuelva dominante en el EKG.²⁴ Los criterios más utilizados para su detección por electrocardiograma se resumen en la Tabla 2 y Figura 3.

Tabla 2. Criterios electrocardiográficos de hipertrofia ventricular derecha.

Criterio	Método de medición	Umbral de anormalidad	Certeza diagnóstica
Cabrera	R en V1 / R + S en V1.	≥ 0.5 mm	Sensibilidad 60%, especificidad 92%.
Lewis	$(R_{DI} + S_{DIII}) - (R_{DIII} + S_{DI})$	≤ -14 mm	Sensibilidad 80,4%, especificidad baja.
Onda R en V1	Onda R en V1.	> 0.6 mV (6 mm)	Sensibilidad 47% Especificidad 88%
Onda S en V5 o V6	Onda S en V5 o V6	≥ 0.7 mV (7mm)	Sensibilidad 38% Especificidad 80%.

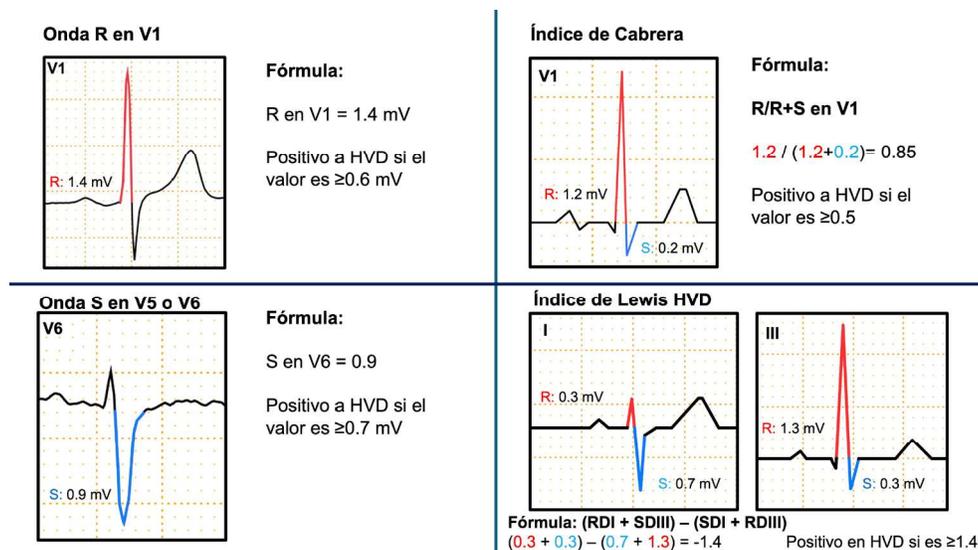


Figura 3. Ejemplos de los criterios electrocardiográficos más útiles para detectar la hipertrofia ventricular derecha.

Es importante mencionar que los criterios de voltaje para la detección de HVD en la derivación V1 no son válidos en presencia de bloqueo completo de la rama derecha del haz de His. Al observar ondas R de alto voltaje en V1, debe descartarse la presencia de cicatriz de infarto de la cara posterior del ventrículo izquierdo.^{25,26} Además de los criterios en

el voltaje de las ondas del complejo QRS, la presencia de ondas T invertidas profundas y la depresión del segmento ST en precordiales derechas (V1-V3) puede sugerirnos sobrecarga sistólica del ventrículo derecho por hipertensión arterial pulmonar o estenosis valvular pulmonar.²⁷

En comparación con la resonancia magnética cardiaca (estándar de oro para la detección de HVD), todos los criterios de EKG utilizados tradicionalmente para la HVD tienen baja sensibilidad para su detección; siendo los criterios de $S \geq 0,7$ mV en V5 o V6 quizás los más predictivos de HVD.²⁸

Adicional a esto, Whitman *et al.*²⁸ analizaron los datos EKG de parte de la población muestra del protocolo MESA (estudio multiétnico de aterosclerosis),²⁹ y concluyeron que los criterios de EKG recomendados por la AHA en 2009 para la HVD tienen una sensibilidad y especificidad inadecuadas en una muestra multiétnica de adultos sin enfermedad cardiovascular clínica, por ende, no deben utilizarse para detectar la HVD leve en esta población.²⁸

Aurícula izquierda

A diferencia de los ventrículos que pueden incrementar su masa cuando se exponen a condiciones de carga aumentadas, las aurículas se dilatan o “crecen” en respuesta a la sobrecarga de volumen o presión. Estudios histológicos han demostrado que en el remodelado estructural de las aurículas existe reducción en el número de cardiomiocitos, fibrosis intersticial e incremento en el espacio intercelular.³⁰⁻³²

El crecimiento o dilatación de la aurícula izquierda es un factor de riesgo importante para el desarrollo de arritmias auriculares, siendo la fibrilación auricular la más relevante de ellas por su incremento en el riesgo de infartos cerebrales. También, el crecimiento auricular izquierdo ha mostrado ser predictor de muerte cardiovascular, accidentes cerebrovasculares, insuficiencia cardiaca e infartos agudos del miocardio.^{33,34}

La hipertrofia ventricular izquierda está claramente relacionada con la dilatación de la aurícula izquierda, por lo que aquellas causas que provoquen HVI como la hipertensión arterial, las miocardiopatías (ej. hipertrófica, dilatada) y las valvulopatías aórticas (estenosis e insuficiencia aórtica) pueden generar crecimiento auricular izquierdo.³⁵ Otras causas de crecimiento auricular izquierdo son el envejecimiento, obesidad, deporte de alto rendimiento y valvulopatías mitrales (estenosis e insuficiencia mitral).³⁶⁻³⁸

Dada la relación de la despolarización auricular con la onda P en el electrocardiograma, en el crecimiento de la aurícula izquierda se producirán alteraciones en dicha onda, sobre todo en su componente final, debido a que la aurícula izquierda se despolariza después que la aurícula derecha. El crecimiento auricular izquierdo provocará un alargamiento en el tiempo de duración de la onda P (onda P ≥ 120 milisegundos).³⁹

El índice de Morris es un gran marcador electrocardiográfico de crecimiento auricular izquierdo. Se basa en la duración del componente negativo de la onda P en la derivación V1 del electrocardiograma, se considera anormal si esta tiene una duración ≥ 40 milisegundos y ≥ 1 mm de profundidad.^{40,41}

En algunas situaciones, el componente derecho e izquierdo de la onda P se separa discretamente, ocasionando que la onda P tome forma de “m”, a la cual se le denomina “P mitrale”. El criterio para considerar una “P mitrale” es una separación mayor a 40 ms entre el “pico” de los 2 componentes. La desviación del eje de la onda P en el plano frontal ($< 30^\circ$) es también un criterio específico de dilata-

ción auricular izquierda, aunque es poco práctico medirlo manualmente, la mayoría de los electrocardiogramas modernos realizan una medición automatizada.^{42,43} En la Figura 4 se ilustran los criterios de crecimiento auricular izquierdo y derecho.

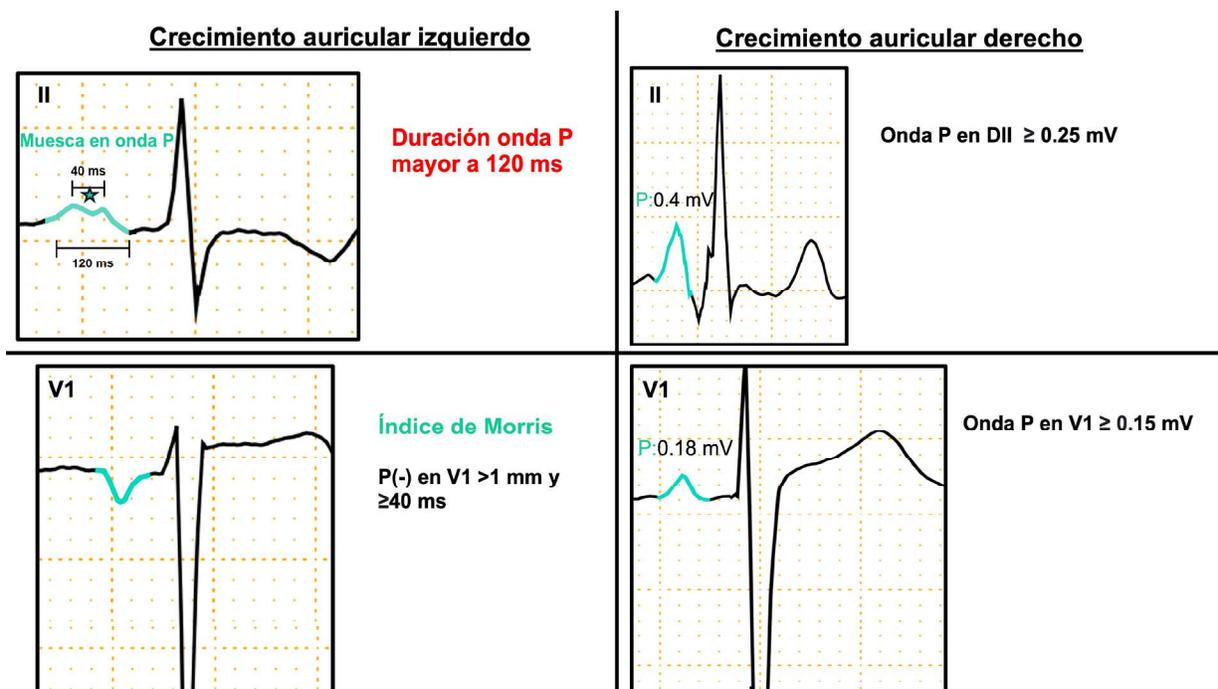


Figura 4. Criterios electrocardiográficos para la detección de crecimiento auricular izquierdo y derecho.

Nota: *Ejemplifica una “muesca en la onda P”.

Aurícula derecha

La dilatación o crecimiento de la aurícula derecha se relaciona a mayor riesgo de insuficiencia cardiaca, así como a un incremento en la mortalidad en pacientes con hipertensión arterial pulmonar.⁴² El crecimiento auricular derecho suele estar asociado con hipertrofia o dilatación del ventrículo derecho, por lo que cualquier patología que provoque aumento de presión en las cavidades derechas puede causar una dilatación de la aurícula derecha, por ejemplo, hipertensión arterial pulmonar, fibrilación auricular, estenosis pulmonar, cardiopatías congénitas (anomalía de Ebstein, atresia tricúspidea y tetralogía de Fallot), insuficiencia o estenosis tricúspidea y las valvulopatías izquierdas avanzadas.⁴⁴⁻⁴⁷

El crecimiento auricular derecho se manifiesta típicamente como un incremento en la magnitud de la onda P. Es decir, la onda P aumenta en voltaje sin incrementar su duración. Los criterios electrocardiográficos más comunes para considerar un crecimiento auricular derecho son: onda P > 2.5 mm (0.25 mV) en DII o > 1.5 mm (0.15 mV) en V1.³⁹ En ausencia de infarto septal, el patrón electrocardiográfico qR en la derivación V1 es un criterio altamente específico para detectar la dilatación auricular derecha.⁴⁸

En algunas ocasiones el crecimiento auricular derecho e izquierdo coexisten, observándose en el electrocardiograma como un aumento en el voltaje y la duración de la onda P.⁴¹

Discusión y conclusiones

El electrocardiograma es una herramienta básica para la detección de la hipertrofia ventricular y crecimientos auriculares. Una de sus ventajas es su bajo costo y alta disponibilidad. A pesar de que la mayoría de los criterios presentan baja sensibilidad (baja capacidad para detectar a los enfermos), su especificidad es muy alta, lo que implica que, al detectar alguna de estas anomalías, será muy poco probable que se trate de un paciente sano. Las alteraciones estructurales en el tamaño de las cavidades cardíacas y el incremento de la masa ventricular ensombrecen el pronóstico de los pacientes. Por otro lado, la ecocardiografía y la resonancia magnética cardíaca son los estudios de referencia para el diagnóstico de la hipertrofia ventricular y crecimientos auriculares. Sin embargo, sus costos son más elevados y no se encuentran ampliamente disponibles. Es por ello que es indispensable el conocimiento y dominio del electrocardiograma como instrumento de escrutinio de estas patologías.

Referencias

1. Oldfield CJ, Duhamel TA, Dhalla NS. Mechanisms for the transition from physiological to pathological cardiac hypertrophy. *Can J Physiol Pharmacol.* febrero de 2020;98(2):74-84. <https://doi.org/10.1139/cjpp-2019-0566>
2. Yildiz M, Oktay AA, Stewart MH, Milani RV, Ventura HO, Lavie CJ. Left ventricular hypertrophy and hypertension. *Prog Cardiovasc Dis.* enero de 2020;63(1):10-21. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2019.11.009>
3. Stewart MH, Lavie CJ, Shah S, Englert J, Gilliland Y, Qamruddin S, et al. Prognostic Implications of Left Ventricular Hypertrophy. *Prog Cardiovasc Dis.* noviembre de 2018;61(5-6):446-55. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2018.11.002>
4. Fye WB. A History of the origin, evolution, and impact of electrocardiography. *Am J Cardiol.* mayo de 1994;73(13):937-49. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(94\)90135-x](https://doi.org/10.1016/0002-9149(94)90135-x)
5. AlGhatrif M, Lindsay J. A brief review: history to understand fundamentals of electrocardiography. *J Community Hosp Intern Med Perspect.* enero de 2012;2(1):14383. <https://doi.org/10.3402/jchimp.v2i1.14383>
6. Sokolow M, Lyon TP. The ventricular complex in left ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads. *Am Heart J.* febrero de 1949;37(2):161-86. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(49\)90562-1](https://doi.org/10.1016/0002-8703(49)90562-1)
7. Myers GB. QRS-T Patterns in Multiple Precordial Leads That May Be Mistaken for Myocardial Infarction: III. Bundle Branch Block. *Circulation.* julio de 1950;2(1):60-74. <https://doi.org/10.1161/01.cir.2.1.60>
8. Scott RC, Seiwert VJ, Simon DL, Mcguire J. Left Ventricular Hypertrophy: A Study of the Accuracy of Current Electrocardiographic Criteria When Compared with Autopsy Findings in One Hundred Cases. *Circulation.* enero de 1955;11(1):89-96. <https://doi.org/10.1161/01.cir.11.1.89>
9. Allenstein BJ, Mori H. Evaluation of Electrocardiographic Diagnosis of Ventricular Hypertrophy Based on Autopsy Comparison. *Circulation.* marzo de 1960;21(3):401-12. <https://doi.org/10.1161/01.cir.21.3.401>
10. Sokolow M, Lyon TP. The ventricular complex in right ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads. *Am Heart J.* agosto de 1949;38(2):273-94. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(49\)90562-1](https://doi.org/10.1016/0002-8703(49)90562-1)
11. Maron BJ, Desai MY, Nishimura RA, Spirito P, Rakowski H, Towbin JA, et al. Diagnosis and Evaluation of Hypertrophic Cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol.* febrero de 2022;79(4):372-89. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.12.002>
12. Moura B, Aimo A, Al-Mohammad A, Keramida K, Ben Gal T, Dorbala S, et al. Diagnosis and management of patients with left ventricular hypertrophy: Role of multimodality cardiac imaging. A scientific statement of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur J*

- Heart Fail, septiembre de 2023;25(9):1493-506. <https://doi.org/10.1002/ejhf.2997>
13. Gürdoğan M, Ustaşoğlu FE, Kula O, Korkmaz S. Cardiac Magnetic Resonance Imaging and Transthoracic Echocardiography: Investigation of Concordance between the Two Methods for Measurement of the Cardiac Chamber. *Medicina (Mex)*. 9 de junio de 2019;55(6):260. <https://doi.org/10.3390/medicina55060260>
 14. Barrios Alonso V, Calderón Montero A. Diagnóstico de la hipertrofia ventricular izquierda por electrocardiografía. Utilidad de los nuevos criterios. Septiembre 2004. 6 de mayo de 2024;6(3):13-9. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9571501>
 15. Armenta-Lendo MA, Fuentes-Montoya JG, Delgadillo-Ahumada AnaF, Arroyo-Rodríguez C. Isquemia, lesión y necrosis en el electrocardiograma: conceptos básicos. 31 de diciembre de 2023;(10). https://remus.unison.mx/index.php/remus_unison/article/view/180/164
 16. Lazzeroni D, Rimoldi O, Camici PG. From Left Ventricular Hypertrophy to Dysfunction and Failure. *Circ J*. 2016;80(3):555-64. <https://doi.org/10.1253/circj.cj-16-0062>
 17. Sayin BY, Oto A. Left Ventricular Hypertrophy: Etiology-Based Therapeutic Options. *Cardiol Ther*, junio de 2022;11(2):203-30. <https://doi.org/10.1007/s40119-022-00260-y>
 18. Jain A, Tandri H, Dalal D, Chahal H, Soliman EZ, Prineas RJ, et al. Diagnostic and prognostic utility of electrocardiography for left ventricular hypertrophy defined by magnetic resonance imaging in relationship to ethnicity: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *Am Heart J*, abril de 2010;159(4):652-8. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2009.12.035>
 19. A.F. De Souza I, M.H. Padrao E, R. Marques I, A. Miyawaki I, Riceto Loyola Júnior JE, Caporal S. Moreira V, et al. Diagnostic Accuracy of ECG to Detect Left Ventricular Hypertrophy in Patients with Left Bundle Branch Block: A Systematic Review and Meta-analysis. *CJC Open*, diciembre de 2023;5(12):971-80. <https://doi.org/10.1016/j.cjco.2023.08.010>
 20. Cabezas M, Comellas A, Ramón Gómez J, López Grillo L, Casal H, Carrillo N, et al. Comparación de la sensibilidad y especificidad de los criterios electrocardiográficos para la hipertrofia ventricular izquierda según métodos de Romhilt-Estes, Sokolow-Lyon, Cornell y Rodríguez Padial. *Rev Esp Cardiol*, enero de 1997;50(1):31-5. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300893297731737>
 21. Yu Z, Song J, Cheng L, Li S, Lu Q, Zhang Y, et al. Peguero-Lo Presti criteria for the diagnosis of left ventricular hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. Santulli G, editor. *PLOS ONE*. 29 de enero de 2021;16(1):e0246305. <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0246305>
 22. Priyanka T. B, Pirbhat S, Ellison MB. Right Ventricular Hypertrophy [Internet]. University of Pennsylvania, The Aga Khan University, WVU Medicine; 2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499876/#article-28599.s2>
 23. Zavala Villeda JA. El electrocardiograma en los crecimientos auriculares y ventriculares. *Revista Mexicana de Anestesiología*, junio de 2017;40:S214-5. <https://www.medigrafix.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?I-DARTICULO=72794>
 24. Uribe Arango W, Duque Ramírez M, Medina Arango E. Electrocardiografía y arritmias. *Rev Iberoam Arritmología*. 2010. <http://www.ria-online.com/webapp/journal/show/id/RIA10112>
 25. Rovai D, Di Bella G, Rossi G, Pingitore A, L'Abbate A. La onda R prominente en V1 pero no en V2 es un signo específico de infarto transmural lateral grande. *Rev Esp Cardiol*, diciembre de 2012;65(12):1101-5. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2012.05.018>
 26. Pineda F, Dighero B, Meruane J, Cataldo P, Uriarte P. El infarto oculto. Las claves para el diagnóstico precoz de infarto posterior. *Rev Médica Chile*, agosto de 2021;149(8):1223-30. <http://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872021000801223>

27. Fazelifar AF, Talebian F, Ghaffarinejad Z, Habibi MA, Pasebani Y, Mazloomi AA, et al. Electrocardiographic manifestations of pulmonary stenosis versus pulmonary hypertension. *J Electrocardiol*, noviembre de 2023;81:117-22. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2023.08.010>
28. Whitman IR, Patel VV, Soliman EZ, Bluemke DA, Praestgaard A, Jain A, et al. Validity of the surface electrocardiogram criteria for right ventricular hypertrophy: the MESA-RV Study (Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis-Right Ventricle). *J Am Coll Cardiol*. 25 de febrero de 2014;63(7):672-81. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.08.1633>
29. Bild DE. Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis: Objectives and Design. *Am J Epidemiol*. 1 de noviembre de 2002;156(9):871-81. 29. Bild DE. Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis: Objectives and Design. *Am J Epidemiol*. 1 de noviembre de 2002;156(9):871-81.
30. Takahashi Y, Yamaguchi T, Otsubo T, Nakashima K, Shinzato K, Osako R, et al. Histological validation of atrial structural remodelling in patients with atrial fibrillation. *Eur Heart J*. 14 de septiembre de 2023;44(35):3339-53. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad396>
31. Yamaguchi T, Otsubo T, Takahashi Y, Nakashima K, Fukui A, Hirota K, et al. Atrial Structural Remodeling in Patients With Atrial Fibrillation Is a Diffuse Fibrotic Process: Evidence From High-Density Voltage Mapping and Atrial Biopsy. *J Am Heart Assoc*. 15 de marzo de 2022;11(6):e024521. <https://doi.org/10.1161/jaha.121.024521>
32. Patel DA, Lavie CJ, Milani RV, Shah S, Gilliland Y. Clinical implications of left atrial enlargement: a review. *Ochsner J*. 2009;9(4):191-6. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3096293/>
33. Hoit BD. Left atrial size and function: role in prognosis. *J Am Coll Cardiol*. 18 de febrero de 2014;63(6):493-505. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.10.055>
34. Thomas L, Marwick TH, Popescu BA, Donal E, Badano LP. Left Atrial Structure and Function, and Left Ventricular Diastolic Dysfunction: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol*. 23 de abril de 2019;73(15):1961-77. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.01.059>
35. Edhouse J. ABC of clinical electrocardiography: Conditions affecting the left side of the heart. *BMJ*. 25 de mayo de 2002;324(7348):1264-7. <https://doi.org/10.1136/bmj.324.7348.1264>
36. Vaziri SM, Larson MG, Lauer MS, Benjamin EJ, Levy D. Influence of blood pressure on left atrial size. The Framingham Heart Study. *Hypertens Dallas Tex* 1979, junio de 1995;25(6):1155-60. <https://doi.org/10.1161/01.hyp.25.6.1155>
37. Eriksen-Volnes T, Grue JF, Hellum Olaisen S, Letnes JM, Nes B, Løvstakken L, et al. Normalized Echocardiographic Values From Guideline-Directed Dedicated Views for Cardiac Dimensions and Left Ventricular Function. *JACC Cardiovasc Imaging*, diciembre de 2023;16(12):1501-15. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2022.12.020>
38. Nistri S, Galderisi M, Ballo P, Olivotto I, D'Andrea A, Pagliani L, et al. Determinants of echocardiographic left atrial volume: implications for normalcy. *Eur J Echocardiogr*. 1 de noviembre de 2011;12(11):826-33. <https://doi.org/10.1093/ejehocard/jer137>
39. Hancock EW, Deal BJ, Mirvis DM, Okin P, Kligfield P, Gettes LS. AHA/ACCF/HRS Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram: Part V: Electrocardiogram Changes Associated With Cardiac Chamber Hypertrophy: A Scientific Statement From the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society: *Endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology*. *Circulation*. 17 de marzo de;119(10). <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.191097>

40. Morris JJ, Estes EH, Whalen RE, Thompson HK, Mcintosh HD. P-Wave Analysis in Valvular Heart Disease. *Circulation*, febrero de 1964;29(2):242-52. <https://doi.org/10.1161/01.cir.29.2.242>
41. Bayes de Luna A. *Electrocardiografía clínica*. 7a ed. 549 p.
42. Tsao CW, Josephson ME, Hauser TH, O'Halloran TD, Agarwal A, Manning WJ, et al. Accuracy of electrocardiographic criteria for atrial enlargement: validation with cardiovascular magnetic resonance. *J Cardiovasc Magn Reson Off J Soc Cardiovasc Magn Reson*. 25 de enero de 2008;10(1):7. <https://doi.org/10.1186/1532-429x-10-7>
43. Li Y, Shah AJ, Soliman EZ. Effect of Electrocardiographic P-Wave Axis on Mortality. *Am J Cardiol*, enero de 2014;113(2):372-6. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2013.08.050>
44. Keller K, Sinning C, Schulz A, Jünger C, Schmitt VH, Hahad O, et al. Right atrium size in the general population. *Sci Rep*. 18 de noviembre de 2021;11(1):22523. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01968-y>
45. Do DH, Therrien J, Marelli A, Martucci G, Afilalo J, Sebag IA. Right Atrial Size Relates to Right Ventricular End-Diastolic Pressure in an Adult Population with Congenital Heart Disease: Right Atrial Size and Right Ventricular Diastolic Filling. *Echocardiography*, enero de 2011;28(1):109-16. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8175.2010.01277.x>
46. Cioffi G, Desimone G, Mureddu G, Tarantini L, Stefenelli C. Right atrial size and function in patients with pulmonary hypertension associated with disorders of respiratory system or hypoxemia. *Eur J Echocardiogr*, octubre de 2007;8(5):322-31. <https://doi.org/10.1016/j.euje.2006.06.006>
47. Gosselink ATM, Crijns HJGM, Hamer HPM, Hillege H, Lie KI. Changes in left and right atrial size after cardioversion of atrial fibrillation: Role of mitral valve disease. *J Am Coll Cardiol*, noviembre de 1993;22(6):1666-72. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(93\)90593-p](https://doi.org/10.1016/0735-1097(93)90593-p)
48. Reeves WC, Hallahan W, Schwiter EJ, Ciotola TJ, Buonocore E, Davidson W. Two-dimensional echocardiographic assessment of electrocardiographic criteria for right atrial enlargement. *Circulation*, agosto de 1981;64(2):387-91. <https://doi.org/10.1161/01.cir.64.2.387>