

# Precisión diagnóstica de los criterios electrocardiográficos de hipertrofia ventricular izquierda con los hallazgos ecocardiográficos

## Diagnostic accuracy of electrocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy compared with echocardiographic findings

Manuel F. Cáceres-Acosta<sup>1</sup>, Orlando Castaño-Cifuentes<sup>2</sup>, Laura Duque-González<sup>1</sup>,  
Elsa M. Vásquez-Trespalcios<sup>3</sup>, Néstor R. Duarte-Suárez<sup>1,4</sup> y Mauricio Duque-Ramírez<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Cardiología, Universidad CES, Medellín; <sup>2</sup>Departamento de Cardiología, Universidad CES, Cali; <sup>3</sup>Servicio de Epidemiología, Universidad CES, Medellín; <sup>4</sup>Servicio de Electrocardiografía, Universidad CES, Medellín; <sup>5</sup>Departamento de Cardiología y Electrofisiología, Universidad CES, Medellín. Colombia

### Resumen

**Introducción:** El electrocardiograma (ECG) es una herramienta útil inicial para la detección de hipertrofia ventricular izquierda a pesar de su baja sensibilidad. Sin embargo, no hay datos en la población colombiana del comportamiento de los diferentes criterios electrocardiográficos. **Materiales y método:** Se realizó un estudio transversal en dos centros especializados en cardiología de Medellín desde el año 2011, en donde se analizaron ECG de 51 pacientes participantes del estudio que cumplieran los criterios de inclusión. Se calcularon seis criterios, incluyendo el de Peguero-Lo Presti, mientras que la hipertrofia ventricular izquierda se definió con base en la ecocardiografía transtorácica bidimensional y modo M. **Resultados:** Se analizaron 18 pacientes con criterios electrocardiográficos de hipertrofia ventricular izquierda, confirmada mediante ecocardiografía, los cuales se compararon con 33 controles. La hipertrofia ventricular izquierda se encontró con mayor frecuencia a mayor edad, y en presencia de hipertensión arterial (HTA) y enfermedad renal crónica. Se hicieron curvas ROC determinando que el mejor criterio para el diagnóstico electrocardiográfico de hipertrofia ventricular izquierda identificado por ecocardiografía es el de Peguero-Lo Presti (ROC: 0.81). Las especificidades de todos los criterios fueron 81-93%, sin diferencias significativas entre ellos. **Conclusión:** El criterio electrocardiográfico con mejor rendimiento diagnóstico para identificar hipertrofia ventricular izquierda diagnosticada mediante ecocardiografía es el de Peguero-Lo Presti, respecto a los criterios tradicionales conocidos en la población evaluada.

**Palabras clave:** Hipertrofia ventricular izquierda. Electrocardiografía. Ecocardiografía. Diagnóstico.

### Abstract

**Introduction:** The electrocardiogram (ECG) is a useful initial tool for the detection of left ventricular hypertrophy (LVH) despite its low sensitivity. However, there are no data in Colombian population on the behavior of the different electrocardiographic criteria. **Materials and method:** A cross-sectional study was carried out in two specialized cardiology centers in Medellín since 2011, where ECGs of 51 patients who met the inclusion criteria were analyzed. Six criteria were calculated, including the Peguero-Lo Presti, while LVH was defined based on two-dimensional transthoracic echocardiography and M mode.

**\*Correspondencia:**

Mauricio Duque Ramírez  
E-mail: mauricioduquemd@gmail.com

Fecha de recepción: 19-05-2021  
Fecha de aceptación: 19-04-2023  
DOI: 10.24875/RCCAR.21000067

Disponible en internet: 06-09-2023  
Rev Colomb Cardiol. 2023;30(4):132-138  
www.rccardiologia.com

0120-5633 / © 2023 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Results:** 18 patients with electrocardiographic criteria of LVH and confirmed with echocardiography were analyzed and were compared with 33 controls. LVH was found more frequently in older age, arterial hypertension (HTN) and chronic kidney disease. ROC curves were made determining that the best criteria for the electrocardiographic diagnosis of LVH identified by echocardiography is the Peguero-Lo Presti criteria (ROC: 0.81). The specificities of all the criteria were 81-93%, with no significant differences between them. **Conclusion:** The electrocardiographic criteria with the best diagnostic performance to identify LVH diagnosed by echocardiography is the Peguero-Lo Presti criteria, compared to the traditional criteria used in the evaluated population.

**Keywords:** Left ventricular hypertrophy. Electrocardiography. Echocardiography. Diagnosis.

## Introducción

La hipertrofia ventricular izquierda es considerada un marcador de daño cardíaco subclínico y representa un factor de riesgo independiente de complicaciones cardiovasculares en la población general<sup>1,2</sup>. Diferentes estudios han mostrado que la hipertrofia ventricular izquierda predice fuertemente infarto de miocardio y accidente cerebrovascular y es un marcador de mortalidad cardiovascular en la población general y con hipertensión arterial<sup>3-5</sup>. Esta entidad se presenta principalmente en respuesta a sobrecargas de presión y volumen, que puede ser dado por hipertensión arterial, valvulopatías o falla cardíaca<sup>6</sup>.

La prevalencia global varía de un área a otra en pacientes hipertensos; por ejemplo, en China, con edad media de 58.6 años, la prevalencia fue de 42.7%<sup>7</sup>; en España con edad media de 64 años, diferentes estudios reportan del 10 al 20%<sup>8-11</sup>; en Grecia con edad media de 61.9 años, fue de 33.0%<sup>12</sup>; en Nigeria con edad media de 59 años, fue de 20.79%<sup>13</sup> y en Boyacá (Colombia) con edad media de 67.5 años, fue de 17.9%, con rangos entre localidades que oscilaban entre 4.9 y 52.7%<sup>2</sup>.

El ECG es un método accesible y económico para el diagnóstico de hipertrofia ventricular izquierda. En los últimos setenta años se han realizado numerosos trabajos con el fin de formular criterios electrocardiográficos para poder hacer un diagnóstico más preciso de hipertrofia ventricular izquierda, sin encontrar alguno que sobrepase una sensibilidad del 65%<sup>14</sup>. En 2017, se publicó el criterio de Peguero-Lo Presti, el cual demostró una mejor sensibilidad en la población en la que fue estudiado<sup>15</sup>. Por otra parte, una herramienta útil para confirmar el diagnóstico electrocardiográfico de hipertrofia ventricular izquierda es el ecocardiograma transtorácico en modo M y bidimensional (2D), el cual tiene una sensibilidad del 93% y una especificidad del 95%<sup>3</sup>. El objetivo del presente estudio es determinar la precisión diagnóstica de la hipertrofia ventricular izquierda a través de electrocardiografía.

## Materiales y método

Se realizó un estudio observacional de corte transversal con un enfoque analítico, cuyo fundamento básico fue evaluar la precisión diagnóstica de los diferentes criterios electrocardiográficos de hipertrofia ventricular izquierda comparado con la prueba de referencia, que es el ecocardiograma transtorácico modo M y 2D.

La población del estudio estuvo constituida por el registro de pacientes adultos que consultaron a centros especializados en cardiología de la ciudad de Medellín con diagnóstico electrocardiográfico de hipertrofia ventricular izquierda y tuvieran un ecocardiograma transtorácico en modo M y 2D a partir del año 2011, incluyendo la población comparador o sana. El diseño muestral se realizó tomando como referencia los estudios de Peguero-Lo Presti et al.<sup>15</sup> y Cabezas et al.<sup>16</sup>, que reportaron sensibilidades del 70 y el 22%, respectivamente; así mismo, se tomó un nivel de confianza del 95% y una potencia del 80% con una relación enfermos/sanos de 1, obteniendo una muestra de 40 pacientes con corrección de Yates (20 sanos y 20 con hipertrofia ventricular izquierda).

El objetivo primario fue determinar la capacidad predictiva de los criterios electrocardiográficos de hipertrofia ventricular izquierda comparado con la prueba de referencia. Los objetivos secundarios fueron la caracterización de la población y las sensibilidades y especificidades de los diferentes criterios electrocardiográficos comparados con la prueba de referencia.

Se incluyeron pacientes con diagnóstico electrocardiográfico de hipertrofia ventricular izquierda definida por alguno de los criterios siguientes: Sokolow-Lyon, Sokolow modificado, Cornell, Nuevos Criterios, Romhilt Estes o Peguero-Lo Presti y que contaran con ecocardiografía en donde se tuvieran las mediciones 2D o modo M del ventrículo izquierdo con sus respectivas medidas indexadas, y como grupo comparador pacientes con ECG normal y ecocardiografía con las respectivas mediciones 2D

o modo M del ventrículo izquierdo. Se excluyeron pacientes con datos insuficientes, bloqueo de rama del haz de His, miocardiopatía hipertrófica, preexcitación ventricular y calidad inadecuada del ECG o ecocardiograma.

Se recolectó información de la historia clínica realizada en el servicio de CES Cardiología y Clínica CES de los pacientes que cumplieron los criterios de inclusión a partir del año 2011 y se almacenaron los datos en una hoja de cálculo de Excel diseñada por los investigadores para posteriormente exportar al programa estadístico.

La definición de hipertrofia ventricular izquierda se hizo con base en los diferentes criterios establecidos en la literatura tanto en electrocardiografía de 12 derivaciones<sup>6,14,15</sup>, como en ecocardiografía transtorácica en modo M y 2D según la Sociedad Americana del Corazón y la Sociedad Europea de Imagen Cardiovascular. La masa ventricular fue calculada con la fórmula de Devereux: masa ventricular izquierda =  $0.80 \times \{1.04 \times [(\text{diámetro interno} + \text{espesor de la pared septal} + \text{espesor de la pared posterior})^3 - (\text{diámetro interno})^3]\} + 0.6 \text{ g}$ . La masa del ventrículo izquierdo fue indexada según la superficie corporal. Se definió hipertrofia ventricular izquierda como un índice de masa ventricular izquierda  $> 115 \text{ g/m}^2$  en hombres y  $> 95 \text{ g/m}^2$  en mujeres<sup>17</sup> (Tabla 1).

En cuanto al análisis estadístico, los datos electrocardiográficos, ecocardiográficos y clínicos basales fueron obtenidos por dos revisores independientes ciegos. Las variables continuas que se ajustaron a la distribución normal se informaron como media  $\pm$  desviación estándar; de lo contrario, fueron reportados como mediana y rango intercuartílico (25 a 75%). Las variables categóricas se informaron como frecuencias y porcentajes. Se consideró un valor de  $p < 0.05$  estadísticamente significativo. El análisis AUC fue el método estadístico utilizado para estimar el rendimiento diagnóstico del ECG comparado con la prueba de referencia. Todo el análisis fue realizado en el programa SPSS versión 25.

## Resultados

Durante el período de investigación se encontraron 18 pacientes con criterios electrocardiográficos de hipertrofia ventricular izquierda, confirmados mediante ecocardiografía, y se compararon los diferentes criterios diagnósticos de hipertrofia ventricular izquierda con 33 controles; en la tabla 2 se presentan las características basales de los pacientes. Se encontró que los pacientes con hipertrofia ventricular izquierda son

de mayor edad y presentan mayor frecuencia de HTA y enfermedad renal crónica. La diferencia encontrada en las valvulopatías se debe a que la hipertrofia ventricular izquierda es secundaria a la enfermedad valvular.

En este estudio se encontró una sensibilidad general del 94% con un valor predictivo positivo (VPP) del 65% y una especificidad del 72% con un valor predictivo negativo (VPN) de 96%; sin embargo, la prevalencia de hipertrofia ventricular izquierda confirmada por ecocardiografía fue solo del 35%.

La mejor sensibilidad para el diagnóstico de hipertrofia ventricular izquierda por electrocardiografía la presentó el criterio de Peguero-Lo Presti, que fue del 77%, seguida del criterio de Romhilt-Estes con una sensibilidad del 55%. En cuanto a especificidad, la mejor fue evidenciada con el criterio de Cornell con 93%, seguida del criterio de Sokolow modificado, con una especificidad del 90%, y finalmente del de Peguero-Lo Presti, que fue del 84%; en la tabla 3 se presentan otros rendimientos diagnósticos encontrados.

Se calcularon curvas ROC y se determinó que el mejor criterio para el diagnóstico electrocardiográfico de hipertrofia ventricular izquierda identificado por ecocardiografía es el de Peguero-Lo Presti (ROC: 0.81) seguido del de Romhilt-Estes (ROC: 0.68) (Fig. 1 y tabla 4).

## Discusión

El ECG se ha utilizado a lo largo de los años como herramienta fundamental en la evaluación de los pacientes en el servicio de urgencias, hospitalización o consulta externa. Esta herramienta útil permite una aproximación en el diagnóstico de hipertrofia ventricular izquierda en el primer nivel de atención. Para el médico es importante conocer los criterios electrocardiográficos de hipertrofia ventricular izquierda con el fin de lograr una aproximación en la atención del paciente, principalmente en aquel que tiene factores de riesgo cardiovascular, debido a que la prevalencia de enfermedad cardiovascular es mayor en quienes padecen hipertrofia ventricular izquierda<sup>4</sup>, aún más en pacientes de mayor edad y con inadecuado control de cifras tensionales que puede aumentar hasta el 24%<sup>9</sup>. En este estudio, se evidenciaron similares características, pero también se encontró que la población con enfermedad renal crónica tiene mayor frecuencia de hipertrofia ventricular izquierda. Uno de los estudios que analizó este hallazgo fue el PREVEND, el cual, mediante el criterio electrocardiográfico de Cornell, encontró que los

**Tabla 1.** Criterios electrocardiográficos de hipertrofia ventricular izquierda

Sokolow-Lyon	S en V1 + R en V5 o V6: > 35 mm
Sokolow Modificado	S en V2 + R en V6: > 45 mm
Cornell	R en aVL+S en V3: > 20 mm en mujeres; < 28 mm en hombres
<b>Nuevos criterios para hipertrofia ventricular izquierda</b>	
<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
< 40 años: R en aVL + S en V3 > 22 mm; T en V1 ≥ 0 mm	< 40 años: R en aVL + S en V3 > 12 mm; T en V1 ≥ 0 mm
> 40 años: R en aVL + S en V3 > 22 mm; T en V1 ≥ 2 mm	> 40 años: R en aVL + S en V3 > 12 mm; T en V1 ≥ 2 mm
<b>Romhilt-Estes (5-13 puntos)</b>	
<b>Criterio</b>	<b>Puntaje</b>
Amplitud: cualesquiera de los siguientes:	3
– Onda R o S en cualesquiera de las derivaciones del plano frontal ≥ 20 mm	
– Onda S en V1 o V2 ≥ 30 mm	
– Onda R en V5 o V6 ≥ 30 mm	
Cambios en el segmento ST opuestos al eje (patrón típico de sobrecarga ventricular):	
– Sin digoxina	3
– Con digoxina	1
Compromiso auricular izquierdo:	3
– Fuerza terminal de la onda P en V1 > 40 mm/ms	
Desviación del eje hacia la izquierda ≥ –30°	2
Duración del complejo QRS ≥ 90 ms	1
Deflexión intrínsecoide en V5 y V6 ≥ 50 ms	1
<b>4 puntos: hipertrofia ventricular izquierda probable; 5 puntos: hipertrofia ventricular izquierda definitiva</b>	
Peguero-Lo Presti	SD* + SV4 ≥ 2.3 mV en mujeres; ≥ 2.8 mV en hombres. En los casos en los cuales la SD se encuentra en la derivación V4, se duplica la amplitud de la onda S para obtener el valor de SD + SV4.

\*SD: S más profunda de cualquier derivación precordial.  
Adaptada de Uribe AW, 2014<sup>4</sup> y Peguero et al., 2017<sup>5</sup>.

clasificados con tasa de filtración glomerular de < 60 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> tienen mayor prevalencia de hipertrofia ventricular izquierda, la cual oscila alrededor del 5.3%<sup>18</sup>. Por tal motivo, el hallazgo electrocardiográfico de hipertrofia ventricular izquierda debe hacer sospechar un daño de órgano blanco subclínico, el cual requiere optimización del control de los factores de riesgo cardiovascular<sup>19,20</sup>, además de estudio ecocardiográfico transtorácico o por resonancia magnética cardíaca<sup>21</sup>.

En este estudio se comparan diferentes criterios electrocardiográficos para la identificación de

hipertrofia ventricular izquierda, con el diagnóstico ecocardiográfico de hipertrofia ventricular izquierda. De acuerdo con lo reportado en la literatura, nuestro estudio muestra resultados similares, pues se hallaron sensibilidades entre 20-60% y especificidades > 90%<sup>6,14-16</sup>. La mayoría de criterios tradicionales se han enfatizado en la medición de la amplitud más alta de la onda R en varias derivaciones, motivo por el cual se añadió el criterio de Peguero-Lo Presti en la evaluación, que incluye la medición de la onda S en las derivaciones precordiales, permite detectar de manera temprana los cambios de hipertrofia ventricular izquierda leve

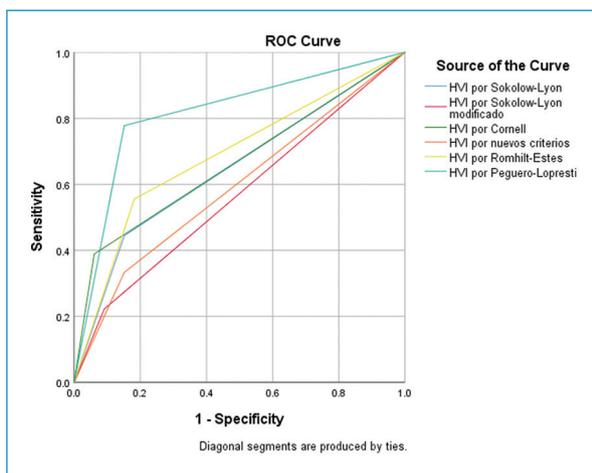
**Tabla 2.** Características generales de la población

Variable	Presencia de hipertrofia ventricular izquierda (n = 18)	Ausencia de hipertrofia ventricular izquierda (n = 33)	Valor de p
Edad – años	65 ± 15	53 ± 19	0.04
Sexo masculino	13 (72.2)	15 (45.5)	0.06
Etnia – Afrocolombiana	2 (11.1)	1 (3.0)	0.24
Enfermedad coronaria	3 (16.7)	3 (9.1)	0.42
Hipertensión arterial	13 (72.2)	13 (39.4)	0.02
Diabetes <i>mellitus</i>	3 (16.7)	1 (3.0)	0.08
Sobrepeso	3 (16.7)	11 (33.3)	0.20
Obesidad	1 (5.6)	4 (12.1)	0.45
Dislipidemia	4 (22.2)	4 (12.1)	0.34
Tabaquismo pesado	2 (11.1)	1 (3.0)	0.24
Enfermedad renal crónica	5 (27.8)	0	0.01
Valvulopatía mitral o aórtica grave*	2 (11.8)	0	0.04
Índice de masa ventricular izquierda – g/m <sup>2</sup>	143 ± 28	77 ± 14	0.00
Frecuencia cardiaca – LPM	77 ± 11	75 ± 10	0.43
Presión arterial > 140/90 mmHg	10 (55.5)	4 (12.1)	0.06

Los valores son media ± desviación estándar o n (%)

\*Insuficiencia mitral primaria, estenosis aórtica.

LPM: latidos por minuto.



**Figura 1.** Área bajo la curva para criterios diagnósticos por electrocardiografía de hipertrofia ventricular izquierda.

a moderada y mejorar la sensibilidad electrocardiográfica<sup>15</sup>. Cabe resaltar que se aplicó el anterior criterio en nuestro estudio, y se encontró un rendimiento similar,

con una sensibilidad del 77% y una especificidad del 84%, con un mayor VPN de 87%; es decir, es altamente probable que el paciente no tenga hipertrofia ventricular izquierda con un resultado negativo del criterio electrocardiográfico.

También es conocido que la geometría del ventrículo izquierdo se relaciona con el rendimiento de cada uno de los criterios; la hipertrofia excéntrica disminuye la precisión del ECG<sup>22</sup>, como lo han demostrado estudios previos en los que la sensibilidad del criterio de Cornell fue menor en ese grupo de pacientes<sup>14,23,24</sup>. En nuestro estudio, la sensibilidad fue menor en los criterios de Sokolow-Lyon modificado y nuevos criterios (Tabla 4).

En el estudio VIIDA<sup>25</sup>, se encontró que la prevalencia de hipertrofia ventricular izquierda suele ser mayor en mujeres por el criterio de Cornell, mientras que en los hombres lo suele ser por el de Sokolow-Lyon. A diferencia de nuestro estudio, mostró mayor frecuencia de hipertrofia ventricular izquierda por Sokolow-Lyon y Peguero-Lo Presti en las mujeres, y en hombres mayor frecuencia con Peguero-Lo Presti.

**Tabla 3.** Rendimiento diagnóstico de criterios electrocardiográficos para hipertrofia ventricular izquierda

Criterio	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	Valor predictivo positivo (%)	Valor predictivo negativo (%)
Hipertrofia ventricular izquierda por Sokolow-Lyon	44	84	61	73
Hipertrofia ventricular izquierda por Sokolow modificado	22	90	57	68
Hipertrofia ventricular izquierda por Cornell	38	93	77	73
Hipertrofia ventricular izquierda por nuevos criterios	33	84	54	70
Hipertrofia ventricular izquierda por Romhilt-Estes	55	81	62	77
hipertrofia ventricular izquierda por Peguero-Lo Presti	77	84	73	87

**Tabla 4.** Área bajo la curva para criterios diagnósticos por electrocardiografía de hipertrofia ventricular izquierda

Criterios	Área bajo la curva (AUC)
Hipertrofia ventricular izquierda por Sokolow-Lyon	0.64
Hipertrofia ventricular izquierda por Sokolow modificado	0.56
Hipertrofia ventricular izquierda por Cornell	0.66
Hipertrofia ventricular izquierda por nuevos criterios	0.59
Hipertrofia ventricular izquierda por Romhilt-Estes	0.68
Hipertrofia ventricular izquierda por Peguero-Lo Presti	0.81

De acuerdo con lo encontrado en nuestro estudio, creemos que la aplicación de los criterios de Peguero-Lo Presti permite identificar de manera temprana los pacientes con hipertrofia ventricular izquierda subclínica que requiere imagen para su confirmación. Este hallazgo ayudará al nivel de atención primaria para enfatizar en el control de comorbilidades y factores de riesgo cardiovascular, evaluar la estructuralidad cardíaca de manera oportuna y así impactar en la disminución de complicaciones cardiovasculares<sup>1,2</sup>.

### Limitaciones

El estudio tiene un diseño retrospectivo de dos centros y un tamaño de muestra relativamente pequeño; probablemente, esto se debe a que es un centro especializado en Cardiología que tiene mayor

control de los factores de riesgo cardiovascular. A pesar de la muestra relativamente pequeña, en los diferentes estudios de electrocardiografía e hipertrofia ventricular izquierda realizados, las metodologías son similares a las del presente estudio<sup>15,26</sup>. Otra limitación es que la estimación de la masa ventricular izquierda se realizó mediante ecocardiografía bidimensional, pese a que informes recientes demuestran superioridad de la imagen por resonancia magnética cardíaca<sup>21</sup>.

### Conclusión

El ECG sigue siendo una herramienta fundamental y útil en la evaluación de los pacientes con factores de riesgo cardiovascular. El criterio electrocardiográfico con mejor rendimiento diagnóstico para identificar hipertrofia ventricular izquierda diagnosticada mediante ecocardiografía es el de Peguero-Lo Presti, respecto a los criterios tradicionales conocidos en la población evaluada.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al servicio de cardiología no invasiva de CES Cardiología y Clínica CES por el apoyo en la realización de este proyecto.

### Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores han obtenido la aprobación del Comité de Ética para el análisis y publicación de datos clínicos obtenidos de forma rutinaria. El consentimiento informado de los pacientes no fue requerido por tratarse de un estudio observacional retrospectivo.

## Bibliografía

- Kannel WB. Left ventricular hypertrophy by electrocardiogram: prevalence, incidence, and mortality in the Framingham Study. *Ann Intern Med.* 1969;71(1):89.
- Manrique FG, Ospina JM, Herrera-Amaya GM. Prevalencia de hipertrofia ventricular izquierda en pacientes hipertensos. *Acta Med Colomb.* 2014;39:244-9.
- Koren MJ. Relation of left ventricular mass and geometry to morbidity and mortality in uncomplicated essential hypertension. *Ann Intern Med.* 1991;114(5):345-52.
- Levy D, Garrison RJ, Savage DD, Kannel WB, Castelli WP. Prognostic implications of echocardiographically determined left ventricular mass in the Framingham Heart Study. *New Eng J Med.* 1990;322(22):1561-6.
- Liao Y, Cooper RS, McGee DL, Mensah GA, Ghali JK. The relative effects of left ventricular hypertrophy, coronary artery disease and ventricular dysfunction on survival among black adults. *JAMA.* 1995;273:1592-7.
- Uribe AW. Hipertrofias y dilataciones cardíacas: sensibilidad y especificidad de los hallazgos electrocardiográficos. En: Uribe AW (ed.). *Electrocardiografía Clínica. De lo básico a lo complejo.* 1a. ed. Distribuna; 2014. p. 143-54.
- Wang S, Xue H, Zou Y, Sun K, Fu C, Wang H, et al. Prevalence and risk factors for left ventricular hypertrophy and left ventricular geometric abnormality in the patients with hypertension among Han Chinese. *Chin Med J.* 2012;125(1):21-6.
- De la Sierra A, Segura J, Banegas JR, Gorostidi M, de la Cruz JJ, Armario P, et al. Clinical features of 8295 patients with resistant hypertension classified on the basis of ambulatory blood pressure monitoring. *Hypertension.* 2011;57(5):898-902.
- Lozano JV, Redón J, Cea-Calvo L, Fernández-Pérez C, Navarro J, Bonet A, et al. Hipertrofia ventricular izquierda en la población hipertensa española. Estudio ERIC-HTA. *Rev Esp Cardiol.* 2006;59(2):136-42.
- Luque M, Galgo A, Abad E, Egocheaga I, de la Cruz JJ, Cea-Calvo L, et al. Hipertrofia ventricular izquierda por electrocardiograma o ecocardiograma y complicaciones cardiovasculares en hipertensos tratados de la Comunidad Autónoma de Madrid. Estudio MAVI-HTA. *Hipertensión y Riesgo Vascular.* 2008;25(3):99-107.
- Tovillas FJ, Dalfó A, Romea S, Sisó A, Senar E, Miracle M. Morbilidad cardiovascular y su relación con la hipertrofia ventricular izquierda de una cohorte de pacientes hipertensos: estudio Gòtic. *Atención Primaria.* 2001;28(5):315-9.
- Papazafiroplou A, Skliros E, Sotiropoulos A, Papafragos C, Gikas A, Apostolou O, et al. Prevalence of target organ damage in hypertensive subjects attending primary care: C.V.P.C. study (epidemiological cardio-vascular study in primary care). *BMC Family Practice.* 2011;12(75).
- Salako BL, Ogah OS, Adebisi AA, Oladapo OO, Aje A, Adebayo AK, et al. Blood pressure control and left ventricular hypertrophy in hypertensive Nigerians. *Ann Afr Med.* 2009;8(3):156-62.
- Levy D, Labib SB, Anderson KM, Christiansen JC, Kannel WB, Castelli WP. Determinants of sensitivity and specificity of electrocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy. *Circulation.* 1990;81(3):815-20.
- Peguero JG, Lo Presti S, Perez J, Issa O, Brenes JC, Tolentino A. Electrocardiographic criteria for the diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Journal of the American College of Cardiology.* 2017;69(13):1694-703.
- 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 Padiol. *Rev Esp Cardiol.* 1997;50(1):31-5.
- Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afkalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015;28(1):1-39.e14.
- Smilde T, Asselbergs F, Hillege H, Voors A, Kors J, Gansevoort R, et al. Mild renal dysfunction is associated with electrocardiographic left ventricular hypertrophy. *Am J Hypertens.* 2005;18(3):342-7.
- Colombia, Ministerio de Salud y Protección Social, Guía de Práctica Clínica para el manejo de la hipertensión arterial primaria (HTA). 2ª. edición. Guía No 18. El Ministerio; 2017. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RI/DE/CA/gpc-profesionales-hipertension-arterial-primaria.pdf>
- Moya L, Moreno J, Lombo M, Guerrero C, Aristizábal D, Vera A, et al. Consenso de expertos sobre el manejo clínico de la hipertensión arterial en Colombia. Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía. *Rev Colomb Cardiol.* 2018;25:4-26.
- Bacharova L, Ugander M. Left ventricular hypertrophy: the relationship between the electrocardiogram and cardiovascular magnetic resonance imaging. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2014;19:524-33.
- Tomita S, Ueno H, Takata M, Yasumoto K, Tomoda F, Inoue H. Relationship between electrocardiographic voltage and geometric patterns of left ventricular hypertrophy in patients with essential hypertension. *Hypertens Res.* 1998;21:259-66.
- Verdecchia P, Schillaci G, Borgioni C, Ciucci R, Gattobigio R, Zampi I, et al. Prognostic value of a new electrocardiographic method for diagnosis of left ventricular hypertrophy in essential hypertension. *J Am Coll Cardiol.* 1998;31:383-90.
- Oikonomou E, Theofilis P, Mpahara A, Lazaros G, Niarcho P, Vogiatzi G, et al. Diagnostic performance of electrocardiographic criteria in echocardiographic diagnosis of different patterns of left ventricular hypertrophy. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2019;25(3).
- González-Juanatey JR, Cea-Calvo L, Bertomeu V, Aznar J. Criterios electrocardiográficos de hipertrofia ventricular izquierda y perfil de riesgo cardiovascular en hipertensos. Estudio VIIDA. *Rev Esp Cardiol.* 2007;60(2):148-56.
- Maunganidze F, Woodiwiss AJ, Libhaber CD, Maseko MJ, Majane OH, Norton GR. Left ventricular hypertrophy detection from simple clinical measures combined with electrocardiographic criteria in a group of African ancestry. *Clin Res Cardiol.* 2014;103:921-9.