

Título

Desempeño diagnóstico de criterios electrocardiográficos para hipertrofia ventricular izquierda en pacientes hipertensos: un análisis comparativo frente a la ecocardiografía.

Título corto

Criterios electrocardiográficos para hipertrofia ventricular izquierda en pacientes hipertensos

Title

Diagnostic performance of electrocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy in hypertensive patients: a comparative analysis against echocardiography.

Short Title

Electrocardiographic criteria for Left Ventricular Hypertrophy in Hypertensive Patients.

Categoría del trabajo: Investigación original en el área de Cardiología.

Número de palabras: 3945 palabras.

Figuras y tablas: 2 figuras y 4 tablas.

Autores:

Brayan Paúl Carrión Ruiz, Freddy Ramón Pow Chon Long Morán, Omar Eduardo Medina Campozano.

Afiliación:

Servicio de Cardiología, Hospital de Especialidades Alfredo Paulson, Guayaquil, Ecuador.

Correspondencia:

Guayaquil, Ecuador. Cdla la Fae. Avenida Cosme Renella, Sgto Dumont. Mz 3 V 1.

bpcarrion96@hotmail.com

Código Postal: 090112.

Resumen

Introducción: La hipertrofia ventricular izquierda (HVI) es una complicación de la hipertensión arterial asociada a mayor riesgo cardiovascular. **Objetivo:** Determinar la prevalencia de HVI mediante distintos criterios electrocardiográficos y evaluar su rendimiento diagnóstico en pacientes hipertensos ambulatorios. **Materiales y métodos:** Estudio observacional, analítico y transversal en 246 pacientes adultos con hipertensión arterial atendidos en consulta externa durante 2024. Se analizaron los criterios de Sokolow–Lyon, Cornell, Peguero Lo-Presti y Romhilt–Estes. La HVI se definió mediante ecocardiografía utilizando el índice de masa ventricular izquierda como estándar de referencia. Se calcularon sensibilidad, especificidad, valores predictivos, exactitud, área bajo la curva (AUC) y valores de p, además de análisis estratificados según variables clínicas. **Resultados:** La prevalencia de HVI por ecocardiografía fue del 39 %, mientras que por ECG osciló entre 13,4 % y 19,9 %. El criterio de Romhilt–Estes mostró el mejor desempeño, con sensibilidad del 42 %, especificidad del 94 % y AUC de 0,687. Los demás criterios presentaron sensibilidades entre 21 % y 35 % y AUC inferiores (0,569–0,634). Todos mostraron asociación significativa con HVI ($p \leq 0,003$). El rendimiento diagnóstico varió según sexo, índice de masa corporal y control tensional. **Conclusiones:** El ECG presenta baja sensibilidad pero alta especificidad para la detección de HVI, con capacidad discriminativa limitada. El criterio de Romhilt–Estes mostró el mejor rendimiento global. El ECG es útil en la estratificación inicial del riesgo, pero no sustituye a la ecocardiografía.

Palabras clave: *Hipertensión arterial; hipertrofia ventricular izquierda; electrocardiograma; rendimiento diagnóstico.*

ABSTRACT

Introduction: Left ventricular hypertrophy (LVH) is a complication of hypertension associated with increased cardiovascular risk. **Objective:** To determine the prevalence of LVH using different electrocardiographic criteria and evaluate their diagnostic performance in outpatient hypertensive patients. **Materials and Methods:** An observational, analytical, cross-sectional study was conducted in 246 adult patients with arterial hypertension attending outpatient care in 2024. The electrocardiographic criteria analyzed included Sokolow–Lyon, Cornell, Peguero Lo-Presti, and Romhilt–Estes. LVH was defined by echocardiography using the left ventricular mass index as the reference standard. Sensitivity, specificity, predictive values, accuracy, area under the curve (AUC), and p-values were calculated, along with stratified analyses according to clinical variables. **Results:** The prevalence of LVH by echocardiography was 39%,

while ECG-based prevalence ranged from 13.4% to 19.9%. The Romhilt–Estes criterion showed the best performance, with a sensitivity of 42%, specificity of 94%, and an AUC of 0.687. The remaining criteria demonstrated lower sensitivities (21%–35%) and inferior AUC values (0.569–0.634). All criteria showed a significant association with LVH ($p \leq 0.003$). Diagnostic performance varied according to sex, body mass index, and blood pressure control. **Conclusions:** ECG shows low sensitivity but high specificity for detecting LVH, with limited discriminative ability. The Romhilt–Estes criterion demonstrated the best overall performance. ECG is useful for initial risk stratification but does not replace echocardiography.

Keywords: Hypertension; left ventricular hypertrophy; electrocardiography; diagnostic performance.

INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial es un importante problema de salud pública mundial, asociado a alta morbilidad y mortalidad cardiovascular y a un control aún insuficiente (1,2). Entre sus principales complicaciones destaca la hipertrofia ventricular izquierda (HVI), una adaptación estructural del corazón vinculada a mayor riesgo de insuficiencia cardíaca, arritmias y muerte súbita (3–5).

El diagnóstico de la HVI es clave para la estratificación del riesgo. Aunque la ecocardiografía es el método de referencia, su disponibilidad puede ser limitada, lo que resalta la importancia del electrocardiograma (ECG) como herramienta accesible (6,7). Sin embargo, el ECG presenta baja sensibilidad, lo que ha impulsado el desarrollo de diversos criterios diagnósticos como Sokolow–Lyon, Cornell, Peguero Lo-Presti y Romhilt–Estes (8–13).

El rendimiento de estos criterios es variable y depende de factores clínicos como sexo, edad, índice de masa corporal y control de la presión arterial (14–16). En América Latina, especialmente en países como Ecuador, existe escasa evidencia sobre su utilidad diagnóstica, considerando además factores locales como condiciones socioeconómicas y geográficas (17,18).

Por ello, es necesario generar evidencia contextualizada que permita optimizar el uso del ECG en la detección de HVI. En este contexto, el presente estudio busca determinar la prevalencia de HVI mediante distintos criterios electrocardiográficos y evaluar su rendimiento diagnóstico en pacientes hipertensos, así como analizar la influencia de variables clínicas en su desempeño.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio observacional, analítico y de corte transversal, orientado a evaluar el rendimiento diagnóstico de diferentes criterios electrocardiográficos para la detección de hipertrofia ventricular izquierda en pacientes con hipertensión arterial. La investigación se desarrolló en el área de consulta externa de la Clínica Hospital Municipal Julia Esther González Delgado durante el periodo comprendido entre enero y diciembre de 2024.

La población de estudio estuvo constituida por pacientes adultos con diagnóstico previo de hipertensión arterial, definido según criterios clínicos establecidos, que acudieron a control ambulatorio durante el periodo de estudio. Se incluyeron individuos de ambos sexos, mayores de 18 años, con registro simultáneo de electrocardiograma y ecocardiograma en su evaluación clínica. Se excluyeron aquellos pacientes con antecedentes de cardiopatías estructurales no relacionadas con la hipertensión arterial, trastornos de conducción intraventricular significativos, marcapasos implantado o registros electrocardiográficos incompletos o de calidad insuficiente para su análisis.

La selección de la muestra se realizó mediante un muestreo no probabilístico de tipo consecutivo, incluyendo a todos los pacientes que cumplieron con los criterios de elegibilidad durante el periodo de estudio, alcanzando un total de 246 participantes. La información fue obtenida a partir de historias clínicas y registros institucionales, garantizando la confidencialidad de los datos mediante la anonimización de las variables identificadoras.

Las variables clínicas incluyeron edad, sexo, índice de masa corporal, tiempo de evolución de la hipertensión arterial —expresado como mediana y rango—, cifras de presión arterial sistólica y diastólica al momento de la evaluación, número de fármacos antihipertensivos en uso y estado de control tensional. La hipertensión arterial no controlada se definió de acuerdo con valores de presión arterial superiores a los objetivos terapéuticos establecidos en las guías clínicas vigentes.

El estudio electrocardiográfico se realizó utilizando registros estándar de 12 derivaciones. La evaluación de hipertrofia ventricular izquierda se efectuó mediante la aplicación de los criterios de Sokolow–Lyon, Cornell, Peguero Lo-Presti y el sistema de puntuación de Romhilt–Estes, considerando los puntos de corte validados para cada uno de ellos. Para fines analíticos, los criterios fueron categorizados en variables dicotómicas (presencia o ausencia de hipertrofia), de acuerdo con los umbrales establecidos en la literatura.

El ecocardiograma transtorácico fue considerado el estándar de referencia para el diagnóstico de hipertrofia ventricular izquierda. La masa ventricular izquierda fue calculada mediante fórmulas validadas y posteriormente indexada a la superficie corporal. La presencia de hipertrofia se definió según puntos de corte específicos ajustados por sexo, de acuerdo con recomendaciones internacionales.

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante software especializado. Las variables cuantitativas se describieron utilizando medidas de tendencia central y dispersión, empleando media y desviación estándar o mediana y rango, según la distribución de los datos. Las variables cualitativas se expresaron en frecuencias absolutas y relativas. El rendimiento diagnóstico de cada criterio electrocardiográfico se evaluó mediante el cálculo de sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo, así como la exactitud global.

Adicionalmente, se analizó la capacidad discriminativa de los criterios mediante curvas ROC, estimando el área bajo la curva (AUC) con sus respectivos intervalos de confianza al 95 %. La asociación entre los criterios electrocardiográficos y la hipertrofia ventricular izquierda definida por ecocardiografía se evaluó mediante la prueba de chi-cuadrado, considerando un valor de $p < 0,05$ como estadísticamente significativo. Se realizaron análisis estratificados en función de variables clínicas relevantes, incluyendo sexo, índice de masa corporal y control de la presión arterial, con el objetivo de explorar posibles variaciones en el rendimiento diagnóstico.

El estudio se desarrolló conforme a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki. La información fue manejada de manera confidencial y exclusivamente con fines académicos, sin comprometer la identidad de los participantes.

RESULTADOS

La población de estudio estuvo constituida por 246 pacientes con diagnóstico de hipertensión arterial, con una edad media de $56,7 \pm 13,2$ años, predominando el grupo de adultos de mediana edad. La distribución por sexo fue relativamente equilibrada, con ligero predominio del sexo masculino. El índice de masa corporal evidenció una alta proporción de pacientes con sobrepeso y obesidad, reflejando el perfil metabólico característico de esta población. El tiempo de evolución de la hipertensión arterial presentó una mediana de 6 años (rango: 1–24), lo que indica una cohorte con enfermedad crónica establecida. En relación con el tratamiento, la mayoría de los pacientes se encontraba bajo terapia antihipertensiva, con variabilidad en el número de fármacos utilizados. Las cifras de presión arterial mostraron dispersión clínica

relevante, evidenciando la coexistencia de pacientes con adecuado control tensional y otros con hipertensión no controlada (Tabla 1).

Tabla 1. Características de los pacientes con hipertensión arterial que acuden a consulta externa del Hospital clínica Municipal Julia Esther González Delgado en 2024.

Característica	Estadística
Edad	
Media	56,7
DE	13,
Sexo	
Masculino. Nro (%)	133 (54,1 %)
Femenino. Nro (%)	113 (45,9 %)
Años de diagnóstico	
Media	7.78 (1 – 24)
Mediana	6
Media de número de antihipertensivos	1
Presión arterial sistólica	
Media	137
DE	20.58
Rango	103 - 188
Presión arterial diastólica	
Media	77.7
DE	13.38
Rango	48 - 110

Fuente: Base de datos de HCMJEGD.

Elaboración: Brayan Carrión Ruiz

La prevalencia de hipertrofia ventricular izquierda determinada por ecocardiografía fue del 39 %, lo que pone de manifiesto una elevada carga de daño estructural en esta población hipertensa. En contraste, la detección mediante criterios electrocardiográficos fue consistentemente menor, con una prevalencia que osciló entre el 13,4 % y el 19,9 %. El criterio de Romhilt–Estes identificó la mayor proporción de casos, seguido por Cornell, Peguero Lo-Presti y Sokolow–Lyon, evidenciando una subestimación sistemática de la HVI cuando se emplea el electrocardiograma como herramienta diagnóstica aislada (Tabla 2).

Tabla 3. Detección de HVI por Criterio Electrocardiográfico.

Criterio	Hipertrofia ventricular izquierda positivo		Hipertrofia ventricular izquierda negativo	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Sokolow Lyon	33	13,41 %	213	86,59 %
Cornell	47	19,11 %	199	80,89 %
Peguero Lopresti	41	16,67 %	205	83,33 %
Romhilt estes	49	19,92 %	197	80,08 %

Fuente: Base de datos de HCMJEGD.

Elaboración: Brayan Carrión Ruiz

El análisis del rendimiento diagnóstico confirmó el patrón característico del electrocardiograma en este contexto clínico. Todos los criterios evaluados presentaron sensibilidades bajas, comprendidas entre el 21 % y el 42 %, en contraste con especificidades elevadas, superiores al 90 %. El sistema de Romhilt–Estes mostró el mejor desempeño global, con una sensibilidad del 42 % y una especificidad del 94 %, acompañado de la mayor exactitud diagnóstica. El criterio de Cornell evidenció un rendimiento intermedio, mientras que Peguero Lo-Presti y Sokolow–Lyon mostraron menor capacidad de detección, siendo este último el de menor sensibilidad (Tabla 3).

Tabla 3. Rendimiento diagnóstico de los criterios electrocardiográficos para la detección de HVI

Criterio	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	VPP (%)	VPN (%)	Exactitud (%)
Sokolow–Lyon	21	92	63	64	64
Cornell	35	91	72	68	69
Peguero Lo-Presti	28	90	65	66	66
Romhilt–Estes	42	94	83	72	74

Fuente: Base de datos de HCMJEGD.

Elaboración: Brayan Carrión Ruiz

La evaluación de la capacidad discriminativa mediante curvas ROC evidenció un rendimiento global bajo a moderado para todos los criterios electrocardiográficos. El área bajo la curva fue mayor para Romhilt–Estes (AUC = 0,687; IC 95%: 0,61–0,75),

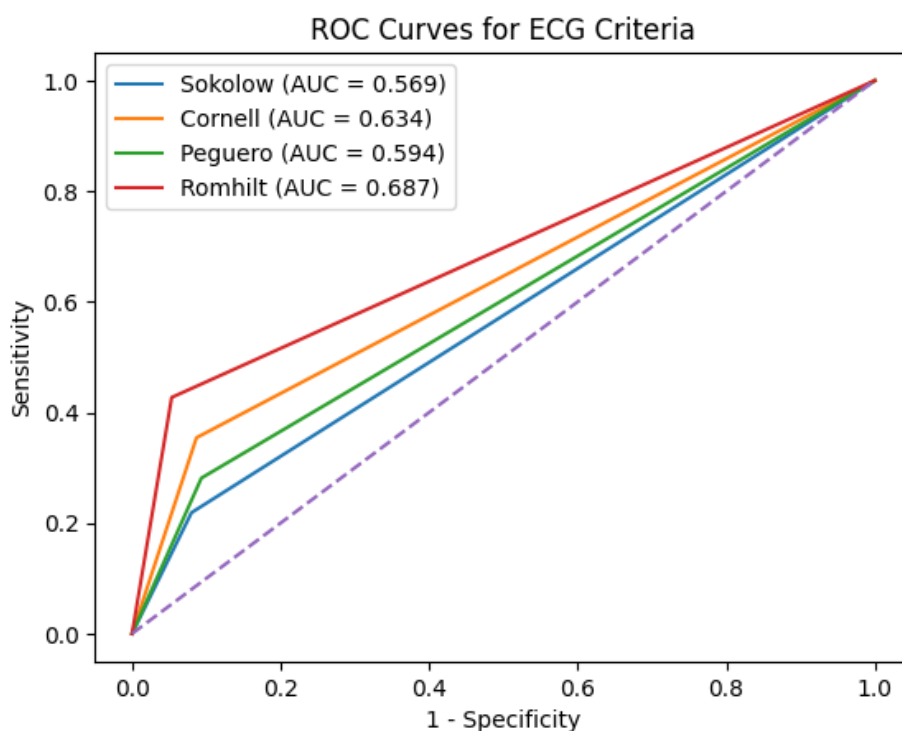
seguido por Cornell (AUC = 0,634; IC 95%: 0,56–0,70), Peguero Lo-Presti (AUC = 0,594; IC 95%: 0,52–0,66) y Sokolow–Lyon (AUC = 0,569; IC 95%: 0,49–0,64). Ninguno de los criterios alcanzó niveles considerados óptimos de discriminación, lo que refuerza sus limitaciones como herramientas diagnósticas independientes (Tabla 4, Figura 1).

Tabla 4. Capacidad discriminativa de los criterios electrocardiográficos (curvas ROC).

Criterio	AUC	IC 95%	Valor de p
Sokolow–Lyon	0,569	0,49 – 0,64	0,003
Cornell	0,634	0,56 – 0,70	<0,001
Peguero Lo-Presti	0,594	0,52 – 0,66	<0,001
Romhilt–Estes	0,687	0,61 – 0,75	<0,001

Fuente: Base de datos de HCMJEGD.

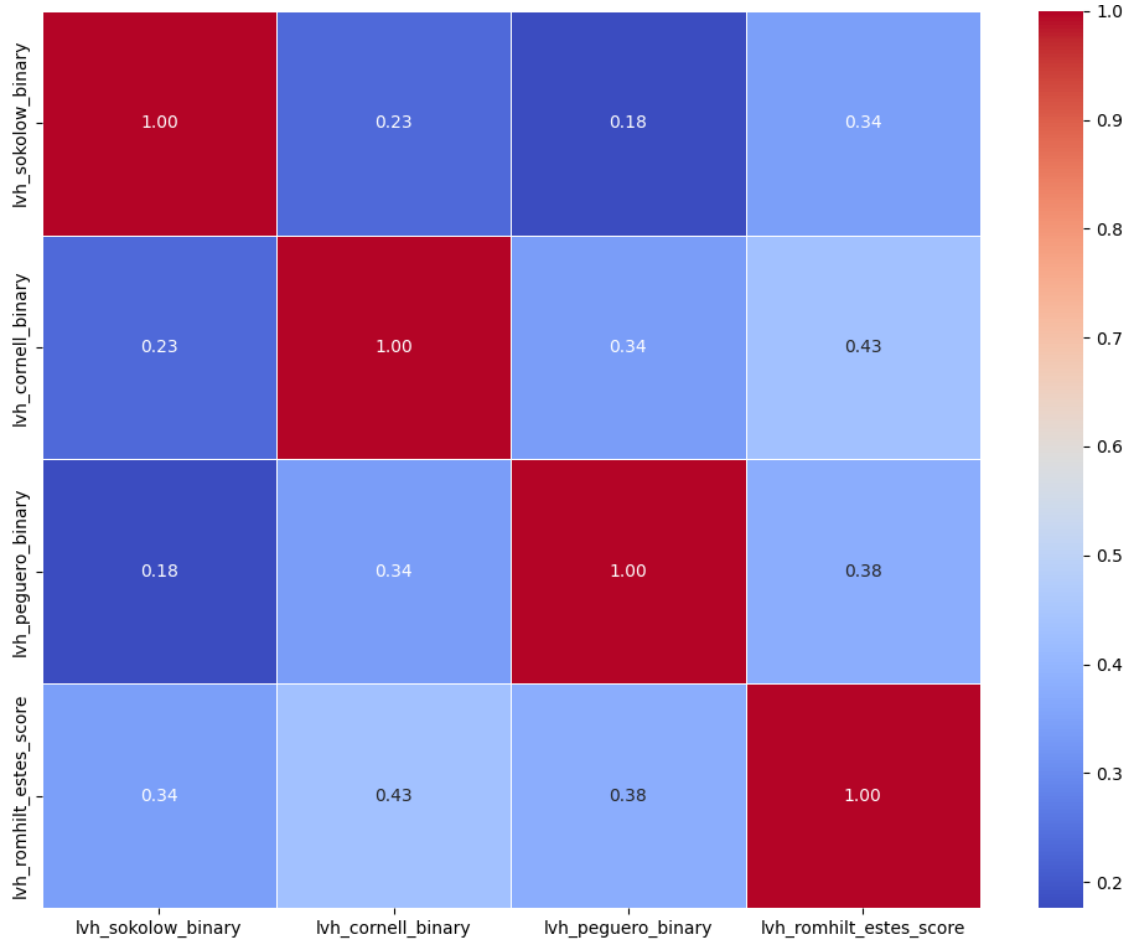
Elaboración: Brayan Carrión Ruiz



A pesar de ello, todos los criterios electrocardiográficos mostraron una asociación estadísticamente significativa con la presencia de hipertrofia ventricular izquierda definida por ecocardiografía. Esta asociación fue más robusta en los criterios de

Romhilt–Estes y Cornell ($p < 0,001$ en ambos casos), seguida por Peguero Lo-Presti ($p < 0,001$) y Sokolow–Lyon ($p = 0,003$), lo que indica que, aunque con limitada sensibilidad, los hallazgos electrocardiográficos positivos reflejan la presencia de remodelado estructural miocárdico.

Gráfico 2. Matriz de correlación (Heatmap) de HVI por Criterio Electrocardiográfico.



Fuente: Base de datos de HCMJEGD. **Método Utilizado:** Coeficiente Kappa (κ) de Cohen

El análisis estratificado permitió identificar variaciones clínicamente relevantes en el rendimiento diagnóstico. En relación con el sexo, se observó una tendencia a mayor sensibilidad en hombres, particularmente para los criterios de Cornell y Sokolow–Lyon, mientras que la especificidad se mantuvo elevada en ambos sexos. El sistema de

Romhilt–Estes mostró un comportamiento más homogéneo, con estabilidad en su desempeño entre hombres y mujeres.

En función del índice de masa corporal, la sensibilidad de los criterios electrocardiográficos fue menor en pacientes con peso normal, incrementándose progresivamente en aquellos con sobrepeso y obesidad. Este patrón fue más evidente en los criterios de Cornell y Romhilt–Estes, sugiriendo una mayor expresión eléctrica del remodelado ventricular en presencia de alteraciones metabólicas.

El control de la presión arterial también influyó de manera significativa en el rendimiento diagnóstico. En pacientes con hipertensión no controlada, la sensibilidad aumentó de forma consistente en todos los criterios, alcanzando su mayor expresión en el sistema de Romhilt–Estes. En contraste, en aquellos con cifras tensionales controladas, la sensibilidad fue menor, aunque con especificidad aún más elevada.

Finalmente, se observó que un mayor tiempo de evolución de la hipertensión arterial y el uso de múltiples fármacos antihipertensivos se asociaron con una mayor probabilidad de detección electrocardiográfica de hipertrofia ventricular izquierda, lo que sugiere que la expresión eléctrica del remodelado ventricular se hace más evidente en estadios avanzados de la enfermedad.

DISCUSIÓN

Los hallazgos del presente estudio confirman que la hipertrofia ventricular izquierda continúa siendo una manifestación altamente prevalente de daño de órgano diana en pacientes con hipertensión arterial, incluso en contextos ambulatorios. La prevalencia del 39 % observada mediante ecocardiografía se sitúa dentro del rango descrito en la literatura internacional, donde se reportan valores entre el 30 % y el 50 % en poblaciones hipertensas no seleccionadas, lo que subraya la magnitud del remodelado estructural cardíaco en este grupo de pacientes (1,2).

En contraste, la detección de hipertrofia ventricular izquierda mediante electrocardiograma fue consistentemente inferior, independientemente del criterio utilizado. Esta discrepancia entre métodos diagnósticos refleja una limitación bien documentada del ECG, cuya baja sensibilidad ha sido ampliamente descrita en estudios clásicos y contemporáneos (3,4). Sin embargo, la elevada especificidad observada en todos los criterios evaluados reafirma su valor como herramienta de confirmación, particularmente en escenarios clínicos donde el acceso a métodos de imagen es limitado (5).

Uno de los aspectos más relevantes de este estudio es la evaluación de la capacidad discriminativa mediante curvas ROC, que evidenció un rendimiento global bajo a

moderado para todos los criterios electrocardiográficos. El criterio de Romhilt–Estes mostró el mejor desempeño, con un AUC de 0,687, lo que sugiere una capacidad discriminativa superior en comparación con los demás criterios, aunque aún insuficiente para su uso como herramienta diagnóstica aislada. Este hallazgo es consistente con estudios previos que han señalado que los sistemas de puntuación que integran múltiples variables electrocardiográficas tienden a superar a aquellos basados exclusivamente en voltaje (6,7).

El criterio de Cornell, que también mostró un desempeño relativamente favorable, ha sido señalado en diversos estudios como uno de los más robustos, especialmente en poblaciones con mayor índice de masa corporal (8). En este sentido, la mejora en la sensibilidad observada en pacientes con sobrepeso y obesidad podría explicarse por una mayor expresión eléctrica del remodelado ventricular en presencia de alteraciones metabólicas, así como por cambios en la conducción eléctrica relacionados con la composición corporal (9).

Por otro lado, el criterio de Sokolow–Lyon evidenció el rendimiento más limitado, lo cual coincide con múltiples reportes que han cuestionado su utilidad en poblaciones contemporáneas (10). Este criterio, desarrollado en un contexto histórico diferente, parece ser particularmente susceptible a factores como la obesidad, que pueden atenuar los voltajes precordiales y reducir su capacidad diagnóstica (11). De manera similar, aunque el criterio de Peguero Lo-Presti fue propuesto como una alternativa más sensible, en esta cohorte su desempeño fue inferior al esperado, lo que sugiere que su aplicabilidad podría depender de características específicas de la población estudiada (12).

Un hallazgo de particular interés es la influencia de variables clínicas sobre el rendimiento diagnóstico de los criterios electrocardiográficos. La mayor sensibilidad observada en pacientes con hipertensión no controlada y con mayor tiempo de evolución de la enfermedad sugiere que la expresión electrocardiográfica de la hipertrofia ventricular izquierda está estrechamente relacionada con la carga hemodinámica acumulada (13). Este fenómeno puede interpretarse como una manifestación tardía del remodelado cardíaco, en la cual las alteraciones eléctricas se vuelven más evidentes a medida que progresa el daño estructural.

En función del índice de masa corporal, la mayor sensibilidad observada en pacientes con sobrepeso y obesidad, particularmente para los criterios de Cornell y Romhilt–Estes, constituye un hallazgo de interés. Aunque clásicamente se ha planteado que el tejido adiposo podría atenuar los voltajes electrocardiográficos, este comportamiento podría interpretarse en el contexto de la denominada *paradoja de la obesidad*. Este

fenómeno sugiere que los pacientes con mayor índice de masa corporal pueden presentar una expresión clínica distinta del daño cardiovascular, posiblemente asociada a un remodelado ventricular más pronunciado o avanzado (14,15). En este sentido, la mayor sensibilidad del electrocardiograma en este subgrupo podría reflejar una expresión eléctrica más evidente de la hipertrofia ventricular izquierda, vinculada a una mayor carga hemodinámica y a cambios estructurales más marcados.

Asimismo, las diferencias observadas según sexo e índice de masa corporal refuerzan la idea de que la interpretación del electrocardiograma debe realizarse en un contexto clínico individualizado (16). La menor sensibilidad en mujeres y en pacientes con peso normal podría estar relacionada con diferencias en la geometría ventricular, la distribución del tejido adiposo y la transmisión de los potenciales eléctricos hacia la superficie corporal.

Desde una perspectiva clínica, los resultados de este estudio tienen implicaciones relevantes. Si bien el electrocardiograma no puede sustituir a la ecocardiografía para el diagnóstico de hipertrofia ventricular izquierda, su elevada especificidad lo posiciona como una herramienta útil en la estratificación inicial del riesgo cardiovascular (17). En particular, la presencia de criterios electrocardiográficos positivos podría identificar a pacientes con mayor probabilidad de daño estructural, priorizando su evaluación mediante métodos de imagen.

No obstante, estos hallazgos deben interpretarse a la luz de ciertas limitaciones. El diseño transversal del estudio impide establecer relaciones causales o evaluar la progresión temporal del remodelado ventricular. Asimismo, el uso de un muestreo no probabilístico podría limitar la generalización de los resultados (18).

En términos de proyección futura, sería deseable el desarrollo de modelos diagnósticos integrados y estudios longitudinales que permitan mejorar la detección precoz de hipertrofia ventricular izquierda y su impacto clínico.

CONCLUSIONES

La hipertrofia ventricular izquierda es altamente prevalente en pacientes hipertensos y representa un marcador relevante de daño de órgano diana. Los criterios electrocardiográficos evaluados presentan baja sensibilidad y alta especificidad, lo que limita su utilidad como herramientas diagnósticas aisladas.

El criterio de Romhilt–Estes mostró el mejor rendimiento global; sin embargo, ninguno alcanzó una capacidad discriminativa óptima. El electrocardiograma conserva utilidad en la estratificación inicial del riesgo, pero no sustituye a la ecocardiografía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 World Health Organization. Hypertension fact sheet. Geneva: World Health Organization; 2023.
- 2 NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in hypertension prevalence and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1,201 population-representative studies with 104 million participants. *Lancet*. 2021;398(10304):957-80.
- 3 Palmieri V, Dahlöf B, DeQuattro V, et al. Reliability of echocardiographic assessment of left ventricular structure and function: the PRESERVE study. Prospective Randomized Study Evaluating Regression of Ventricular Enlargement. *J Am Coll Cardiol* 1999;34: 1625–32
- 4 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.
- 5 Mahn JJ, Dubey E, Brody A, et al. Test characteristics of electrocardiography for detection of left ventricular hypertrophy in asymptomatic emergency department patients with hypertension. *Acad Emerg Med* 2014;21:996–1002.
- 6 Devereux RB, et al. Electrocardiographic detection of left ventricular hypertrophy. *Circulation*. 1984;69(4):802-10.
- 7 Narayanan K, Reinier K, Teodorescu C, et al. Electrocardiographic versus echocardiographic left ventricular hypertrophy and sudden cardiac arrest in the community. *Heart Rhythm* 2014;11: 1040–6.
- 8 Barrios Alonso X, et al. Diagnóstico de la hipertrofia ventricular izquierda por electrocardiografía: utilidad de los nuevos criterios. *Rev Costarric Cardiol*. 2004;6(3).

- 9 Hancock E.W., Deal B.J., Mirvis D.M., Okin P., Kligfield P. and Gettes L.S.: 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. *J Am Coll Cardiol* 2009; 53: 992.
- 10 Díez J. Mechanisms of cardiac fibrosis in hypertension. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2007;9(7):546-50.
- 11 Lorell BH, Carabello BA. Left ventricular hypertrophy: pathogenesis, detection, and prognosis. *Circulation*. 2000;102(4):470-9.
- 12 Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, Casey DE Jr, Collins KJ, Dennison Himmelfarb C, et al. 2022 AHA/ACC Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults. *Hypertension*. 2022;79(6):e1-e24.
- 13 Cuspidi C, Sala C, Negri F, Mancia G, Morganti A; Italian Society of Hypertension. Prevalence of left-ventricular hypertrophy in hypertension: an updated review of echocardiographic studies. *J Hum Hypertens*. 2012 Jun;26(6):343-9.
- 14 Wang SX, Xue H, Zou YB, Sun K, Fu CY, Wang H, Hui RT. Prevalence and risk factors for left ventricular hypertrophy and left ventricular geometric abnormality in the patients with hypertension among Han Chinese. *Chin Med J (Engl)*. 2012 Jan;125(1):21-6. PMID: 22340460.
- 15 Mancia G, Kreutz R, Brunström M, Burnier M, Grassi G, Januszewicz A, et al. 2023 ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *J Hypertens*. 2023;41(12):1874-2071.
- 16 Bacharova L, Ugander M. Left ventricular hypertrophy: The relationship between the electrocardiogram and cardiovascular magnetic resonance imaging. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2014 Nov;19(6):524-33.

- 17 Casale PN, Devereux RB, Alonso DR, Campo E, Kligfield P. Improved sex-specific criteria of left ventricular hypertrophy for clinical and computer interpretation of electrocardiograms: validation with autopsy findings. *Circulation*. 1987 Mar;75(3):565-72.
- 18 Surawicz B, Childers R, Deal BJ, Gettes LS, Bailey JJ, Gorgels A, Hancock EW, Josephson M, Kligfield P, Kors JA, Macfarlane P, Mason JW, Mirvis DM, Okin P, Pahlm O, Rautaharju PM, van Herpen G, Wagner GS, Wellens H; American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; American College of Cardiology Foundation; Heart Rhythm Society. AHA/ACCF/HRS recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram: part III: intraventricular conduction disturbances: 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. *J Am Coll Cardiol*. 2009 Mar 17;53(11):976-81.
- 19 Sokolow M, Lyon TP. The ventricular complex in left ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads. *Am Heart J*. 1949 Feb;37(2):161-86.
- 20 Romhilt DW, Estes EH Jr. A point-score system for the ECG diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Am Heart J*. 1968 Jun;75(6):752-8.