

EL ECG EM LAS HIPERTROFIAS VENTRICULARES

CRITERIOS E ÍNDICES ELETROCARDIOGRÁFICOS DIAGNÓSTICOS DE LAS SOBRECARGAS VENTRICULARES

ADAIL PAIXÃO-ALMEIDA, FESC, TESBC/BR - Departamento de Cardiología de UNIMEC-Vitória da Conquista/Bahia/ Brasil – Grupo de Investigaciones Clínicas LABOCORD/UNIMEC – Bahia/Brasil –Head of both

Hipertrofia o Sobrecargas ventriculares (SV):

- 1. Hipertrofia o Sobrecarga Ventricular Izquierda (SVE)**
- 2. Hipertrofia o Sobrecarga Ventricular Derecha (SVD)**
- 3. Hipertrofia o Sobrecarga Biventricular (SBV)**

Introducción: Los fenómenos eléctricos registrados en condiciones fisiológicas en el electrocardiograma (ECG) común de 12 derivaciones se manifiestan en las oscilaciones de base llamadas ondas e identificadas por las letras: P, QRS, T y U. Estas ondas expresan el voltaje (1mm vertical = 0,1 mV) y la velocidad/duración de la conducción (1 mm horizontal = 40 ms) a través de las vías específicas y de la masa muscular del corazón durante la excitación y recuperación en el reposo(1). También sufren modulaciones y alteraciones por las siguientes condiciones(2):

Edad: Del recién nacido al adulto joven el padrón del ECG es bastante variable, habiendo un poco de uniformidad en la edad adulta por más que hayan muchas diferencias en la banda de variación de los valores determinados para los voltajes y duraciones de las ondas electrocardiográficas. Son más reconocidos los criterios de voltaje en adultos mayores de 35 años, admitiéndose una pequeña disminución del QRS en la edad avanzada (6% por década de vida).

Género: La mujeres tienen la amplitud del QRS ligeramente menos que la del hombre, aunque en ellas la onda S en la derivación V3 es bastante útil para el diagnóstico del crecimiento ventricular izquierdo.

Raza: los afrodescendientes presentan voltajes de QRS más elevados que las demás razas con implicaciones en el uso de criterios y algoritmos para el diagnóstico de las sobrecargas, hipertrofias y dilataciones ventriculares. Hay que tener en cuenta que el ECG de hipertensos negros y atletas comparten aspectos que demandan un cuidado especial en su interpretación.

Masa Corporal: La ecocardiografía demuestra que la obesidad se relaciona con la mayor masa ventricular izquierda, sin embargo, ni siempre se refleja en el electrocardiograma en razón del aislamiento eléctrico y el aumento de la distancia de los electrodos la corazón causado por la masa adiposa torácica. El uso del ECG(3) para el diagnóstico del crecimiento, hipertrofia y dilatación de las cámaras ventriculares – en la literatura sajona estas alteraciones son agrupadas bajo la designación de “hipertrofia” diferente del término aplicado en la literatura latinoamericana que lo define como “sobrecarga” que es usado como título en este capítulo –

está muy bien establecido con la baja sensibilidad compensada por la alta especificación, facilidad de ejecución y el bajo coste con la universalización del método.

1. Hipertrofia o Sobrecarga Ventricular Izquierda (HVE O SVE)

Las variadas condiciones patológicas o fisiológicas del sistema cardiovascular pueden exigir al ventrículo izquierdo un desempeño con un gasto energético mayor que lo habitual con respuestas compensatorias múltiples que pueden producir hipertrofia, dilatación y crecimiento global o sectorial de aquella cámara(4). Entre éstas se destacan: Hipertensión arterial, lesiones valvulares adquiridas, post-infarto del miocardio, lesiones valvulares, miocardiopatías, ejercicio extenuante y cardiopatías congénitas.(5) La detección e identificación correcta de estas alteraciones en el ECG se revisten de fundamental importancia, pues constituyen importantes factores de riesgo para eventos vasculares fatales y no fatales agregadas en el valor del seguimiento, pues la posibilidad de reversión terapéutica implican en la disminución de los riesgos de dichos eventos. Por muchas décadas el ECG reinó soberanamente contribuyendo como la herramienta de mayor valor para el diagnóstico de la sobrecarga ventricular(6). Otros métodos más reciente con una mejor perfección pero con un coste mayor tiene una alta relevancia como en el caso de la ecocardiografía (ECO) largamente usada y aquél que sería el padrón de oro que es la Resonancia Magnética (RNM), aún considerado de coste prohibitivo(7). La expresión electrocardiográfica de la sobrecarga ventricular izquierda es vista directamente en el aumento del voltaje, duración y dirección vectorial del QRS e indirectamente en modificación del voltaje, duración o inversión de P, anomalías del segmento ST y la onda T. la definición de valores, aplicación de los mismos a las varias derivaciones, elección de procesos matemáticos para cuantificar estas alteraciones y aplicarlas en el diagnóstico de la sobrecarga ventricular izquierda es un capítulo apasionante y extraordinario en la historia de la electrocardiografía con aproximadamente entre seis y siete décadas de extenuantes esfuerzos efectuadas por brillantes investigadores en el área de la electrocardiografía aliada a la clínica(8). De esta manera, son consagrados y reconocidos en la cardiología para el diagnóstico de la SVE con sus diversos índices:

1. Índices basados exclusivamente en el valor del voltaje del QRS: (Conforme al padrón universal de los trazados electrocardiográficos cada 1 milímetro (mm) = 0,1 milivolt (mv)) – Tabla 1

Índices: Lewis(9), Sokolow-Lyon(10), Cornell(11) y Gubner(12)

Tabla 1 – Índices para diagnóstico de SVE basados en el voltaje del QRS

ÍNDICES	DERIVACIONES	VALORES NORMALES	SVE
LEWIS	$(R_1 - S_1) - (R_3 - S_3)$	-17 a + 17 mm	>17 mm
SOKOLOW-LYON	SV1 + RV5 o V6	Hasta 35 mm	>35 mm
CORNELL	RaVL + SV ₃	♂ Hasta 28 mm	♀ >28 mm

		♣ Hasta 20 mm	♣ >20 mm
GUBNER	R1+S3	Hasta 24 mm	≥25 mm

1. Índices basados en voltaje y duración del QRS – Tabla 2:

Tabla 2 – Romhilt-Estes

Índice de Romhilt-Estes: Sistema de puntos y score para SVE(13;14)	
1. R o S en las derivaciones de los miembros > 20 mm S en V ₁ , V ₂ o V ₃ > 30 mm R en V ₄ , V ₅ o V ₆ > 30 mm	3 puntos
2. Segmento S-T y onda T con padrón de <i>strain</i>	
Con digital	3 puntos
Sin digital	1 punto
3. Eje SÂQRS hacia la izquierda > -30º	2 puntos
4. Duración del QRS > 0,09"	1 punto
5. SAE (S. de Morris) p invertida en V1 >0,04mm"	3 puntos
6. Deflexión intrinsecoide* en V ₅ e V ₆ > 0,05s	1 punto
INTERPRETACION	
PROBABLE SVE	4 PUNTOS
HVE	5 PUNTOS

*Ou TAV – Tiempo de Activación Ventricular – De Q hasta pico de R

Índice de Cornell – Tabla 3 -Creado por Casale et al.(15).Tomó este nombre por haberse desarrollado en la Universidad de Cornell/Ithaca, NY/USA siendo un sexo específico teniendo dos modelos: amplitud y duración del voltaje:

3. Tabla 3 – Índices de Cornell

Índices de Cornell (voltaje y duración)	SVE
RaVL + SV3	♣ >28 mm ♣ >20 mm
(RaVL + SV3) x \bar{X} QRS ms	>2400ms

Índice de Perugia(16): se realiza aplicando los Índices de Romhilt-Estes, Cornell voltaje modificado (♣ >24 mv ♣ >20 mv) y presencia de ST-T “strain”. Se considera la SVE si cubre al menos los criterios de uno de los Indices.

Importantes puntos a observar en el diagnóstico de la SVE en el análisis y laudo electrocardiográfico:

1. Padrón "Strain": Desde 1929(17) asociado a la SVE, consiste en el infra-desnivelamiento del punto J y del segmento ST, con este convexo superiormente y aspecto "down-sloping" añadido de la inversión de la onda T(18). Se admite su importante valor subsidiario diagnóstico de la SVE, pero no se debe tener coraje de usarlo si el uso en el laudo electrocardiográfico hay datos insuficientes además de que otras alteraciones miocardias sin el SVE pueden presentar este padrón(19).
2. Alteraciones atriales: Señales de crecimiento del atrial izquierdo, Bloqueo interatrial, onda P invertida en V1 (Fuerzas terminales) (20) y otras alteraciones (21) de la onda P que son asociadas comúnmente, pero ni siempre con SVE, por tanto se considera estas alteraciones como indicativas no diagnósticas.
3. Desvío del SÂQRS: El desvío del eje eléctrico para la izquierda ($\geq 30^\circ$) es asociado comúnmente a la alteración de la conducción (BDAS = Bloqueo Divisional Antero Superior), edad, fibrosis miocardia y la SVE, pudiéndose considerar como una señal accesoria de ésta última.
4. Bloqueos de Ramo:
 - ✓ No existe un consenso y los datos no son conclusivos a respecto de la seguridad diagnóstica de SVE en presencia del BCRE (Bloqueo Completo del ramo Izquierdo). Unos creen posible establecerse la SVE(22;23) mientras que otros no concuerdan (24;25). La especificidad diagnóstica es afectada en el BCRE que tiene una alta incidencia de SVE - alcanzando un 90% o más en algunas series de autopsias - por los criterios diagnósticos del BCRE, estrictos o anchos, acentuándose aún más cuando la diferenciación entre el BCRE y el DCIV (Disturbio de la Conducción Intraventricular es compleja. El diagnóstico de la SVE en el BCRE adquiere un grado mayor de seguridad cuando es acompañado de alteraciones atriales y criterios de índices de voltaje y duración del QRS(26). Se enfatiza aún que, el hecho de que el ECG en esta situación es el elemento diagnóstico en la indicación de la Terapia de Re-sincronización(27).
 - ✓ La SVE y el BCRD (Bloqueo Completo del Ramo Directo): el BCRD disminuye el voltaje negativo de S en V1, V2 y de la onda R en V5, V6. La presencia de SV1>20mm y R en V5 y V6>15 mm y SÂQRS $\geq 30^\circ$ son fuertes criterios para el SVE(13)
 - ✓ BDRASE (BLOQUEO DIVISIONAL ANTEROSUPERIOR IZQUIERDO): esta condición amplía el voltaje de R en D1 y la VL y de la S en V5 y V6 debiéndose observar otros Indices y otros criterios en el diagnóstico de la SVE(28).
5. Terminología, Laudo y otras recomendaciones(2;29):
 - ✓ Algunos términos pueden tener varias interpretaciones y tienen una precisión moderada, por esto, este Consenso recomienda un cuidadoso empleo de términos como **posible, probable, considere, sobrecarga sistólica, sobrecarga diastólica y strain**. Debe evitarse el uso de estos términos, excepto cuando su uso es justificado.
 - ✓ El diagnóstico debe ser hecho con Indices validados, sin modificaciones, especificándose el Índice usado, ajustándose los criterios a los factores que modifican el ECG y el curso de la SVE a lo largo del tiempo.

2. Hipertrofia o Sobrecarga Ventricular Derecha (HVD o SVD)

Por su conformación geométrica, posición espacial, volumen y espesor de las paredes, los fenómenos eléctricos del Ventrículo Derecho son sobre empujados en la mayoría de las derivaciones por los del Ventrículo Izquierdo. De esta forma, se necesita una considerable carga o sollicitación de esfuerzo además de lo habitual en el Ventrículo Derecho (VD) para que haya alteraciones del ECG llevándolo al diagnóstico del SVD con baja sensibilidad(2). Numerosos criterios(30) venidos del análisis de autopsia o clínicos son valiosos y cuando son analizados aisladamente o en conjunto socorren enormemente y confirman el diagnóstico de SVD. Se basan en el desvío del eje, el aumento del voltaje y la duración del QRS además de alteraciones de la onda P causadas principalmente por enfermedades pulmonares crónicas, cardiopatías congénitas, valvulopatías adquiridas, enfermedades de la circulación pulmonar y un patrón específico como sucede en el tromboembolismo pulmonar agudo donde los algoritmos o “scores” utilizan el ECG para la estratificación y el pronóstico (31;32). A continuación se presentan dos tablas – Tablas 4 y 5 de criterios para el diagnóstico del ECG en la SVD, conforme las alteraciones en derivaciones precordiales o periféricas (2).

Tabla 4 – Criterios electrocardiográficos de SVD(HVD) en las derivaciones precordiales

1. $R/S V1 > 1 - R/SV5 < 0,75 - R/S V6 < 0,4$
2. $R EN V1 > 7 \text{ mm} - RV1 + S V5;V6 > 10,5 \text{ mm}$ (SOKOLOW-LYON para SVD) – $RV1 > RV6$
3. $SV1 < 2 \text{ mm} - SV5 > 10 \text{ mm} - SV6 > 3 \text{ mm}$
4. Q inicial en V1 (Sinal de Sodi)
5. Alteraciones secundarias de onda T en V1 Y V2
6. Deflexión intrinsecoide (TAV) en V1 $> 0,035 \text{ ms}$

Tabla 5 - Criterios eletrocardiográficos de SVD en las derivaciones periféricas(32)

1. Desvío del ÂQRS hacia la derecha en el PF (además de $+110^\circ$ en el adulto)
2. Padrón SI-SII-SIII (Síndrome SI-SII-SIII)
3. Onda R de aVR mayor que 5 mm (vía de salida del VD)
4. Relación Q/R de aVR igual o menor que 1: $Q = 0 < \text{que onda R}$
5. Tromboembolismo pulmonar agudo: Presencia de S1, Q3 y T3 invertida

Algunas notas son necesarias:

1. Desvío del eje eléctrico para la Derecha y Fuerzas anteriores pro eminentes (V1,V2) en ausencia del Bloqueo del Fascículo Septal Izquierdo son criterios que deben estar presentes en casi todas las situaciones del SVD.
2. Las enfermedades pulmonares crónicas tienen un patrón peculiar de bajo voltaje en el plano frontal, eje de QRS hacia la derecha o indeterminado, así como la onda P en $\geq 60^\circ$ debido al gran volumen pulmonar y descenso del diafragma.

3. La presencia del Bloqueo del Ramo Derecho ni siempre es asociado al SVD, no anula la evaluación del SVD y muchas veces socorre en el diagnóstico.

3. Hipertrofia o Sobrecarga Biventricular (HBV o SBV)

El fenómeno electrocardiográfico de la anulación que suspende vectores opuestos, actúa cuando existe una concomitancia en el SVE y SVD con una consecuente disminución de la sensibilidad del ECG en esta situación. Habiendo una coexistencia de criterios de ambas sobrecargas el análisis y el uso cuidadoso de los varios Índices que son obligatorios en la persecución de una mejor precisión de diagnóstico (2;33). Por tanto, como ejemplo, si un ECG tiene la SVE conforme a algún Índice y presenta $RV1 > 7$ mm y $SV6 > 3$ mm el diagnóstico de SBV se impone. En esta tabla presentamos las asociaciones más comunes de índices y criterios para la SVB(35).

Tabla 6 – Criterios para diagnóstico de SBV

1. SÂQRS en el plano frontal $\geq 110^\circ$ asociado a criterios de voltaje para la SVE.
2. SVD con Q patológica en D2, D3 y la VF.
3. SVD con R V5 o V6 ≥ 25 mm
4. SVD con SV1 + R V5 o V6 ≥ 35 mm
5. SVD con deflexión intrinsecoide (TAV) ≥ 40 ms
6. SVD con QRS amplios isodifásicos de V2 a V4 ((fenómeno de Katz-Wachtel)

Reforzando:

1. La SBV debe ser admitida cuando los Índices de SVE y SVD están presentes en el mismo ECG.
2. Desvío del eje eléctrico hacia la derecha con presencia de RS con ancho voltaje en múltiples derivaciones debe ser reconocido como padrón de SBV.

Bibliografía

1. ELECTROCARDIOGRAFIA CLÍNICA Analisis Deductivo – Sodi Pallares e cols. – Ediciones del Instituto Nacional De Cardiología de México/1968
2. AHA/ACCF/HRS Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram Part V: Electrocardiogram Changes Associated With Cardiac Chamber Hypertrophy DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.191097/e252 *Circulation* March
3. Kannel WB. Prevalence and natural history of electrocardiographic left ventricular hypertrophy. *Am J Med.* 1970;72:813–22.
4. Cabrera, E. & Gaxiola, A. A critical reevaluation of systolic and diastolic overloading patterns. *Prog. Cardiovasc. Dis.*, 2:219, 1959
5. Fox E, Taylor J, Taylor H et al.: Left ventricular geometric pattern in the Jackson Cohort of the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study: Clinical correlates and influences on systolic and diastolic dysfunction. *Am Heart J* 2007;153:238-44
6. Levy D, Salomon M, D’Agostino RB, Belanger AJ, Kannel WB. Prognostic implications of baseline electrocardiographic features and their serial changes in subjects with left ventricular hypertrophy. *Circulation.* 1994; 90:1786-93.

7. Diagnostic and Prognostic Utility of ECG for Left Ventricular Hypertrophy Defined by MRI in relationship to Ethnicity: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA) *Am Heart J.* 2010 April ; 159(4): 652–658. doi:10.1016/j.ahj.2009.12.035.
8. Edhouse J, Thakur RK, Khalil JM. ABC of clinical electrocardiography. Conditions affecting the left side of the heart. *BMJ.* 2002 May 25;324(7348):1264-7. Review. PMID: 12028984.
9. Lewis T. Observations upon ventricular hypertrophy with special reference to preponderance of one or the other chamber. *Heart.* 1914;5:367–402.
10. Sokolow M, Lyon TP. The ventricular complex in left ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads. *Am Heart J* 1949;37:161-86.
11. Casale P, Devereux R, Kligfield P, et al. Electrocardiographic detection of left ventricular hypertrophy: development and prospective validation of improved criteria. *J Am Coll Cardiol* 1985; 6: 572-80.
12. Gubner RS, Ungerlied HE. Electrocardiographic criteria of left ventricular hypertrophy: factors determining the evolution of the electrocardiographic patterns in hypertrophy and bundle branch block. *Arch Intern Med* 1943; 72: 196-209
13. Romhilt DW, Estes EH. A point score system for the ECG diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Am Heart J.* 1968;75:752– 8.
14. Romhilt DW, Bove KE, Norris RJ, et al. A critical appraisal of the electrocardiographic criteria for the diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Circulation.* 1969;40:185–95.
15. Casale PN, Devereux RB, Alonso DR, et al. Improved sex-specific criteria of left ventricular hypertrophy for clinical and computer interpretation of electrocardiograms:validation with autopsy findings. *Circulation* 1987;75:565-72.
16. Schillaci G, Verdecchia P, Borgioni C, et al. Improved electrocardiographic diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Am J Cardiol* 1994;74:714-9.
17. Kaplan LG, Katz LN. The characteristic electrocardiograms in left ventricular strain with and without axis deviation. *Am J Med Sci.* 1941;201: 676–93.
18. Barnes AR, Whitten MB. Study of T-wave negativity in predominant ventricular strain. *Am Heart J.* 1929;5:14–67.
19. Okin PM, Devereux RB, Nieminen MS, et al. Electrocardiographic strain pattern and prediction of cardiovascular morbidity and mortality in hypertensive patients. *Hypertension.* 2004;44:48 – 54.
20. Spodick DH, Ariyarajah V, Goldberg R. Interatrial block: correlation with P-terminal force. *Clin Cardiol* 2009;32:181-2
21. Mehta A, Jain AC, Mehta MC, Billie M. Usefulness of left atrial abnormality for predicting left ventricular hypertrophy in the presence of left bundle branch block. *Am J Cardiol.* 2000;85:354 –9..
22. Kaplan LG, Katz LN. The characteristic electrocardiograms in left ventricular strain with and without axis deviation. *Am J Med Sci.* 1941;201: 676–93.
23. Barnes AR, Whitten MB. Study of T-wave negativity in predominant ventricular strain. *Am Heart J.* 1929;5:14–67.
24. Fragola PV, Autore C, Ruscitti G, et al. Electrocardiographic diagnosis of left ventricular hypertrophy in the presence of left bundle branch block:a wasted effort. *Int J Cardiol.* 1990;28:215–21
25. ¹ Kafka H, Burggraf GW, Milliken JA. Electrocardiographic diagnosis of left ventricular hypertrophy in the presence of left bundle branch block:an echocardiographic study. *Am J Cardiol.* 2000;55:103– 6
26. Butler PM, Leggett SI, Howe CM, et al. Identification of electrocardiographic criteria for diagnosis of right ventricular hypertrophy due to mitral stenosis. *Am J Cardiol.* 1986;57:639–43
27. True complete left bundle branch block morphology strongly predicts good response to cardiac resynchronization therapy. *Tian Y, Zhang P, Li X, Gao Y, Zhu T, Wang L, Li D, Wang J, Yuan C, Guo J. Europace.* 2013 Oct; 15(10):1499-506. Epub 2013 Mar 6.
28. Gertsch M, Theler A, Foglia E. Electrocardiographic detection of left ventricular hypertrophy in the presence of left anterior fascicular block.*Am J Cardiol.* 1988;61:1098 –101
29. Pastore CA, Pinho JA, Pinho C, Samesima N, Pereira-Filho HG, Kruse JCL, et al. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Análise e Emissão de Laudos Eletrocardiográficos. *Arq Bras Cardiol* 2016; 106(4Supl.1):1-23

30. Daniel K, Courtney D, Kline JA. Assessment of cardiac stress from massive pulmonary embolism with 12-lead ECG. Chest 2001;120:474–481
31. The Value of Electrocardiographic Abnormalities in the Prognosis of Pulmonary Embolism: A Consensus Paper -A.N.E. _ May 2015 _ Vol. 20, No. 3 _ Digby, et al. _ Pulmonary Embolism & ECG
32. I Curso Virtual Avançado de Eletrocardiograma e Vetorcardiograma Normal e Patológico na Internet Prof Maurício Rosenbaum – Riera ARP, 2012 http://fac.org.ar/externos/cursoECG_VCG.htm] - Acessp 3/07/2016
33. Nunez BD, Messerli FH, Amodeo C, et al. Biventricular hypertrophy in essential hypertension. Am Heart J. 1987;114:813– 8.
34. Chan TC, Brady WJ, Harrigan RA, Ornato JP, Rosen P. ECG in Emergency Medicine and Acute Care. Elsevier Mosby 2005