

A IMPORTÂNCIA DO ELETROCARDIOGRAMA NO DIAGNÓSTICO DA HIPERTROFIA VENTRICULAR ESQUERDA

THE IMPORTANCE OF THE ELECTROCARDIOGRAM IN DIAGNOSIS OF LEFT VENTRICULAR HYPERTROPHY

Fernando Focaccia Póvoa¹, Henrique Tria Bianco², Rui Póvoa²

RESUMO

A hipertrofia ventricular esquerda (HVE) é um importante fator de risco cardiovascular independente de outras manifestações ou comorbidades. Conseqüentemente sua detecção por métodos diagnósticos de baixo custo e fácil acesso é extremamente relevante. Em pacientes hipertensos, a HVE é uma das manifestações pré-clínicas de lesão de órgão alvo mais frequente cuja identificação leva a mudança na estratificação do risco e maior agressividade no tratamento. O eletrocardiograma (ECG) é um exame de baixo custo que embora apresente baixa sensibilidade, tem alta especificidade e reprodutibilidade, e por isso é amplamente utilizado. Devido a sua alta disponibilidade do serviço público de saúde é de extrema importância a utilização deste exame como auxílio na triagem de pacientes hipertensos para a detecção HVE. Diversos critérios eletrocardiográficos, com sensibilidade baixa e especificidade alta, podem ser utilizados para a avaliação de uma possível HVE. Existe algum tipo de variabilidade dependendo da população estudada, e o aumento da faixa etária é a que mais influencia no aumento da sensibilidade e diminuição da especificidade.

Descritores: Hipertrofia ventricular esquerda; Eletrocardiografia; Hipertensão.

ABSTRACT

Left ventricular hypertrophy (LVH) is an important cardiovascular risk factor regardless of other manifestations or comorbidities. Consequently, its detection by low-cost and easily accessible diagnostic methods is extremely relevant. In hypertensive patients, LVH is one of the most frequent preclinical manifestations of target organ damage whose identification leads to a change in risk stratification and more aggressive treatment. The electrocardiogram (ECG) is a low-cost test that, despite having low sensitivity, has high specificity and reproducibility, and therefore is widely used. Due to its high availability in the public health service, it is extremely important to use this test as an aid in the screening of hypertensive patients for LVH. Several electrocardiographic criteria, with low sensitivity and high specificity, can be used to evaluate a possible LVH. There is some type of variability depending on the population studied, and the increase in age is the one that most influences the increase in sensitivity and decrease in specificity.

Keywords: Hypertrophy, left ventricular; Electrocardiography; Hypertension.

INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial (HA) é uma condição multifatorial caracterizada pela elevação sustentada dos níveis pressóricos, associando a distúrbios metabólicos, alterações funcionais e estruturais de órgãos-alvo. As cifras pressóricas elevadas apresentam associação independente com eventos tais como: morte súbita, acidente vascular encefálico, infarto agudo do miocárdio, insuficiência cardíaca, doença arterial obstrutiva periférica e doença renal crônica.¹

A HA foi o principal contribuidor de mortes prematuras no ano de 2015, acumulando em torno de 10 milhões de mortes e aproximadamente 200 milhões de incapacidade

ajustados pelos anos de vida. Independente do avanço do tratamento e do diagnóstico nos últimos 30 anos, a incapacidade ajustada pelos anos de vida aumentou 40% desde 1990. Tanto a pressão arterial sistólica quando a diastólica são fatores de risco para o desenvolvimento da HVE. Cifras pressóricas sistólicas ≥ 140 mmHg são responsáveis pela maior parte da carga de mortalidade e incapacidade mundial, O número de mortes relacionadas a pressão arterial sistólica por ano ocupa lugar de destaque, e os principais eventos são cardiopatia isquêmica - 4,9 milhões, acidente vascular encefálico hemorrágico - 2,0 milhões e o acidente vascular encefálico isquêmico -1,5 milhão.²

1. Faculdade de Ciências Médicas de Santos. Fundação Lusíada. Santos, SP, Brasil.

2. Universidade Federal de São Paulo.- UNIFESP . São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência:

<http://dx.doi.org/10.47870/1519-7522/2022290360-4>

A hipertrofia ventricular esquerda (HVE) é uma das complicações diretas da hipertensão no coração, sendo um outro importante e independente fator de risco cardiovascular. Diversos estudos mostram uma associação muito forte entre HVE e o acidente vascular encefálico, independente dos valores da pressão arterial tanto de consultório quanto pela monitorização ambulatorial da pressão arterial.^{2,3}

A exposição prolongada à cifras pressóricas elevadas causa diversas alterações na estrutura miocárdica, endotélio coronariano e no sistema de condução cardíaco. A HA é o maior fator modificável para as doenças cardiocerebrovasculares e frequentemente coexiste com outras patologias tais como o diabetes, dislipidemia, doença renal crônica e a exposição ao tabaco.⁴

HIPERTENSÃO ARTERIAL E A HIPERTROFIA VENTRICULAR ESQUERDA

A HA atinge primeiramente o ventrículo esquerdo, induzindo o remodelamento cardíaco em três diferentes padrões geométricos: remodelamento concêntrico, hipertrofia concêntrica e hipertrofia excêntrica. O remodelamento ventricular se manifesta clinicamente como modificações do tamanho, massa, geometria e função do coração, devido a um conjunto de alterações genéticas, moleculares, neuro-humorais, celulares e intersticiais. Se em tempo hábil a causa for removível esse processo pode ser reversível. Permanecendo o estímulo agressivo por longo período, e quando a mudança da geometria cardíaca para compensar o estresse for insuficiente ou a sobrecarga ultrapassar a capacidade do coração de se hipertrofiar, surge um círculo vicioso dilatando as câmaras cardíacas, alterações na geometria, na contratilidade e no relaxamento.^{5,6}

O estiramento mecânico das fibras cardíacas ativa as cascatas de sinalização, e induz a expressão gênica de proteínas (actina e miosina por exemplo) e reorganiza os sarcômeros. Em geral, o estresse na parede do VE é reduzido com o aumento do tamanho do cardiomiócito pela adição de sarcômeros em paralelo,

no caso de sobrecarga pressórica. No entanto, caso a sobrecarga seja volumétrica a disposição dos sarcômeros será em série.⁷

A HA de longa duração forma a HVE concêntrica cujo espessamento do septo e da parede posterior se torna mais importante, sendo uma adaptação típica a um aumento da pós carga. A hipertrofia excêntrica se apresenta nas fases mais avançadas da cardiopatia hipertensiva, onde além do espessamento ocorre dilatação das paredes ventriculares, sendo um prenúncio de insuficiência cardíaca. Aproximadamente 13% dos pacientes apresentam a forma remodelação concêntrica definida pelos especialistas como uma sub forma, onde a massa ventricular está normal, apesar da parede e/ou septo estarem espessados.⁸

ELETROCARDIOGRAMA NA HIPERTROFIA VENTRICULAR ESQUERDA

A HVE pode ser diagnosticada por diversos exames de imagem, porém o eletrocardiograma (ECG) e o ecocardiograma são os procedimentos de escolha na prática clínica. O ecocardiograma é mais sensível que o ECG quanto ao diagnóstico de HVE e está indicado a sua solicitação quando o ECG levantar suspeita de HVE ou houver sinais clínicos de insuficiência cardíaca. Todos os pacientes hipertensos em sua avaliação inicial devem realizar o ECG como objetivo de estratificar o grau de lesão de órgão-alvo e diagnosticar alterações cardiovasculares que implicam no tratamento e no prognóstico. Contudo o exame padrão ouro para diagnóstico de HVE é a ressonância nuclear magnética cardíaca.^{9,10}

O ECG foi o primeiro exame utilizado para avaliar o aumento da massa cardíaca, existindo atualmente na literatura diversos critérios para seu diagnóstico, (Tabela 1) contudo, todos apresentam baixa sensibilidade (Tabela 2) compensando com uma alta especificidade. É um exame custo efetivo, não invasivo, indolor, disponível em qualquer lugar do país, fácil realização e com ideação do prognóstico bem estabelecido, como o aumento de morbidade e mortalidade cardiovascular. (Figura 1)

Tabela 1. Principais descritores de hipertrofia ventricular esquerda.

Critérios Eletrocardiográficos (ondas e derivações)	Definição
$(R_m + S_m) \times \text{duração do complexo QRS}^{14}$	Somatória da maior amplitude da onda S com a maior amplitude da onda R no plano horizontal (em mm), multiplicando-se o total pela duração do complexo QRS (em segundos). Estabelece-se o diagnóstico de HVE se o resultado for $\geq 2,8$ mm.s
Critério de Sokolow-Lyon voltagem ¹⁵	$SV_1 + RV_5$ ou $V_6 \geq 30$ mm e ≥ 35 mm
Critério de Cornell voltagem ¹⁶	$R_{aVL} + SV_3 \geq 20$ mm para mulheres e ≥ 28 mm para homens.
Critério de Cornell duração ¹⁷	$(R_{aVL} + SV_3) \cdot \text{duração do QRS}$. Para mulheres adicionar 8 mm ≥ 2440 mm.ms.
Escore de pontos de Romhilt-Estes ¹⁸	Amplitude de R ou S ≥ 30 mm no plano horizontal ou ≥ 20 mm no plano frontal, padrão strain em V5 ou V6 (se em uso de digital vale apenas um ponto) e crescimento do átrio esquerdo pelo índice de Morris – esses dados individualmente somam três pontos; eixo elétrico de ÁQRS acima de menos 30 graus soma dois pontos; duração de QRS ≥ 90 ms em V5 ou V6 ou tempo de ativação ventricular ≥ 50 ms em V5 ou V6 somam um ponto. Por esse escore, a HVE é diagnosticada quando a soma dos pontos ≥ 5
Onda R de aVL ¹⁹	R de aVL ≥ 11 mm
Escore de Perúgia ²⁰	HVE é diagnosticada pela presença de um ou mais dos seguintes achados: critério de Cornell, considerando o limite para mulheres ≥ 20 mm e para homens ≥ 24 mm, escore de Romhilt-Estes ou padrão strain
Critério de Peguero-Lo Presti ²¹	Maior S em qualquer derivação + SV4. Se o resultado for $\geq 2,8$ mV em homens e $\geq 2,3$ mV em mulheres, estabelece-se o diagnóstico de HVE
Critério de Narita ²²	Onda R de D1 + onda S de V4, se ≥ 1.6 mV em homem e ≥ 1.4 mV em mulheres.
Escore de Gubner-Ungerleider ²³	$RD_1 + SV_3 > 25$ mm
RaVL produto ²⁴	$R_{aVL} \times \text{duração QRS} \geq 1030$ mm.ms
Relação V6/V5 ²⁵	$V_6/V_5 > 1$

Rm: maior onda R, Sm: maior onda S.

Tabela 2. Sensibilidade e especificidade dos critérios eletrocardiográficos de HVE.

Crítérios Eletrocardiográficos	Sensibilidade (%)	Especificidade (%)
$(Rm + Sm)(mm) \times dQRS(s) \geq 2,8 \text{ mm.s}^{14}$	35,2	88,7
Sokolow- Lyon ¹⁵	42,5	95
Cornell Voltagem ¹⁶	42	96
Cornell Duração ¹⁷	51	95
Romhilt-Estes ¹⁸	52	97
Onda R de AVL $\geq 11 \text{ mm}^{19}$	10,6	100
Escore de Perúgia ²⁰	34	93
Crítério de Peguero - Lo Presti ²¹	57	90
Crítério de Narita ²²	21	94
Escore de Gubner-Ungerleider ²³	14	95
RaVl produto ²⁴	15	95
Relação V6/V5 ²⁵	52	92

Rm: maior onda R, Sm: maior onda S.

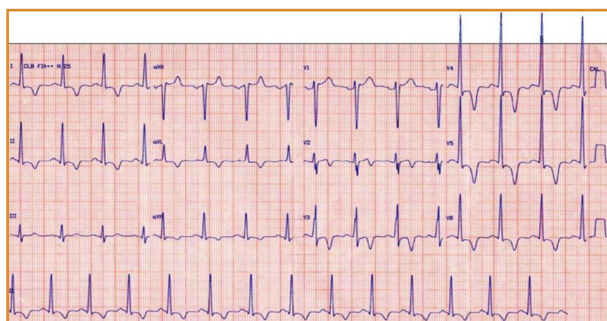


Figura 1. ECG de um paciente hipertenso com HVE pelos Critérios de Romhilt Estes.

Independente dessa baixa sensibilidade, os estudos de Framingham demonstraram que 1,5 % e 1, 7% da população apresentavam diagnóstico ou suspeita de HVE, respectivamente.¹¹⁻¹³

Além disso, a HVE, independente de outras variáveis, é um importante fator de risco cardiovascular. Originalmente, era considerado com um fator de risco “não modificável”, porém a terapia farmacológica otimizada, correção de estenoses valvares associam com a diminuição de desfechos desfavoráveis.²⁶

O *The HEART Survey Study* demonstrou a eficácia do ECG no seguimento de pacientes hipertensos. Com 711 pacientes, destes 496 com HVE, a regressão da hipertrofia analisada no ECG, com o tratamento clínico otimizado, diminuiu em 58% os eventos cardiovasculares. Ficando evidente a força do prognóstico do ECG no seguimento de pacientes em tratamento anti-hipertensivo.²⁷

A HVE detectada pelo critério de Sokolow-Lyon Voltagem, Cornell Voltagem e Cornell Produto apresenta valores similares para prever eventos cardiovasculares maiores. Na população geral com HVE pelo critério de Cornell voltagem, os pacientes apresentaram 87%, 66% e 70% de risco maior de mortalidade por todas as causas, mortalidade cardiovascular e MACE, respectivamente.²⁸

Diversos fatores constitucionais, fisiológicos e técnicos podem influenciar no diagnóstico de hipertrofias. A idade, sexo, peso, altura corporal, configuração torácica, raça e

anatomia do coração. Com o avanço da idade em ambos os sexos aumenta a prevalência de HVE e acompanha com um incremento da sensibilidade e diminuição da especificidade ao ECG, principalmente para os septuagenários.²⁹ (Figura 2)

Diversos estudos propuseram investigar o efeito do índice de massa corpórea sobre o desempenho diagnóstico dos critérios de hipertrofia ventricular. Nomsawadi et al, realizou ECG e ressonância nuclear magnética cardíaca no mesmo dia de 1.882 pacientes divididos em baixo peso, peso dentro do limite da normalidade, sobrepeso e obesos. Os resultados demonstraram uma especificidade semelhante, porém uma redução da sensibilidade nos grupos de índice de massa corpórea aumentada. Os critérios com maior sensibilidade foram Cornell produto, escore de pontos de Romhilt-Estes e o índice de Sokolow- Lyon (variação de 0,246 a 0,373). Os critérios com maior especificidade foram Cornell voltagem, Cornell produto e índice de Sokolow-Lyon (variação de 0,888 a 0,951). A explicação atribuída a baixa sensibilidade é o aumento do tecido adiposo subcutâneo que aumenta a distância dos eletrodos cutâneos do coração.³⁰

Há uma grande limitação dos critérios comumente usados para a detecção pelo ECG da HVE nos jovens e nos idosos. Com o avanço da idade nos homens, ocorre um estreitamento do QRS, uma mudança do eixo QRS para a esquerda e uma perda da amplitude da onda S em V1 e onda R em V5. Nas mulheres, apenas um deslocamento do eixo QRS para a esquerda está associado ao avanço da idade. Essas mudanças devem ser consideradas na definição de valores de referência normais específicos para a idade e o sexo. Esses achados destacam as limitações teóricas dos critérios comumente usados para o diagnóstico eletrocardiográfico de HVE. Pacientes longevos apresentam maior HVE e consequentemente aumenta a sensibilidade do diagnóstico de HVE no ECG.³¹

Em uma coorte de hipertensos foram realizados ECGs e ecocardiogramas, e separado em três grupos etários: < 60 anos, 60-79 anos e ≥ 80 anos. Com objetivo de avaliar o desempenho dos principais critérios eletrocardiográficos para HVE em indivíduos hipertensos idosos e muitos idosos, observou que nos pacientes entre 60-79 anos foram para os critérios de Narita, Perúgia, $(Rm + Sm) \times$ duração do QRS, sem diferenças estatísticas entre eles. No Grupo III (muito idosos) os critérios de Perúgia e $(Rm + Sm) \times$ duração tiveram os melhores desempenhos.³² Neste último critério foi considerado a soma da maior onda S com a maior onda R multiplicado pela duração do complexo QRS.

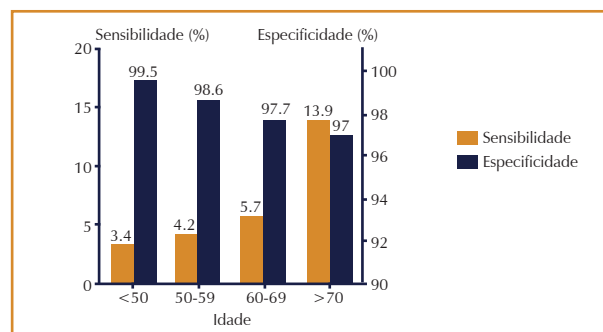


Figura 2. Gráfico de barras mostrando a sensibilidade e especificidade do ECG frente ao ECO para determinar HVE de acordo com a idade.

Um dos critérios mais utilizados na prática clínica, proposto por Sokolow-Lyon, apresenta baixa sensibilidade (em torno de 20-30%) mas excelente especificidade, definindo HVE quando $SV1 + RV5$ ou $V6 \geq 35$ mm. Em 1949, Sokolow e Lyon desenvolveram esses critérios eletrocardiográficos para HVE baseando em 147 pacientes com hipertrofia documentada em necrópsias. A pressão arterial média dos pacientes era de 197×117 mmHg, valores raramente observados na prática clínica atual. Além disso, não houve distinção entre os sexos.¹⁵

A grande novidade dos critérios de Cornell, publicado em 1987, foi a estratificação por sexo e idade que aumentou a sensibilidade para detectar HVE em mulheres. O critério de Cornell Voltagem soma-se à amplitude da onda R da derivação aVL com a onda S da derivação precordial V3. A HVE é considerada quando, nos homens, os valores forem superiores a 28mm e, nas mulheres, quando ultrapassarem 20mm.¹⁶

Através de um sistema de pontos em uma série de casos autopsiados de pacientes coronariopatas e hipertensos, Romhilt. Estes compararam com os demais critérios existentes na época e obtiveram especificidade de 97% e sensibilidade de 60%. Cada uma das seis variáveis estudadas no critério proposto são fatores de risco preditivos independentes de doenças cardiovasculares, e cada um é diferente dos demais na previsão de desfechos cardiovasculares específicos.³³

No Estudo Life, *Losartan Intervention for Endpoint Reduction*, estabeleceu quem pacientes hipertensos com HVE no

ECG, os critérios de Cornell Produto e Sokolow-Lyon previam separadamente o aumento do risco cardiovascular. Assim, em uma análise *post-hoc*, revelou que o ECG com HVE por ambos os critérios (Cornell produto e Sokolow-Lyon) associou a um risco três vezes maior de IAM, AVC, mortalidade cardiovascular e mortalidade por todas as causas. Sugerindo que a combinação entre os critérios de HVE na prática clínica é preditor de eventos cardiovasculares.³⁴

A prevalência de bloqueio completo do ramo esquerdo em pacientes hipertensos é de aproximadamente 8,3% e por interferir na avaliação dos critérios e parâmetros clássicos, as alterações pelo bloqueio de ramo esquerdo são descritas como restritivas para o diagnóstico de HVE. Burgos et al, avaliaram o impacto do bloqueio completo de ramo esquerdo no desempenho diagnóstico da HVE pelo ECG e os critérios mais utilizados para detecção da HVE pelo ECG encontraram diminuição significativa de desempenho da sensibilidade e especificidade. Nesse cenário, o critério de Sokolow-Lyon com voltagem $\geq 3,0$ mV e da onda R e na derivação RaVL apresentaram melhor comportamento.³⁵

CONCLUSÃO

Apesar da baixa sensibilidade, o ECG apresenta alta especificidade no diagnóstico da HVE, sendo uma ferramenta muito barata, disponível universalmente, de fácil interpretação, prática e reproduzível.

REFERÊNCIAS

- Lewington S, Clarke R, Qizilbash N, Peto R, Collins R; Prospective Studies Collaboration. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet*. 2002;360(9349):1903-13
- Forouzanfar MH, Liu P, Roth GA, Ng M, Biryukov S, Marczak L, et al. Global Burden of Hypertension and Systolic Blood Pressure of at Least 110 to 115 mm Hg, 1990-2015. *JAMA*. 2017;317(2):165-82.
- Nogueira JB. Regressão da hipertrofia ventricular na hipertensão arterial. diminuirá o risco cardiovascular? *Rev Port Cardiol*. 2005;24(7-8):1007-3
- Egan BM, Li J, Hutchison FN, Ferdinand KC. Hypertension in the United States, 1999 To 2012. *Circulation*. 2014;130(19):1692-99.
- Ganau A, Devereux RB, Roman MJ, Simone G, Pickering TG, Saba PS, et al. Patterns of left ventricular hypertrophy and geometric remodeling in essential hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 1992;19(7):1550-8.
- Pontes MR, Leães PE. Remodelamento ventricular: dos mecanismos moleculares e celulares ao tratamento. *Ver Soc Cardiol do Rio Grande do Sul* 2004, 13(3):1-7
- Cheng S, Xanthakis V, Sullivan LM, Lieb W, Massaro J, Aragam J, et al. Correlates of echocardiographic indices of cardiac remodeling over the adult life course: longitudinal observations from the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2010;122(6):570-8
- Rautaharju PM, Zhou SH, Calhoun HP. Ethnic differences in ECG amplitudes in North American white, black, and Hispanic men and women. Effect of obesity and age. *J Electrocardiol*. 1994;27(Suppl):20-31
- Malachias MVB, Souza WKS, Plavnik FL, Rodrigues CIS, Brandão AA, Neves MFT, et al. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol*. 2016;107(3 Supl 3):1-83
- Nordin S, Dancy L, Moon JC, Sado DM. Clinical applications of multiparametric CMR in left ventricular hypertrophy. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2018;34(4):577-85.
- Kannel WB, Gordon T, Offutt D. Left ventricular hypertrophy by electrocardiogram: prevalence, incidence and mortality in Framingham Study. *Ann Intern Med*. 1969;71(1):89-105
- Levy D, Lalib 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.
- Roman MJ, Kligfield R, Devereux RB. Geometric and functional correlates of electrocardiographic repolarization and voltage abnormalities in aortic regurgitation in limb leads. *Am Heart J*. 1987; 37:161-68.
- Mazzaro CL, Costa FA, Bombig MTN, Luna Filho B, Vicenzo de Paola AA, Carvalho ACC, et al. Massa ventricular e critérios eletrocardiográficos de hipertrofia: avaliação de um novo escore. *Arq Bras Cardiol*. 2008;90(4):221-3
- Sokolow M, Lyon TP. The ventricular complex in left ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads. *Am Heart J*. 1949;37(2):161-86.
- Casalle 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;75(3):565-72.
- Okin PM, Roman MJ, Devereux RB, Kligfield P. Electrocardiographic identification of increased left ventricular mass by simple voltage-duration products. *J Am Coll Cardiol*. 1995;25(2):417-23.
- Romhilt DW, Estes EH. A point-score system for the ECG diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Am Heart J*. 1968;75(6):752-58.
- Surawicz B, Knilans TK. *Chou's electrocardiography in clinical practice: adult and pediatric*. 5th ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 2001.
- Schillaci G, Verdecchia P, Borgioni C. Improved electrocardiographic diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Am J Cardiol*. 1994;74(7):714-19.
- Peguro JG, LoPresti S, Perez J. Electrocardiographic criteria for the diagnosis of left ventricular hypertrophy. *J Am Coll Cardiol*. 2017;69(13):1694-70.
- Narita M, Yamada M, Tsuchida M. Novel Electrocardiographic Criteria for the Diagnosis of Left Ventricular Hypertrophy in the Japanese General Population. *Int Heart J*. 2019;60(3):679-87.
- Gubner R, Ungerleider 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(2):196-209.
- Molloy T, Okin P, Devereux R, Kligfield P. Electrocardiographic detection of left ventricular hypertrophy by the simple QRS voltage-duration product. *J Am Coll Cardiol*. 1992;20(5):1180-6.

25. Koito H, Spodick DH. Accuracy of the RV6: RV5 voltage ratio for increased left ventricular mass. *Am J Cardiol.* 1988;62(13):985-7.
26. Pewsner D, Jüni P, Egger M, Battaglia M, Sundström J, Bachmann LM. Accuracy of electrocardiography in diagnosis of left ventricular hypertrophy in arterial hypertension: systematic review. *BMJ.* 2007; 335(7622):711
27. Verdecchia P, Reboldi G, Angeli F, Avanzini F, Simone GD, Pede S, et al. Prognostic value of serial electrocardiographic voltage and repolarization changes in essential hypertension: the HEART Survey study. *Am J Hypertens.* 2007;20(9):997-1004.
28. Zhigang Y, Ting H, Ying D, Lu Y, Xinghua J, Lin H. Predictive value of electrocardiographic left ventricular hypertrophy in the general population: A meta-analysis. *J Electrocardiol.* 2020;4-19
29. 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.
30. Nomsawadi V, Krittayaphong R. Diagnostic performance of electrocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy among various body mass index groups compared to diagnosis by cardiac magnetic resonance imaging. *Ann Non Invasive Electrocardiol.* 2019;24(4):e12635
31. Okin PM. Serial evaluation of electrocardiographic left ventricular hypertrophy for prediction of risk in hypertensive patients. *J Electrocardiol.* 2009;42(6):584-88.
32. Pova F, Luna FB, Bianco HT, Amodeo C, Pova R, Bombig MTN, Miranda RD, et al. Desempenho do Eletrocardiograma no Diagnóstico da Hipertrofia Ventricular Esquerda em Hipertensos Idosos e Muito Idosos. *Arq. Bras. Cardiol.* 2021;117(5):924-31.
33. Estes EH, Zhang ZM, Li Y, Tereschenko LG, Soliman EZ. The Romhilt-Estes left ventricular hypertrophy score and its components predict all-cause mortality in the general population. *Am Heart J.* 2015;170(1):104-9.
34. Okin PM, Hille DA, Kjeldsen SE, Devereux RB. Combining ECG Criteria for Left Ventricular Hypertrophy Improves Risk Prediction in Patients With Hypertension. *J Am Heart Assoc.* 2017;6(11):e007564.
35. Burgos PFM, Luna FB, Costa FA, Bombig MTN, Souza D, Bianco HT, et al. Desempenho do Eletrocardiograma no Diagnóstico da Hipertrofia Ventricular Esquerda em Pacientes Hipertensos na Presença de Bloqueio de Ramo Esquerdo. *Arq Bras Cardiol.* 2017;108(1):47-52.