

Análise crítica do eletrocardiograma e do ecocardiograma na detecção da hipertrofia ventricular esquerda

Critical review of the electrocardiogram and echocardiogram on the diagnosis of the left ventricular hypertrophy

Rui Póvoa¹, Dilma de Souza²

RESUMO

O eletrocardiograma e o ecocardiograma são dois exames muito úteis para o diagnóstico da hipertrofia cardíaca, entretanto, cada um deles apresenta algumas características especiais. O eletrocardiograma é um exame barato, largamente difundido, de fácil interpretação e com excelente reprodutibilidade, mas apresenta baixa sensibilidade em detectar a hipertrofia. O ecocardiograma, que já possui boa sensibilidade, tem como desvantagens o alto custo e a reprodutibilidade ainda deficiente, sendo muito observador-dependente do cálculo da massa do ventrículo esquerdo. Embora esses detalhes sejam importantes, são exames que se complementam e imprescindíveis na avaliação do paciente hipertenso.

PALAVRAS-CHAVE

Eletrocardiografia, ecocardiografia, hipertrofia ventricular esquerda.

ABSTRACT

Electrocardiogram (ECG) and echocardiogram (Echo) are two useful exams for the diagnosis of cardiac hypertrophy. However, each one of them have some peculiar details. ECG is an affordable exam, deeply used and with easy interpretation of its results, also with great reproduction, although may have low sensibility to diagnose hypertrophy. Even though Echo may have good sensibility, he has as a disadvantage its high cost, and its reproduction is still defective, being very dependent observer on the calculation of the mass on the left ventricle. Although these are important details, those are exams used as complements and considered indispensables on the evaluation of the hypertensive patient.

KEYWORDS

Electrocardiography, echocardiography, left ventricular hypertrophy.

A hipertrofia ventricular esquerda (HVE) é um importante fator de risco cardiovascular, independente da hipertensão arterial, quando diagnosticada tanto pelo eletrocardiograma (ECG) quanto pelo ecocardiograma. Apesar de o ecocardiograma ser uma ferramenta com boa sensibilidade e especificidade, o custo e a variabilidade intra- e interobservador limitam seu uso em larga escala.

O ECG foi o primeiro método utilizado para detectar o aumento da massa cardíaca, existindo na literatura diversos critérios para seu diagnóstico, porém, todos com baixa sensibilidade.

Em razão dessa baixa sensibilidade, os estudos de Framingham encontraram 1,5% da população com HVE e 1,7% com suspeita de HVE. Quatro anos depois, aproximadamente três quintos dos pacientes com HVE e um quinto dos com suspeita tinham apresentado eventos cardiovasculares fatais¹.

O ECG, a despeito da baixa sensibilidade, é o exame mais realizado e encontrado em qualquer lugar do País, em virtude do baixo custo, da fácil realização e, principalmente, de sua relação com o prognóstico já bem estabelecida^{2,3}. Apesar da pequena sensibilidade em discriminar a HVE, reflete o risco de

Recebido: 18/4/2008 Aceito: 7/5/2008

1 Professor adjunto da disciplina de Cardiologia da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp/EPM), chefe do Setor de Cardiopatia Hipertensiva da Unifesp/EPM.

2 Doutora em Cardiologia pela Unifesp, médica cardiologista e ecocardiografista do Hospital da Fundação Pública Estadual Gaspar Vianna Belém, Pará. Correspondência para: Rui Póvoa. Rua Pedro de Toledo, 276, Vila Clementino – 04039-030 – São Paulo, SP.

aumento de morbidade e mortalidade cardiovasculares, por isso é largamente utilizado no diagnóstico da HVE.

Os estudos de Framingham verificaram que os pacientes que estavam no quartil superior em relação ao aumento da voltagem do complexo QRS tinham cerca de três vezes mais riscos de eventos cardiovasculares e, se houvesse alterações da repolarização do tipo *strain*, o risco de complicações aumentava 5,8 vezes nos homens e 2,5 vezes nas mulheres^{4,5}. O padrão *strain* é definido como alterações no segmento ST em alguma das derivações D₁, D₂, aVL ou de V₃₋₆, apresentando o segmento horizontalização com depressão igual ou superior a 0,05 mV mais onda T invertida⁶.

Ao se encontrar o padrão *strain*, deve-se considerar esses pacientes como se fossem coronarianos⁷, e a regressão dessas alterações eletrocardiográficas está relacionada com a diminuição proporcional de eventos vasculares (Figura 1)^{8,9}.

A realização do ECG em todo o paciente com hipertensão arterial em sua avaliação inicial tem como objetivo estratificar o quanto a pressão arterial afetou um dos principais órgãos-alvo e também diagnosticar outras alterações cardiovasculares que possam ter implicação no tratamento e no prognóstico. Outro aspecto positivo é o acompanhamento das alterações cardíacas

decorrentes da hipertensão, pois os grandes aumentos de massa do ventrículo esquerdo (VE), em geral, são detectados pelo ECG, o que o torna muito útil na avaliação da regressão da hipertrofia com o controle adequado da pressão arterial. Trata-se de um exame em que outros detalhes eletrocardiográficos, além da análise do complexo QRS e do segmento ST para o diagnóstico de hipertrofia, podem fornecer alguns subsídios para a interpretação de achados clínicos. Peng *et al.*, em 2006, encontraram relação do intervalo QTc com níveis pressóricos¹⁰. O ECG também pode ser utilizado para avaliar a dispersão do intervalo QT, que é maior à medida que aumenta a massa ventricular¹¹.

A amplitude da onda T também tem relação com o prognóstico cardiovascular. Yamazaki *et al.* verificaram que a diminuição da amplitude da onda T na derivação D₁ apresenta correlação estatisticamente significativa com o aumento da morbimortalidade cardiovascular. Quanto menor a amplitude, maior a mortalidade¹².

O ECG com HVE, se apresentar depressão do segmento ST ou onda T negativa, reflete um adicional de mau prognóstico, além dos aspectos negativos isolados da própria hipertrofia¹³. Beckerman *et al.*, em análise dessas alterações, verificaram que as anormalidades da onda T são melhores prognosticadores de mortalidade cardiovascular que a depressão do segmento ST¹⁴.



Figura 1. Eletrocardiograma característico de hipertrofia ventricular esquerda. Observar o padrão típico do *strain*.

Na prática diária da interpretação do traçado eletrocardiográfico, deve ser dada atenção aos fatores constitucionais, fisiológicos e técnicos que podem influenciar no diagnóstico das hipertrofias ventriculares e atriais¹⁵. Têm importância idade, sexo, peso, altura corporal, configuração torácica, posição anatômica do coração e raça.

A idade produz diminuição significativa das amplitudes das ondas R e S e desvio do eixo do complexo QRS para a esquerda. O intervalo PR se alarga e o complexo QRS fica inalterado. Além dos aspectos relacionados à idade, as comorbidades, tais como enfisema, cifose, alterações na condução do estímulo pelo tórax e tecidos mediastinais, alteram a configuração eletrocardiográfica¹⁶, porém a sensibilidade aumenta com a idade, ocorrendo um pequeno decréscimo da especificidade¹⁷.

Em relação ao sexo, até os 60 anos a mulher apresenta menor amplitude das ondas R, S e T, principalmente nas derivações precordiais, com menor duração do complexo QRS. Esses aspectos estão relacionados à configuração torácica peculiar ao sexo feminino, ao tamanho menor do coração, ao acúmulo de gordura corporal e ao tecido mamário.

Os aumentos de peso e altura corporal associam-se ao desvio do eixo do complexo QRS para a esquerda, à posição horizontal e à diminuição na amplitude do complexo QRS e à onda T. Levy *et al.*, em 1990, verificaram relação inversa da sensibilidade em detectar HVE com o índice de massa corporal, além de menor sensibilidade nos fumantes em relação aos não-fumantes¹⁷.

A raça tem participação fundamental na análise eletrocardiográfica. Os indivíduos de raça negra apresentam amplitudes dos complexos QRS maiores, com menor duração. A onda T tem maior projeção na direção anterior no plano horizontal, explicando a maior prevalência de ondas T achatadas ou invertidas nas derivações precordiais direitas.

Além de todas essas condições que podem dificultar as interpretações, existe ainda a variabilidade do dia-a-dia. Mesmo com a colocação dos eletrodos precordiais na mesma posição com a região precordial marcada, existe variação da amplitude do complexo QRS, da onda T e do eixo elétrico¹⁸.

AVALIAÇÃO DA HIPERTROFIA PELO ELETROCARDIOGRAMA

Os padrões eletrocardiográficos de HVE estão relacionados com o aumento da espessura das paredes e com o tamanho do VE. O tamanho do átrio esquerdo é também considerado, pois precocemente suporta os efeitos da sobrecarga que, paralela ou simultaneamente, alteram a anatomia do VE¹⁹.

O aumento da massa do VE geralmente causa um incremento da amplitude do QRS com um desvio de orientação para esquerda e posterior das forças elétricas, originando ondas S profundas nas derivações precordiais direitas. Além disso, o

aumento da espessura das paredes do VE prolonga o tempo de ativação, resultando no aumento de duração do QRS e da deflexão intrinsecóide representada pelo tempo entre o início da inscrição e o ponto máximo do complexo QRS nas derivações precordiais esquerdas²⁰.

A anormalidade da repolarização ventricular do tipo padrão *strain* está associada a importante estresse sistólico nas paredes cardíacas^{21,22}.

Na literatura, encontram-se diversos índices ou critérios utilizados para o diagnóstico de hipertrofia, desde os mais simples, como a onda R em V₆ maior que o R em V₅, até os mais complexos, como o código de Minnesota. Apesar dessa grande diversidade de opções, todos apresentam baixa sensibilidade e alta especificidade. Essas características peculiares na sensibilidade e na especificidade apresentam variações de acordo com sexo, raça e idade.

Diversos critérios eletrocardiográficos foram utilizados no diagnóstico da HVE, entretanto, a adequada correlação entre os achados anatomopatológicos e as manifestações do ECG ainda permanece obscura. Na prática, os mais utilizados são os critérios de Sokolow-Lyon, Romhilt-Estes, Cornell Voltagem, Cornell Duração e Perugia.

CRITÉRIOS DE SOKOLOW-LYON

Um dos critérios mais antigos e ainda muito utilizado foi o proposto por Sokolow e Lyon em 1949. Utiliza-se da soma a amplitude da onda S na derivação V₁ com a da onda R na derivação V₅ ou V₆ (sempre a maior das duas). Se a soma for igual ou maior que 35 mm, a HVE estaria presente²³, entretanto, trabalhos e diretrizes utilizam valores de corte diferentes.

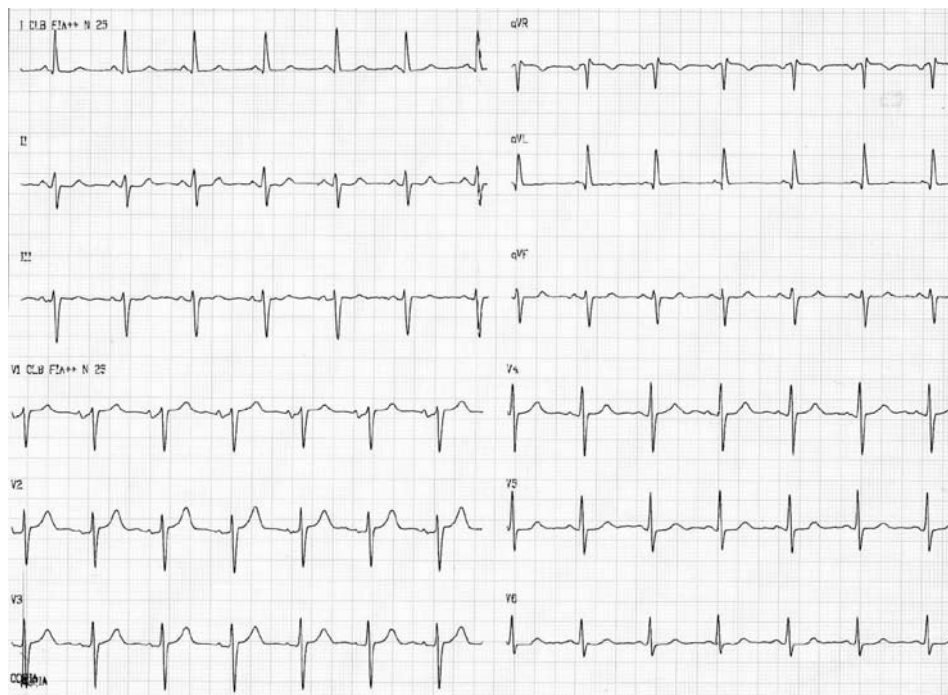
Esse critério de voltagem é de valor mais duvidoso em indivíduos menores de 30 anos, ocorrendo mais falso-positivos. Em crianças, adolescentes e adultos jovens podem-se ver grandes ondas R, sem existir HVE. Também em pacientes idosos, em razão de fibrose miocárdica e presença de outras comorbidades, que concorrem para a diminuição da amplitude do complexo QRS, a aplicação dos critérios de Sokolow-Lyon é dificultada. A voltagem do complexo QRS diminui 6% em cada década de vida, dos 20 aos 80 anos¹⁵.

CRITÉRIOS DE ROMHILT-ESTES

Romhilt e Estes, em 1968, propuseram um sistema de pontuação em análise de diversas alterações eletrocardiográficas para o diagnóstico de hipertrofia (Tabela 1). Para traçados eletrocardiográficos que apresentem no somatório quatro pontos, o diagnóstico é de provável hipertrofia, superior a cinco pontos, e o diagnóstico é definitivo. Foi um trabalho muito bem realizado do ponto de vista metodológico, no qual se utilizou material de necropsia para avaliar a massa ventricular e comparar com os ECGs (Figura 2)²⁴.

Tabela 1. Sistema de pontos e escore de Romhilt-Estes para hipertrofia ventricular esquerda (HVE)

1. Voltagem Onda R ou S nas derivações dos membros ≥ 20 mm Onda S em V_1, V_2 ou $V_3 \geq 30$ mm Onda R em V_4, V_5 ou $V_6 \geq 30$ mm	3 pontos
2. Segmento S-T e onda T com padrão de <i>strain</i> Sem uso de digital Em uso de digital	3 pontos 1 ponto
3. Desvio do eixo do QRS para esquerda $\geq -30^\circ$	2 pontos
4. Duração do QRS $\geq 0,09$ seg	1 ponto
5. Aumento do átrio esquerdo (sinal de Morris) Onda P em $V_1 > 1$ mm de profundidade e duração $> 0,04$ seg	3 pontos
6. Deflexão intrinsecóide em V_5 e $V_6 \geq 0,05$ seg	1 ponto
Interpretação Provável HVE	4 pontos
HVE \geq	5 pontos

**Figura 2.** Eletrocardiograma com hipertrofia ventricular esquerda, segundo os critérios de Romhilt-Estes (onda p em $V_1 = 3$ pontos/eixo do QRS $\geq -30^\circ = 2$ pontos).**CRITÉRIOS DE CORNELL**

Casale *et al.* (1987) propuseram um critério eletrocardiográfico de voltagem sexo-específico para o diagnóstico da HVE (critério de voltagem de Cornell). Consiste no somatório da amplitude da onda R da derivação aVL com a onda S da derivação precordial V_3 . A HVE seria estabelecida quando, nos homens, os valores fossem superiores a 28 mm e, nas mulheres, ultrapassassem 20 mm. Utilizou-se o ecocardiograma para a validação da presença de HVE e foi assim denominado por ter sido desenvolvido na Universidade de Cornell.

Posteriormente, o grupo da Universidade de Cornell modificou o critério original, desenvolvendo um algoritmo para a interpre-

tação realizada nos aparelhos de eletrocardiografia. Esse critério incorpora o produto da soma da voltagem da onda R de aVL com a onda S de V_3 pela duração média do QRS²⁵. A HVE estaria presente quando o valor obtido fosse maior que 2,400 mm/seg²⁶.

ÍNDICE DE PERUGIA

Em razão do desempenho do ECG ter baixa acurácia no diagnóstico da HVE nos pacientes hipertensos, Schillaci *et al.*, em 1994, estudando uma população ambulatorial de hipertensos participantes do estudo de Progetto Ipertensione Umbria Monitoraggio Ambulatoriale (PIUMA), desenvolveram um índice (de Perugia) utilizando a combinação de três critérios considerados

na literatura como altamente específicos²⁷. Foram utilizados o escore de pontos de Romhilt-Estes, o padrão do segmento ST-T tipo *strain* e o de voltagem de Cornell modificado (R de aVL mais S de V₃, positivo se > 24 mm em homens e > 20 mm em mulheres). Caso pelo menos um dos critérios resultar positivo, este é considerado HVE pelo ECG.

Inicialmente a introdução de um critério eletrocardiográfico causa deslumbramento, porém, com a aplicação em populações diversas, logo se constata sua limitação em razão de a sensibilidade ser muito baixa.

Na tabela 2 estão listados alguns resultados da literatura sobre a sensibilidade e a especificidade dos critérios eletrocardiográficos mais utilizados para o diagnóstico da HVE, conforme relatadas por seus autores²⁴⁻²⁸, porém os valores de sensibilidade e especificidade são muito variáveis e dependentes da metodologia e da população utilizada. Mazzaro *et al.*, avaliando a população brasileira de hipertensos, desenvolveram um novo índice eletrocardiográfico para detectar HVE, o qual consiste na soma da maior onda R com a maior onda S em qualquer derivação do ECG, multiplicada pela duração do QRS. Valores iguais ou superiores a 2,80 mm/s apresentam sensibilidade e especificidade de 35,2% e 88,7%, respectivamente²⁹.

Mesmo apresentando esses aspectos negativos envolvendo a baixa sensibilidade e a influência de diversas variáveis biológicas, esse método de mais de cem anos ainda tem seu papel fundamental na avaliação e no acompanhamento do paciente hipertenso. É um método barato, reproduzível e de fácil interpretação.

O ecocardiograma provocou uma verdadeira revolução na cardiologia, em consequência de uma melhor definição das doenças cardíacas. Esse método de grande utilidade para se aplicar sistematicamente na detecção das alterações da massa

cardíaca também permite a avaliação das funções sistólica e diastólica, das lesões valvares ou coronariopatias associadas. Em faixas etárias mais avançadas, a prevalência de estenose aórtica e de dilatações da aorta ascendente e torácica se torna mais expressiva, podendo o ecocardiograma detectá-la. Diferentemente da eletrocardiografia, tem boa sensibilidade na detecção de aumentos da massa cardíaca. Outros métodos de imagem, tal como a ressonância nuclear magnética, são superiores à ecocardiografia, porém, apesar dessa excepcional resolução, essas metodologias ainda estão restritas a situações especiais em razão de problemas operacionais e de custo elevado. O ecocardiograma tem alta sensibilidade na identificação do envolvimento cardíaco nos pacientes hipertensos, porém, a reprodutibilidade intra- e interobservador traz algumas desvantagens em relação ao método. A variação de massa intra-observador pode chegar até 36 g/m² e interobservador, até 68 g/m²³⁰. A avaliação da massa do VE, em comparação com a ressonância nuclear magnética, geralmente superestima os valores em níveis significativos³¹.

AVALIAÇÃO DA MASSA DO VENTRÍCULO ESQUERDO

Na análise da massa do VE, utilizam-se as medidas da espessura diastólica das paredes, do septo e da parede posterior e as dimensões da cavidade do VE. Com essas medidas, tem-se uma excelente correlação com a massa cardíaca. Devereux *et al.*, em 1986, analisando a massa do VE calculada pela fórmula desenvolvida por seu grupo, encontraram boa correlação com o peso do VE nas necropsias. A correlação foi excelente ($r = 0,93$), e o erro-padrão, de 31 g³². Correlação melhor só é encontrada pela ressonância nuclear magnética ($r = 0,98$), método suscetível de realização somente em grupos restritos de pacientes³³.

Tabela 2. Sensibilidade e especificidade dos diversos critérios eletrocardiográficos para hipertrofia ventricular esquerda, conforme trabalhos originais (literatura) e a prática em população hipertensa

Critério	Sen. (%) Literatura	Esp. (%) Literatura	Sen. (%) população brasileira	Esp. (%) população brasileira
Sokolow-Lyon SV ₁ + RV ₅₋₆ ≥ 35 mm	57	86	13	96
Cornell – Voltagem (R aVL + SV ₃) > 28 mm homens, > 20 mm mulheres	42	96	18	96
Cornell – duração > 2.400 mm/seg	51	95	22	96
Romhilt-Estes ≥ 5 pontos	52	97	16	95
Critério de Perugia (Romhilt-Estes; ST-T <i>strain</i> , Cornell (homens > 24 mm, mulheres > 20 mm)	34	93	38	89
RaVL > 11 mm	13	99	7	98
RV ₆ > RV ₅	57	91	10	93
(maior S + maior R) x dur QRS > 2,80 mm/s	-	-	35,2	88,7

Sen.: sensibilidade; Esp.: especificidade

A fórmula preconizada por Devereux *et al.* em 1986 só contempla corações sem distorção da geometria³². São necessários ser elipsóides de revolução com uma razão de 2:1 entre os comprimentos de seu eixo maior e menor, para que se possa extrapolar o volume pela fórmula do cubo. Dessa forma, a estimativa pela fórmula de Devereux deve ser evitada nos corações dilatados ou com distorção da geometria.

Após o cálculo da massa do VE, deve-se normalizar esses valores para a superfície corpórea ou pela altura dos indivíduos. Segundo a recomendação da American Society of Echocardiography e da European Association of Echocardiography, consideram-se massas do VE anormais os valores iguais ou superiores a 89 g/m² para mulheres e 103 g/m² para homens. Além dos índices normalizados pela superfície corpórea, deve-se considerar, principalmente nos indivíduos obesos, a normalização pela estatura (estatura em metros elevada a potência 2,7- E^{2,7})³⁴. Na tabela 3 encontram-se os limites de referência para os valores do VE recomendados pela American Society of Echocardiography e pela European Association of Echocardiography³⁴.

Os valores normais da massa do VE diferem entre homem e mulher, mesmo quando indexados pela superfície corpórea. O melhor método de indexação da massa para os adultos ainda está sendo debatido. A indexação pela superfície corpórea subestima a massa nos indivíduos obesos, por isso nesse grupo em particular é recomendável a indexação pela estatura. Porém, os dados ainda não são conclusivos da validade em termos de risco cardiovascular³⁵.

Além dos aspectos relacionados ao sexo, existem as variações referentes à raça, em que diversos estudos mostraram diferenças na estrutura do VE entre brancos e não-brancos³⁶.

Além da avaliação da massa cardíaca, o ecocardiograma oferece o padrão geométrico do VE. É importante essa avaliação

em vista do valor prognóstico que essas alterações estruturais apresentam. Nos pacientes, mesmo sem aumento da massa do VE, nos quais a espessura relativa das paredes está aumentada, já existe risco adicional de morbimortalidade cardiovascular. A espessura relativa das paredes do VE é obtida pela multiplicação por dois da espessura diastólica da parede posterior, dividida pela dimensão diastólica do VE (2xpp/ddve).

Na figura 3, estão representados os principais padrões geométricos (normal, remodelamento concêntrico, hipertrofia excêntrica e concêntrica) e a morbimortalidade nos indivíduos sem doença coronária e com doença coronária prévia^{37,38}. Como se pode observar, a hipertrofia concêntrica apresenta o maior risco cardiovascular. Para os pacientes sem doença arterial coronária prévia, o risco passa de 1,5% para 4,2% de mortalidade ao ano. Se já existe coronariopatia prévia, esse risco passa de 2,7% para 7,6%. Em estudos populacionais com pacientes hipertensos, o padrão geométrico ventricular normal foi encontrado em 52% a 76% dos pacientes, a remodelação concêntrica, entre 8% e 13%, a hipertrofia concêntrica, entre 8% e 11,5% e a excêntrica, de 8% a 27%³⁹.

A HVE pode regredir com o tratamento anti-hipertensivo, havendo melhora do padrão de enchimento e do desempenho do VE. Já há na literatura indicativos de que a reversão da hipertrofia é um fator determinante de melhora da morbidade e da mortalidade por eventos cardiocerebrovasculares (Tabela 4)⁴⁰.

AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO DIASTÓLICA

A função diastólica pode ser avaliada pelo uso do efeito Doppler. O ecocardiograma Doppler pode identificar a disfunção diastólica com base no padrão de enchimento diastólico do VE, na medida do tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV) e no padrão de fluxo das veias pulmonares.

Tabela 3. Valores-limite de referência para massa e dimensões do ventrículo esquerdo (VE)³⁴

Método linear	Mulheres				Homens			
	Valor de referência	Levemente anormal	Moderado anormal	Severo anormal	Valor de referência	Levemente anormal	Moderado anormal	Severo anormal
Massa do VE, g	67-162	163-186	187-210	≥ 211	88-224	225-258	259-292	≥ 293
Massa do VE, g/m ² /SC	43-95	96-108	109-121	≥ 122	49-115	116-131	132-148	≥ 149
Massa do VE/altura ^{2,7}	18-44	45-51	52-58	≥ 59	20-48	49-55	56-63	≥ 64
Espessura relativa das paredes	0,22-0,42	0,43-0,47	0,48-0,52	≥ 0,53	0,24-0,42	0,43-0,46	0,47-0,51	≥ 0,52
Espessura do septo, cm	0,6-0,9	1,0-1,2	1,3-1,5	≥ 1,6	0,6-1,0	1,1-1,3	1,4-1,6	≥ 1,7
Espessura parede posterior, cm	0,6-0,9	1,0-1,2	1,3-1,5	≥ 1,6	0,6-1,0	1,1-1,3	1,4-1,6	≥ 1,7
Método bidimensional								
Massa do VE, g	66-150	151-171	172-182	≥ 193	96-200	201-227	228-254	≥ 255
Massa do VE, g/m ² /SC	44-88	89-100	101-112	≥ 113	50-102	103-116	117-130	≥ 131

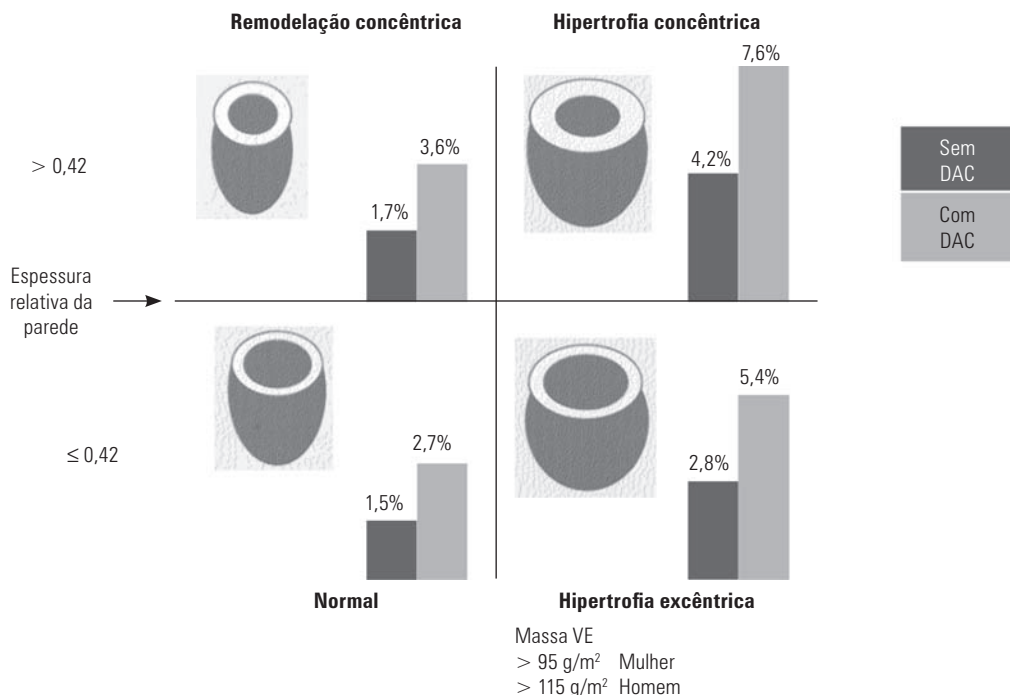


Figura 3. Prognóstico da hipertrofia ventricular esquerda (HVE) de acordo com a geometria do ventrículo esquerdo (VE) e a presença de doença arterial coronária (DAC). Mortalidade em %/ano.

Tabela 4. Vantagens e desvantagens do ecocardiograma na avaliação do paciente hipertenso

Vantagens	Desvantagens
Avaliar a função diastólica Curvas do Doppler no fluxo mitral TRIV (tempo de relaxamento isovolumétrico) Velocidades de fluxo das veias pulmonares Caracterizar a função sistólica Estimativa do débito cardíaco e da resistência vascular sistêmica Alterações na constituição do miocárdio (avaliação do colágeno – técnica ultra-sônica tecidual) Doenças cardíacas associadas (valvar, coronária etc.) Avaliação do padrão geométrico	Erro de avaliação da massa em corações dilatados Janela ecocardiográfica ruim em alguns pacientes Acurácia das medidas relacionada com a experiência do examinador Variabilidade intra- e interobservador Método não aplicável em larga escala Custo elevado

A função diastólica ainda permanece um desafio médico na interpretação e no diagnóstico da disfunção. A diástole compreende uma série de eventos que interagem de modo complexo para que haja um enchimento ventricular adequado. Pode-se avaliar o enchimento ventricular esquerdo pelo ecocardiograma Doppler pulsátil, com o transdutor em posição apical e a amostra de volume posicionada no anel valvar mitral ou nas extremidades dos folhetos valvares. Esse fluxo tem fase inicial de enchimento rápido, na qual a velocidade aumenta até um valor máximo de pico (onda E), seguido por desaceleração do fluxo, voltando à linha de base. Em seguida, ocorrem nova aceleração e desaceleração, que são produzidas pela contração atrial (onda A)⁴¹.

Desses registros do fluxo mitral, foram calculados diversos padrões de velocidade, relação entre onda E e A, porém de pouca correlação com as medidas diretas⁴².

A análise volumétrica do fluxo cardíaco apresenta uma série de limitações relacionada tanto com a anatomia da valva mitral quanto com as dimensões do VE e a contratilidade. O padrão de velocidade de fluxo mitral sofre influências da idade do paciente, da pré e pós-carga, do desempenho sistólico e da frequência cardíaca. Dessa forma, o registro da velocidade do fluxo não reflete a verdadeira acurácia e a variação instantânea do volume sanguíneo. Nas alterações do relaxamento diastólico no fluxo mitral, há aumento do tempo de desaceleração da onda E (segmento E-F > 240 m/s) e aumento também do

tempo de aceleração (segmento D-E). Como o átrio esquerdo se contrai mais intensamente, aumenta a amplitude da onda A, tornando a relação E–A menor que 1,0⁴³.

A interpretação da redução da relação onda E–A deve ser muito cuidadosa em razão da enorme quantidade de variáveis clínicas que interferem nessa análise.

A diástole pode ser definida como o tempo entre o fechamento das valvas semilunares e o fechamento das valvas atrioventriculares. Dessa forma, entre o fechamento aórtico e a abertura mitral ocorre o TRIV. O TRIV começa com o fechamento da valva aórtica e termina com a abertura da valva mitral, podendo ser facilmente determinado pelo Doppler pulsado ou contínuo, posicionando-se a amostra de volume entre a valva mitral e a via de saída do VE. Quando ocorre alteração no relaxamento diastólico, o TRIV em geral é superior a 100 m/s.

Ainda na avaliação da função diastólica, o Doppler tecidual se mostra relativamente eficaz. Em geral, observa-se diminuição na velocidade da onda E (menor que 8,0 cm/s), com inversão da relação E–A (menor que 1,0), e o fluxo de propagação apresenta diminuição da velocidade (45-55 cm/s). A análise do fluxo das veias pulmonares pode ser de alguma valia. Pode-se encontrar a duração da onda A mitral com maior duração do que o fluxo reverso atrial. A velocidade do componente sistólico torna-se maior que a do componente diastólico⁴⁴.

FASE DE PSEUDONORMALIZAÇÃO

Com a evolução da cardiopatia hipertensiva, ocorrem piora da função diastólica e aumento da pressão do átrio esquerdo, que desencadeiam abertura mais precoce da valva mitral e, com isso, diminuição do TRIV e aumento da velocidade da onda E mitral, tornando a relação E–A igual ou maior que 1,0. Com o aumento da pressão do VE, há diminuição do tempo de desaceleração da onda E. Essas alterações decorrentes da piora do relaxamento, que parecem uma volta ao aspecto normal, são conhecidas pelo termo de pseudonormalização.

REFERÊNCIAS

- Kannel WB, Gordon T, Offutt D, *et al.* Left ventricular hypertrophy by electrocardiogram: prevalence, incidence and mortality in Framingham Study. *Ann Intern Med* 1969;71:89-105.
- Kannel WB, Gordon T, Castelli WP, Margolis JR. Electrocardiographic left ventricular hypertrophy and risk of coronary heart disease: the Framingham study. *Ann Intern Med* 1970;72:813-2.
- Levy D, Garrison RJ, Savage DD, *et al.* Prognostic implications of echocardiographically determined left ventricular mass in the Framingham Heart Study. *N Engl J Med* 1990;322:1561-6.
- Kannel WB. Prevalence and natural history of electrocardiographic left ventricular hypertrophy. *Am J Med* 1983;(Suppl 3A):4-11.
- Levy D, Labib SB, Anderson KM, *et al.* Determinants of sensitivity and specificity of electrocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy. *Circulation* 1990;81:815-20.
- Schillaci G, Perro M, Pasqualini L, *et al.* Prognostic significance of isolated, non-specific left ventricular repolarization abnormalities in hypertension. *J Hypertens* 2004;22:407-14.
- Kannel WB, Abbott RD. A prognostic assessment of left ventricular hypertrophy and unrecognized myocardial infarction: the Framingham Study. *Am Heart J* 1986;111:391-7.
- Verdecchia P, Schillaci G, Borgioni C, *et al.* Prognostic value of left ventricular mass and geometry in systemic hypertension with left ventricular hypertrophy. *Am J Cardiol* 1996;78:197-202.
- Sundstrom J, Lind L, Arnlöv J, *et al.* Echocardiographic and electrocardiographic diagnoses of left ventricular hypertrophy predict mortality independently of each other in a population of elderly men. *Circulation* 2001;103:2346-51.
- Peng S, Yu Y, Hao K, *et al.* Heart rate-corrected QT interval duration is significantly associated with blood pressure in Chinese hypertensives. *J Electrocardiology* 2006;39:206-10.
- Ichkhank K, Molnar J, Somberg J. Relation of left ventricular mass and QT dispersion in patients with systemic hypertension. *Am J Cardiol* 1997;79(4):508-11.
- Yamazaki T, Myers J, Froelicher VF. Prognostic importance of isolated T-wave abnormalities. *Am J Cardiol* 2005;95:300-4.
- Larsen CT, Dahlin J, Blackburn H, *et al.* Prevalence and prognoses of electrocardiographic left ventricular hypertrophy ST segment depression and negative T-wave. *Eur Heart J* 2002;23:315-24.
- Beckerman J, Yamazaki T, Myers J, *et al.* T-wave abnormalities are a better predictor of cardiovascular mortality than ST depression on the resting electrocardiogram. *ANE* 2005;10(2):146-51.
- Simonsen E. Differentiation between normal and abnormal in electrocardiography. St. Louis: The C.V. Mosby Company, 1961. p.154-67.
- Simonsen E. The effect of age on the electrocardiogram. *Am J Cardiol* 1972;29:64-9.
- Levy D, Labib SB, Anderson KM, *et al.* Determinants of sensitivity and specificity of electrocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy. *Circulation* 1990;81:815-20.
- Willens JL, Poblete PF, Pipberger HJ. Day to day variation of the normal orthogonal electrocardiogram and vectocardiogram. *Circulation* 1972;45:1057-64.
- Miller, DH, Eisenberg RR, Klingfield PD, *et al.* Electrocardiographic recognition of left atrial enlargement. *J Electrocardiol* 1987;16:15-21.
- Roman MJ, Kligfield R, Devereux RB, *et al.* Geometric and functional correlates of electrocardiographic repolarization and voltage abnormalities in aortic regurgitation an limb leads. *Am Heart J* 1987;37:161-8.
- Verdecchia P, Schillaci G, Guerrieri M, *et al.* Circadian blood pressure changes on left ventricular hypertrophy in essential hypertension. *Circulation* 1990;81:528-36.
- Vries SO, Heesen WF, Beltman FW, *et al.* Prediction of the left ventricular mass from the electrocardiogram in systemic hypertension. *Am J Cardiol* 1996;77:974-8.
- 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.
- Romhilt DW, Estes EH. Poit-score system for the ECG diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Am Heart J* 1968;75:752-8.
- 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.
- Okin PM, Roman MJ, Devereux RB, Kligfield P. Electrocardiographic identification of increase left ventricular mass by simple voltage-duration products. *J Am Coll Cardiol* 1995;23:417-23.
- Schillaci G, Verdecchia P, Borgioni C, *et al.* Improved electrocardiographic diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Am J Cardiol* 1994;74:714-9.
- Koito H, Spodick DH. Electrocardiographic RV6:RV5 voltage ratio for diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Am J Cardiol* 1989;63:252-6.
- Mazzaro CL, Costa FA, Bombig MTN, *et al.* Massa ventricular e critérios electrocardiográficos de hipertrofia. Avaliação de um novo escore. *Arq Bras Cardio* 2008;90(4):249-53.
- Luna Filho B, Da Costa W, Manzoli MTNB, *et al.* Acurácia da determinação da massa do ventrículo esquerdo na pressão arterial. *Arq Bras Cardio* 2005; 85(IV):35.
- Missouris CG, Forbat SM, Singer DR, *et al.* Echocardiography overestimates left ventricular mass: a comparative study with magnetic resonance imaging in patients with hypertension. *J Hypertens* 1996;14:1005-10.
- Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM, *et al.* Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. *Am J Cardiol* 1986;57:450-8.
- Chien Y, Frohlich ED. Reserval of left ventricular hypertrophy and cardiac performance. *Curr Opin Cardiol* 1991;6:716-23.

34. Lang RM, Biering M, Devereux RB, *et al.* Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the chamber quantification writing group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:1440-63.
35. De Simone G, Daniels SR, Devereux RB, *et al.* Left ventricular mass and body size in normotensive children and adults: assessment of allometric relations and impact of overweight. *J Am Coll Cardiol* 1992;20:1251-60.
36. Kizer Jr, Arnett DK, Bella JN, *et al.* Differences in left ventricular structure between black and white hypertensive adults: the hypertension genetic epidemiology network study. *Hypertension* 2004;43:1182-8.
37. Ganau A, Devereux RB, Roman MJ, *et al.* Patterns of left ventricular hypertrophy and geometric remodeling in essential hypertension. *J Am Coll Cardiol* 1992;19:1550-8.
38. Koren MJ, Devereux RB, Casale PN, *et al.* Relation of left ventricular mass and geometry to morbidity and mortality in uncomplicated essential hypertension. *Ann Intern Med* 1991;114:345-52.
39. Levy D, Savage DD, Garrison RJ, *et al.* Echocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy: the Framingham Heart Study. *Am J Cardiol* 1987; 59:956-60.
40. Changes in cardiovascular risk by reduction of left ventricular mass in hypertension: a meta-analysis. *Am J Hypertens* 2003;16:895-9.
41. Grossmann W, McLaurin LP. Diastolic properties of the left ventricle. *Ann Int Med* 1976;84:316.
42. Drinkovic N, Wisenbaugh T, Nissen SE, *et al.* Sensitivity and specificity of transmitral flow velocity measurements in detecting impaired left ventricular compliance (abstract). *Circulation* 1986;74(suppl II):II-46.
43. de Simone G, Ganau A, Verdecchia P, *et al.* Echocardiography in arterial hypertension: when, why and how? *J Hypertens* 1994;12:1129-36.
44. Garcia MJ, Ares MA, Asher C, *et al.* An index of left ventricular filling that combined with pulsed Doppler peak E velocity may estimate capillary wedge pressure. *JACC* 1997;9:448-56.