

## **Medidas das Dimensões das Cavidades Cardíacas**

A descrição das medidas lineares das seguintes câmaras cardíacas: aorta nos seios aórticos, diâmetro ântero-posterior do átrio esquerdo, diâmetros diastólico e sistólico do ventrículo esquerdo, espessura miocárdica diastólica do septo interventricular e da parede posterior, diâmetro diastólico do ventrículo direito deve estar presente em todo exame ecocardiográfico e é de grande importância na prática clínica cardiológica. Medidas adicionais deverão ser realizadas de acordo com eventuais achados patológicos. Os valores normais utilizados foram considerados com base no intervalo de confiança de 95% da população estudada. De acordo com o método previamente empregado<sup>2</sup>, os aumentos discretos foram arbitrariamente calculados como intervalo de 2 a 3,3 desvios-padrão da média, aumento moderado como 3,3 a 4 desvios-padrão da média, e importante acima de 4 desvios-padrão da média.

Sexo e idade influenciam discretamente os valores ecocardiográficos. As medidas de cavidades e espessura cardíacas, bem como os diferentes índices de massa, os diâmetros de átrio esquerdo e aorta são significativamente maiores no sexo masculino, mesmo após indexação pela superfície corpórea; enquanto a fração de encurtamento é descrita na literatura como sendo maior nas mulheres<sup>3</sup>.

### **Ventrículo esquerdo (VE)**

Para obtenção das medidas lineares do ventrículo esquerdo de forma acurada, o registro deve ser feito na janela paraesternal. É recomendável que os diâmetros e a espessura miocárdica do ventrículo esquerdo sejam medidos desta câmara no nível da ponta das cúspides da valva mitral. Devido à maior frequência de repetição de pulsos, o modo M apresenta excelente resolução temporal e pode complementar o modo bidimensional na diferenciação de estruturas como trabéculas adjacentes à parede posterior ou falsos tendões próximos ao septo interventricular. É importante observar que medidas acuradas são obtidas apenas quando ocorre alinhamento do cursor do modo M de forma mais perpendicular possível em relação ao eixo maior do ventrículo esquerdo. A medida pelo modo bidimensional evita o problema comum de imagens paraesternais oblíquas, o que pode resultar em superestimativa das dimensões das cavidades e espessura. De acordo com as novas diretrizes da Sociedade Americana de Ecocardiografia, as medidas realizadas tanto pelo modo M como pelo bidimensional devem ser definidas pela interface entre o sangue e o miocárdio (em substituição à antiga orientação de ir da borda anterior à borda anterior da estrutura). Em especial, sempre que o ângulo entre o cursor do modo M

e o plano perpendicular ao eixo maior do ventrículo esquerdo for maior que 30°, as medidas devem ser feitas pelo modo bidimensional. Nessa situação, o diâmetro diastólico final e o sistólico final do ventrículo esquerdo e as espessuras miocárdicas são aferidos no plano paraesternal longitudinal, de maneira perpendicular ao eixo principal do ventrículo, sempre com auxílio do traçado eletrocardiográfico.

O final da diástole pode ser definido como o primeiro quadro do complexo QRS ou, preferencialmente, como o quadro imediatamente após o fechamento da valva mitral ou, ainda, o quadro no qual se observa maior dimensão da cavidade ventricular esquerda. O final da sístole é mais bem definido como o quadro precedendo a abertura diastólica inicial da valva mitral ou aquele no qual se observa menor cavidade ventricular esquerda em um batimento cardíaco normal.

De acordo com recentes diretrizes, as medidas dos diâmetros do ventrículo esquerdo pelo ecocardiograma transesofágico (ETE) devem ser realizadas em nível de esôfago médio e plano transgástrico, em duas câmaras. A recomendação para as medidas de espessura de paredes pelo ETE deve ser a realização destas pela incidência transgástrica e em eixo curto em nível dos músculos papilares. Deve-se ter cuidado com a medida dos diâmetros para se evitar subestimativa do real tamanho da cavidade ventricular. Por isso, as medidas realizadas em duas câmaras são preferíveis em detrimento da incidência quatro câmaras em nível do esôfago médio.

### Ventrículo direito (VD)

A espessura miocárdica do ventrículo direito pode ser medida pelo modo M ou o bidimensional, utilizando-se a janela subcostal com medida no pico da onda R do eletrocardiograma, no nível das cordas tendíneas da valva tricúspide. O valor normal da espessura miocárdica é inferior a 5 mm. A avaliação do diâmetro diastólico do ventrículo direito deve ser feita no plano apical quatro câmaras, tomando-se cuidado para evitar o encurtamento da cavidade. Nesta incidência, o diâmetro ou área da cavidade ventricular direita deve ser menor em comparação com os mesmos parâmetros da cavidade ventricular esquerda. Com a dilatação progressiva do ventrículo direito, a área irá exceder as medidas do ventrículo contralateral e, portanto, moldar o ápex. A medida do diâmetro basal (logo abaixo da valva tricúspide) e médio, da distância septo–parede livre e medida do comprimento e da distância ápex–base do ventrículo direito devem ser realizadas na diástole e os valores de normalidade encontram-se na Tabela 3.3.

A medida do trato de saída do ventrículo direito (TSVD) é mais acurada pela janela paraesternal de eixo curto em nível da valva aórtica (justaproximal à valva pulmonar).

### Átrio esquerdo (AE)

O átrio esquerdo é medido em seu diâmetro ântero-posterior. Utiliza-se idealmente o modo bidimensional, no plano paraesternal longitudinal. Deve-se realizar a medida ao final da sístole, no mesmo nível dos seios aórticos, paralelamente ao anel valvar mitral.

A medida linear ântero-posterior pela ecocardiografia modo M5,6 é simples e conveniente, no entanto, não é precisa, dado que o átrio esquerdo não apresenta estrutura tridimensionalmente simétrica<sup>7</sup>. Adicionalmente, o aumento do átrio esquerdo, em geral, não ocorre de forma uniforme<sup>8</sup>. Em contrapartida, as medidas do átrio esquerdo que levam em consideração sua forma bidimensional ou tridimensional têm se mostrado mais acuradas e reprodutíveis, quando comparadas à ressonância magnética e à tomografia computadorizada<sup>9-12</sup> e tem associação forte com eventos cardiovasculares<sup>13-15</sup>.

Em casos nos quais se observa aumento do diâmetro longitudinal do átrio esquerdo, superior ao aumento medido no diâmetro ântero-posterior, deve-se fazer a medida da planimetria do átrio esquerdo no plano apical quatro câmaras. Ao se descrever o exame, deve-se detalhar o aumento mais acentuado no diâmetro longitudinal e o valor da área ou volume do átrio esquerdo. Essa área pode ser calculada pela planimetria da cavidade, obtida no plano apical, tomando-se cuidado para evitar o encurtamento da câmara. A confluência das veias pulmonares e o apêndice atrial esquerdo devem ser excluídos da medida. O volume do átrio esquerdo permite uma avaliação mais precisa do remodelamento assimétrico dessa cavidade. Este pode ser calculado pelo modelo elipsóide, pelo método de Simpson e pela fórmula de área-comprimento.

O modelo elipsóide assume que o átrio esquerdo pode ser adequadamente representado como uma elipse com o volume medido pela fórmula:  $4 \pi^3 3 (L/2)^3 (D1/2)^3 (D2/2)^3$ , em que L é o eixo longo e D1 e D2 são dimensões ortogonais obtidas no eixo curto. Assim, o volume do átrio esquerdo pode ser avaliado utilizando-se o diâmetro ântero-posterior obtido no plano paraesternal longitudinal (D1), o diâmetro médio-lateral obtido no plano paraesternal transversal (D2), e o diâmetro longitudinal obtido no plano apical quatro câmaras (L)<sup>16</sup>.

O método de Simpson, da mesma forma que é aplicado para medida dos volumes do ventrículo esquerdo, é obtido através do contorno do átrio em dois planos ortogonais (apical quatro e duas câmaras) . Deve-se tomar cuidado de excluir as veias pulmonares do traçado, e a borda inferior deve representar o plano do anel mitral.

Também pode ser utilizada para cálculo de volume do átrio esquerdo a fórmula de área-comprimento:  $8 (A1) (A2) / 3 \pi(L)$ , na qual A1 e A2 representam a planimetria pelo apical quatro câmaras e duas câmaras e L mostra o comprimento do longo eixo determinado pela distância de uma linha perpendicular medida ao nível do plano do anel mitral até a parede posterior do átrio esquerdo. A medida de comprimento utilizada na fórmula é a menor daquelas realizadas nas incidências apical de quatro câmaras e duas câmaras.

O comprimento (C) é a medida da parede posterior do AE até uma linha imaginária perpendicular que compreende o anel mitral. O menor valor obtido entre o apical quatro e o duas câmaras deve ser o utilizado na equação.

O volume indexado do átrio direito é similar aos valores de referência para o átrio esquerdo em indivíduos do sexo masculino (21 ml/m<sup>2</sup>), mas parece ser discretamente menor em mulheres<sup>19</sup>.

#### Avaliação da função atrial esquerda pela ecocardiografia

O volume atrial esquerdo máximo e mínimo ocorre justamente antes da abertura e após o fechamento valvar mitral, respectivamente. O volume total de esvaziamento atrial esquerdo é uma estimativa do reservatório atrial, que é calculado pela diferença dos volumes atriais esquerdos máximos e mínimos. O volume de esvaziamento atrial esquerdo passivo é calculado pela diferença entre o volume atrial esquerdo máximo e o volume atrial esquerdo que precede a contração atrial (início da onda p ao ECG). O volume de esvaziamento ativo do átrio esquerdo é calculado pela diferença do volume atrial antes da contração atrial e volume atrial esquerdo mínimo. O volume de conduíte (passivo) do átrio esquerdo é calculado pela diferença entre o volume ejetado do ventrículo esquerdo e o volume de esvaziamento total do átrio esquerdo.

O Doppler da via de entrada do ventrículo esquerdo e o de veias pulmonares têm sido utilizados para avaliação da função diastólica e pressões de enchimento do ventrículo esquerdo e função atrial esquerda. O padrão normal de veias pulmonares reflete o fluxo através destas para o átrio esquerdo durante a fase inicial da sístole ventricular (PVs1), fase tardia e relaxamento isovolumétrico (PVs2), fase inicial da

diástole ventricular (PVd), e fluxo reverso do átrio esquerdo para as veias pulmonares durante a sístole atrial (PVar).

A despeito do fluxo na fase tardia da sístole ventricular (PVs2), que representa a propagação da pressão arterial pulmonar através do fluxo da circulação pulmonar<sup>20</sup>, os fluxos pelas veias pulmonares são modulados por eventos que regulam as pressões fásicas do átrio esquerdo<sup>21</sup>.

A magnitude da VTI das ondas PVs reflete a função de reservatório do átrio esquerdo e é determinada pela função sistólica do ventrículo esquerdo e relaxamento atrial esquerdo (PVs1), complacência atrial esquerda (PVs1 e PVs2) e volume ejetado do ventrículo direito (PVs2)<sup>20</sup>.

A velocidade de pico e a VTI da PVd são índices da função atrial esquerda de conduíte<sup>22</sup> e são independentes dos fatores que afetam o esvaziamento atrial esquerdo: relaxamento ventricular esquerdo inicial e global<sup>23</sup> e estenose mitral<sup>24</sup>.

Durante a contração atrial esquerda, o sangue é ejetado do átrio esquerdo para dentro do ventrículo esquerdo e das veias pulmonares. Assim, a avaliação das velocidades transmitrais, VTI e velocidade de pico da onda A e fração de enchimento atrial<sup>25,26</sup> nos dá mais informações sobre a função de bomba do átrio esquerdo.

O valor normal para o volume máximo do átrio esquerdo é  $22 + 6$  ml/m<sup>2</sup> e quando este é maior que  $32$  ml/m<sup>2</sup> há forte correlação com eventos cardiovasculares<sup>27-30</sup>. Em um estudo que avaliou a função do átrio esquerdo em indivíduos saudáveis, o volume de esvaziamento médio deste foi de  $13,5 + 4,3$  ml/m<sup>2</sup>, o que representou  $37 + 13\%$  do volume ejetado pelo ventrículo esquerdo e a sua fração de esvaziamento foi de  $65 + 9\%$ <sup>31</sup>.

### Aorta

De rotina, deve-se descrever o diâmetro da aorta no nível dos seios aórticos e o da aorta ascendente, medidos no final da diástole. Essas medidas devem ser realizadas no plano paraesternal longitudinal, utilizando-se o modo bidimensional, uma vez que se realizada pelo modo M, geralmente resulta em subestimativa do diâmetro da aorta<sup>32</sup>. Adicionalmente, deve-se descrever a medida da via de saída do ventrículo esquerdo e a da junção sinotubular em casos de patologias que afetem a aorta ou a valva aórtica.

## Massa ventricular

Para o cálculo adequado da massa ventricular esquerda, os laudos ecocardiográficos devem conter: identificação, idade, sexo, peso, altura e área de superfície corporal do paciente. A área de superfície corporal pode ser calculada pela fórmula de Dubois & Dubois como se segue:

$$ASC (m^2) = (0,0001)^{3/4} (71,74)^{3/4} [\text{peso (kg)}]^{0,425} [altura (cm)]^{0,725}$$

A hipertrofia do ventrículo esquerdo é definida como aumento da massa ventricular. Para o cálculo da massa, a fórmula adotada pode ser a recomendada pela Sociedade Americana de Ecocardiografia, corrigida pela Convenção de Penn<sup>33</sup>:

$$\text{Massa VE (g)} = [(DDVE - 1 - S - PP)^2 (DDVE)^3]^{1,04} \times 0,8106$$

O índice de massa do ventrículo esquerdo (g/m<sup>2</sup>) é calculado corrigindo-se o valor da massa (g) pela área de superfície corpórea (m<sup>2</sup>). É considerado normal o índice de massa ventricular menor ou igual a 95 g/m<sup>2</sup> em mulheres e menor ou igual a 115 g/m<sup>2</sup> em homens. Acima desses valores é considerado que o indivíduo apresenta hipertrofia ventricular.

O tipo de geometria ventricular tem significado e importância clínica em indivíduos hipertensos<sup>34</sup>, e em indivíduos sem esta doença, a descrição de remodelamento concêntrico deve ser evitada. Nos indivíduos hipertensos, o padrão geométrico do ventrículo esquerdo é obtido com base no valor do índice de massa e da espessura relativa de parede (ER) do ventrículo esquerdo, que é calculada por:

Sendo: ER = espessura relativa de parede; S = septo; PP = parede posterior; DDVE = diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo. Valor normal  $\leq 0,425$ .

Em pacientes com cardiomiopatia hipertrófica assimétrica, deve-se descrever o grau de hipertrofia das diferentes paredes e a relação septo/parede posterior. Ressalta-se que nestes indivíduos a massa ventricular esquerda não deve ser calculada a partir das medidas lineares, uma vez que esse cálculo pressupõe o aumento relativamente homogêneo da espessura miocárdica em todas as paredes<sup>35,36</sup>.

## Referências bibliográficas

1. Lang RM, Bierig 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.
2. Ilercil A, O'Grady MJ, Roman MJ, et al. Reference values for echocardiographic measurements in urban and rural populations of differing ethnicity: the Strong Heart Study. *J Am Soc Echocardiogr* 2001; 14: 601-11.
3. Ângelo LCS, Vieira MLC, Lamego S, Morelato RL, Mill JG, Pereira A, Krieger JE. Medidas ecocardiográficas de referência em amostra da população brasileira adulta sem doença cardiovascular. *Rev Bras Ecocardiogr* 21 (2):12-17, 2008.
4. Foale R, Nihoyannopoulos P, McKenna W, Kleinebenne A, Nadazdin A, Rowland E, et al. Echocardiographic measurement of the normal adult right ventricle. *Br Heart J* 1986; 56:33-44.
5. Hirata T, Wolfe SB, Popp RL, Helmen CH, Feigenbaum H. Estimation of left atrial size using ultrasound. *Am Heart J* 1969; 78:43-52.
6. Sahn DJ, DeMaria A, Kisslo J, Weyman A. Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 1978; 58:1072-83.
7. Schabelman S, Schiller N, Anschuetz R, Silverman N, Glantz S. Comparison of four two-dimensional echocardiographic views for measuring left atrial size (abstr). *Am J Cardiol* 1978; 41:391.
8. Lemire F, Tajik AJ, Hagler DJ. Asymmetric left atrial enlargement; an echocardiographic observation. *Chest* 1976; 69:779-81.
9. Kircher B, Abbott JA, Pau S, et al. Left atrial volume determination by biplane two-dimensional echocardiography: validation by cine computed tomography. *Am Heart J* 1991; 121:864-71.
10. Himelman RB, Cassidy MM, Landzberg JS, Schiller NB. Reproducibility of quantitative two-dimensional echocardiography. *Am Heart J* 1988; 115:425-31.
11. Rodevan O, Bjornerheim R, Ljosland M, Maehle J, Smith HJ, Ihlen H. Left atrial volumes assessed by three and two-dimensional echocardiography compared to MRI estimates. *Int J Card Imaging* 1999; 15:397-410.
12. Poutanen T, Jokinen E, Sairanen H, Tikanoja T. Left atrial and left ventricular function in healthy children and young adults assessed by three dimensional echocardiography. *Heart* 2003;89:544-9.
13. Lester SJ, Ryan EW, Schiller NB, Foster E. Best method in clinical practice and in research studies to determine left atrial size. *Am J Cardiol* 1999; 84:829-32.

14. Pritchett AM, Jacobsen SJ, Mahoney DW, Rodeheffer RJ, Bailey KR, Redfield MM. Left atrial volume as an index of left atrial size: a population-based study. *J Am Coll Cardiol* 2003; 41:1036-43.
15. Tsang TS, Barnes ME, Gersh BJ, Bailey KR, Seward JB. Left atrial volume as a morphophysiological expression of left ventricular diastolic dysfunction and relation to cardiovascular risk burden. *Am J Cardiol* 2002; 90:1284-9.
16. Khankirawatana B, Khankirawatana S, Porter T. How should left atrial size be reported? Comparative assessment with use of multiple echocardiographic methods. *Am Heart J* 2004; 147: 369-74.
17. Wang Y, Gutman JM, Heilbron D, Wahr D, Schiller NB. Atrial volume in a normal adult population by two-dimensional echocardiography. *Chest* 1984; 86: 595-601.
18. Gutman J, Wang YS, Wahr D, Schiller NB. Normal left atrial function determined by 2-dimensional echocardiography. *Am J Cardiol* 1983; 51: 336-40.
19. Weyman A. Practices and principles of echocardiography. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins; 1994.
20. Smiseth OA, Thompson CR, Lohavanichbutr K, et al. The pulmonary venous systolic flow pulse: its origin and relationship to left atrial pressure. *J Am Coll Cardiol* 1999; 34:802-9.
21. Appleton CP. Hemodynamic determinants of Doppler pulmonary venous flow velocity components: new insights from studies in lightly sedated normal dogs. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30:1562-74.
22. Castello R, Pearson AC, Lenzen P, Labovitz AJ. Evaluation of pulmonary venous flow by transesophageal echocardiography in subjects with a normal heart: comparison with transthoracic echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18:65-71.
23. Prioli A, Marino P, Lanzoni L, Zardini P. Increasing degrees of left ventricular filling impairment modulate left atrial function in humans. *Am J Cardiol* 1998; 82:756-61.
24. Chen YT, Kan MN, Lee AY, Chen JS, Chiang BN. Pulmonary venous flow: its relationship to left atrial and mitral valve motion. *J Am Soc Echocardiogr* 1993; 6:387-94.
25. Thomas L, Levett K, Boyd A, Leung DY, Schiller NB, Ross DL. Compensatory changes in atrial volumes with normal aging: is atrial enlargement inevitable? *J Am Coll Cardiol* 2002; 40:1630-5.
26. Manning WJ, Leeman DE, Gotch PJ, Come PC. Pulsed Doppler evaluation of atrial mechanical function after electrical cardioversion of atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 1989; 13:617-23.
27. Barnes ME, Miyasaka Y, Seward JB, et al. Left atrial volume in the prediction of first ischemic stroke in an elderly cohort without atrial fibrillation. *Mayo Clin Proc* 2004; 79:1008-14.
28. Beinart R, Boyko V, Schwammenthal E, et al. Long-term prognostic significance of left atrial volume in acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44:327-34.

29. Sabharwal N, Cemin R, Rajan K, Hickman M, Lahiri A, Senior R. Usefulness of left atrial volume as a predictor of mortality in patients with ischemic cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 2004; 94:760-3.
30. Takemoto Y, Barnes ME, Seward JB, et al. Usefulness of left atrial volume in predicting first congestive heart failure in patients 65 years of age with well-preserved left ventricular systolic function. *Am J Cardiol* 2005; 96:832-6.
31. Gutman J, Wang YS, Wahr D, Schiller NB. Normal left atrial function determined by 2-dimensional echocardiography. *Am J Cardiol* 1983; 51:336-40.
32. Roman MJ, Devereux RB, Kramer-Fox R, O'Loughlin J. Two-dimensional echocardiographic aortic root dimensions in normal children and adults. *Am J Cardiol* 1989; 64: 507-12.
33. 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.
34. 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.
35. Wyatt HL, Heng MK, Meerbaum S, et al. Cross-sectional echocardiography. II. Analysis of mathematic models for quantifying volume of the formalin-fixed left ventricle. *Circulation* 1980; 61: 1119-25.
36. Severino S, Caso P, Cicala S, et al. Involvement of right ventricle in left ventricular hypertrophic cardiomyopathy: analysis by pulsed Doppler tissue imaging. *Eur J Echocardiogr* 2000; 1: 281-8.
37. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, Picard MH, et al. ASE Committee Recommendations. 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;18:1440-1463.