

**Artigo**

## **Ecocardiografia na triagem e seguimento da hipertensão pulmonar** Echocardiography in screening and follow up in pulmonary hypertension

*Márcia Castier Bueno<sup>1</sup>, Marcos Paulo Lacerda Bernardo<sup>2</sup>, Angelo Antunes Salgado<sup>3</sup>*

### **Resumo**

O ecocardiograma é principal exame de triagem dos pacientes com hipertensão pulmonar por ser de fácil acesso, não invasivo, permitindo a estimativa das pressões arteriais pulmonares, avaliação das repercussões sobre o ventrículo direito, bem como detectar possíveis etiologias para hipertensão pulmonar. Parâmetros obtidos da hemodinâmica pulmonar pelo ecocardiograma ajudam na diferenciação etiológica, bem como podem servir de dados prognósticos.

Novas tecnologias vêm sendo incorporadas na realização de ecocardiograma. A análise dos volumes do VD, bem como sua fração de ejeção pelo ecocardiograma tridimensional é promissora. A análise do Strain longitudinal do ventrículo direito tem sido uma ferramenta útil na avaliação da função.

O uso do ecocardiograma é ferramenta importante nos pacientes com suspeita de hipertensão pulmonar, tendo papel no diagnóstico, avaliação etiológica, bem como determinação de suas complicações sobre o ventrículo direito.

Descritores: Ecocardiograma, hipertensão pulmonar, pressões arteriais pulmonares, Strain.

### **Abstract**

Echocardiogram is the main screening test for patients with pulmonary hypertension being widely available, non invasive, allowing pulmonary arterial pressure estimation, evaluation of right ventricle repercussions, as well as detect possible etiologies for pulmonary hypertension. Parameters obtained from pulmonary hemodynamics by echocardiogram aid in etiological differentiation, as well as serve as prognostic data.

New Technologies are being incorporated in echocardiogram. Analysis of right ventricle volumes, and ejection fraction by three-dimensional echocardiogram is promising. Right ventricle longitudinal Strain analysis is a good tool for function evaluation.

Echocardiogram uses is an important tool for patients with pulmonary hypertension suspicion, used for diagnosis, etiological evaluation, as well as in determination of right ventricle complications.

Keywords: Echocardiogram, pulmonary hypertension, pulmonary artery pressures, Strain.

1. Professora associada de Cardiologia – UERJ. Médica do Serviço de Cardiologia do HUPE – Chefe do Setor de Ecocardiografia

2. Mestrando do programa de pós graduação em Ciências Médicas da UERJ

3. Médico do Serviço de Cardiologia do HUPE – Setor de Ecocardiografia – UERJ. Mestre em Cardiologia FCM-UERJ

**Endereço para correspondência:** Márcia Castier Bueno: Boulevard 28 de setembro, 77 – Vila Isabel, Rio de Janeiro

**Email:** castier@globo.com

## Introdução

Pacientes com queixas de dispneia aos esforços, dor precordial, tontura e/ou síncope e sinais de insuficiência cardíaca direita sem causa evidente, devem ser avaliados para pesquisa de HP.

Vários são os exames complementares que podem ser utilizados para avaliação inicial desses pacientes, entre os quais o eletrocardiograma (ECG), ecocardiograma transtorácico, teste de função pulmonar, tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR) e angiografia pulmonar.<sup>1</sup>

O ecocardiograma é o principal exame utilizado para triagem de HP por ser de fácil acesso, não invasivo, permitindo a realização de estimativa das pressões arteriais pulmonares, a avaliação das repercussões sobre o ventrículo direito, bem como detectar possíveis etiologias para a HP (cardiopatias congênitas e patologias do coração esquerdo).

### Avaliação das pressões arteriais pulmonares

O ecocardiograma com Doppler promove uma estimativa confiável da pressão arterial pulmonar: na ausência de obstrução ao fluxo pulmonar, a velocidade de pico da regurgitação tricúspide (RT) e o tempo de aceleração do fluxo na artéria pulmonar se correlacionam com a pressão sistólica na artéria pulmonar (PSAP) e PMAP, respectivamente. A PSAP é considerada igual a pressão sistólica no ventrículo direito (VD) na ausência de estenose valvar pulmonar ou obstrução na via de saída do VD. A pressão sistólica no VD pode ser determinada pela soma da pressão atrial direita (PAD), com o gradiente de pressão entre as cavidades direitas, calculada usando a fórmula de Bernoulli modificada: Gradiente de pressão =  $4 \times \text{Velocidade máxima (Vmax)}^2$  da RT. Para aumentar a acurácia do ecocardiograma e limitar a dependência de ângulo do fluxo, o jato da RT deve ser avaliado em múltiplas incidências para o VD. Entretanto, em pacientes com RT grave com fluxo laminar, o pico da velocidade não reflete o gradiente entre o AD e VD devido à equalização precoce das pressões.<sup>2</sup>

HP provável	Vmax regurgitação tricúspide > 3,4 m/s
HP possível	Vmax RT 2,9 – 3,4 m/s
	Vmax RT menor ou igual a 2,8 m/s + fatores de risco ecocardiográficos*

\*Fatores de risco ecocardiográficos: Dilatação de cavidades direitas (AD e/ou VD), aumento da velocidade da regurgitação pulmonar, tempo de aceleração na artéria pulmonar <105 ms, TAPSE <20 ms, "D-Shaped" septo interventricular.  
 Fonte: Galie N, Hoeper MM, Humbert M, et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: the Task Force for Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS), endorsed by the International Society of Heart and Lung Transplantation (ISHLT). Eur Heart J 2009;30:2493-537.

Nesses casos, o pico precoce da velocidade e a velocidade diastólica final da regurgitação pulmonar (RP) podem promover estimativa da PMAP e da pressão diastólica da artéria pulmonar (PDAP), respectivamente. Quando presente a RP é caracterizada por uma ascensão rápida da velocidade do fluxo após o fechamento da valva pulmonar e uma desaceleração gradual até a próxima abertura. O pico da velocidade da RP pode estimar a PMAP usando a equação:  $PMAP = 4 \times V_{max}^2 RP + PAD$ , enquanto a velocidade diastólica final da RP permite o cálculo da PDAP, usando a equação:  $PDAP = 4 \times \text{Velocidade diastólica final da RP}^2 + PAD$ .<sup>2</sup>

A estimativa da pressão atrial direita (PAD) é avaliada pelo ecocardiograma, na incidência subcostal, posicionando o feixe de ultrassom perpendicularmente ao maior eixo da veia cava inferior, podendo ser utilizado o modo-M para medida do seu diâmetro, bem como a variação do mesmo com a respiração. Combinando-se esses achados estima-se a pressão atrial direita da seguinte forma: diâmetro da veia cava inferior (VCI) menor que 2,1 cm associado ao colapso da VCI > 50%, PAD= 3mmHg (0-5mmHg). Diâmetro da VCI menor ou igual a 2,1 cm com colapso da VCI <50%, ou diâmetro de VCI >2,1 cm com colapso da VCI > 50%, PAD= 8mmHg (5-10mmHg). Diâmetro da VCI >2,1cm com colapso da VCI < 50%, PAD= 15mmHg.<sup>3</sup>

Outro parâmetro que pode ser utilizado na determinação de HP é tempo de aceleração do fluxo pulmonar (TAc), definido como tempo de intervalo entre o início do fluxo anterógrado na artéria pulmonar até o pico do fluxo, sendo esse valor inversamente proporcional às pressões pulmonares. Lanzarini et al, identificaram um TAc < 93ms em 67,4% dos pacientes com HP.<sup>4</sup>

A avaliação da resistência vascular pulmonar (RVP) é importante passo nos pacientes com HP. É útil na definição de hipertensão arterial pulmonar (HAP), bem como na avaliação de pacientes candidatos a transplante cardíaco. A determinação ecocardiográfica da RVP é controversa na literatura. Abbas et al. propuseram a estimativa da RVP através da seguinte fórmula:

### Velocidade da RT / Integral velocidade tempo do fluxo pulmonar x 10

O resultado dessa equação é expresso em unidades Wood. Quando maior ou igual a 2 indicam aumento da resistência vascular pulmonar.<sup>5</sup>

A pressão capilar pulmonar (PCP) é um parâmetro útil na discriminação entre HAP e HP secundária a patologias do ventrículo esquerdo. O valor da PCP na HAP é < 15mmHg, já na HP do grupo 2 é > 15mmHg. A PCP pode ser estimada pelo ecocardiograma através da análise do padrão do fluxo transmitral e da relação E/E'.

### Avaliação do ventrículo direito

Diferentes tipos de sobrecarga resultam em diferentes tipos de adaptação do VD. O VD se adapta melhor a sobrecarga de volume do que à sobrecarga de pressão. Em modelos experimentais de bandagem da artéria pulmonar, observa-se hipertrofia ventricular direita, leve dilatação do VD, com redução da capacidade de exercício físico, enquanto sobrecargas de volume levam a hipertrofia e dilatação grave com capacidade física preservada. A hipertrofia do VD é a primeira resposta adaptativa, podendo evoluir em fases subsequentes com dilatação e disfunção.<sup>6</sup>

A análise morfológica do VD pelo ecocardiograma é desafiante. O VD apresenta forma triangular em visão frontal e lateral, e em crescente no corte transverso. Pode ser dividido em via de entrada, ápice e infundíbulo. Em comparação ao ventrículo esquerdo, o VD é caracterizado por trabeculação proeminente, o que limita a acurácia do delineamento da borda endocárdica.<sup>7</sup>

A avaliação do VD deve ser realizada nas janelas apical 4 câmaras, apical 4 câmaras direcionado para o VD, paraesternal longitudinal e eixo curto, além da janela subcostal. A medida das dimensões do VD é melhor realizada na janela apical 4 câmaras direcionado para o VD. Deve-se ter cuidado na obtenção da imagem para avaliação do diâmetro máximo do VD. Obtêm-se as medidas da cavidade na porção basal, médio-cavitária e longitudinal.

Avalia-se também o diâmetro da via de saída do VD (VSVD) em sua porção proximal e distal, além do diâmetro do tronco pulmonar em sua porção proximal.

A espessura da parede do VD é medida na janela subcostal. Se >0,5cm indica hipertrofia.

A função sistólica do VD é analisada utilizando-se múltiplos parâmetros, incluindo a excursão sistólica do plano anular tricuspídeo (TAPSE), fração de alteração da área do VD (FAC), velocidade da onda S no anel tricúspide, fração de ejeção pelo ecocardiograma em 3D, Strain longitudinal, índice de performance miocárdica (índice de Tei).

O TAPSE é de fácil obtenção, medindo a excursão sistólica do anel tricúspide através do modo M na janela apical 4 câmaras. Apesar de refletir apenas o encurtamento longitudinal do VD, possui boa correlação com técnicas que estimam função sistólica global. Valores abaixo de 17 mm são considerados anormais.

O FAC é o percentual de variação das medidas da área do VD na diástole e na sístole vistas no corte apical 4 câmaras. Requer alguns cuidados, pois o ventrículo inteiro deve estar na imagem e as trabeculações devem ser excluídas do traçado. É obtida pela seguinte fórmula:

$$\frac{\text{Área diastólica final} - \text{Área sistólica final}}{\text{Área diastólica final}}$$

Quando menor que 35% indica disfunção sistólica do VD.

A velocidade da onda S do Doppler tissular do anel tricuspídeo é fácil de medir, confiável e reproduzível, é obtido a partir do traçado de Doppler tissular do anel tricúspide lateral no corte apical de 4 câmaras. Possui boa correlação com outras medidas da função sistólica global. Deve-se ter o cuidado de alinhar o segmento basal e o anel com o cursor do Doppler para evitar erros. Se <9,5cm/seg é considerado anormal.<sup>8</sup>

O ecocardiograma tridimensional (ECO 3D) tem sido validado para medição dos volumes do VD e fração de ejeção do VD comparando-se favoravelmente à ressonância nuclear magnética. A grande vantagem do ECO 3D é ausência de necessidade de assumir formas geométricas para realização dos cálculos. Seu grande limitante é a janela acústica do paciente que precisa ser adequada para análise.<sup>9</sup>

Os parâmetros de deformação miocárdica (*Strain* e *strain rate*) são formas promissoras para acessar função global e regional do VD. Podem auxiliar na detecção de sinais precoces de disfunção do VD e permitir o acompanhamento de pacientes em tratamento. O *Strain* longitudinal do VD deve ser medido na janela apical 4 câmaras direcionada para o VD.<sup>10</sup>

O índice de Tei provê um índice global da função ventricular direita, sistólica e diastólica. Obtido a partir das medidas dos tempos de contração isovolumétrica (TCIV), relaxamento isovolumétrico (TRIV) e ejeção (TEj), com o seguinte cálculo:

$$\text{IPM} = \frac{\text{TCIV} + \text{TRIV}}{\text{TCIV} + \text{TRIV} + \text{TEj}}$$

Quando > 0,43 (através do fluxo) ou > 0,54 (através do Doppler tissular) indica disfunção ventricular direita. O inconveniente é que pode estar falsamente reduzido na presença de pressões elevadas de átrio direito.<sup>11</sup>

**Figura 1.** Avaliação da função do ventrículo direito. (A) Janela apical 4 câmaras direcionada para o VD. Avaliação da fração de alteração da área do VD. (B) Medida do TAPSE. (C) Avaliação do Strain longitudinal da parede livre do VD. (D) Doppler tissular do anel lateral tricuspídeo. Fonte: Mocerri P, Boudouy D, Cjiche O, et al. Imaging in pulmonary hypertension: Focus on the role of echocardiography. Arch Cardiovasc Disease 2014;107, 261-271.

### Avaliação do coração esquerdo

O estudo do coração esquerdo permite caracterização das estruturas valvares, a avaliação das espessuras das paredes ventriculares, dimensões e morfologia das cavidades e a avaliação da função ventricular (sistólica e diastólica). Durante essa avaliação busca-se patologias que podem estar associadas à HP (valvopatia mitral e aórtica, disfunção sistólica e diastólica, etc).

A sobrecarga do VD pode levar ao deslocamento do septo interventricular levando ao aspecto em “D” do VE.<sup>12</sup>

Os shunts sistêmico-pulmonares devem ser sistematicamente excluídos, sendo útil em alguns casos a complementação de contraste venoso e efetuar ecocardiograma transesofágico.<sup>13</sup>

**Tabela 2** - Resumo dos valores limites para avaliação das dimensões e função do VD

Variável	Anormal
Diâmetro VD basal	>4,1cm
Diâmetro VD médio-cavitário	>3,5cm
Diâmetro VD longitudinal	>8,3cm
Diâmetro VSVD proximal	>3,3cm
Diâmetro VSVD distal	>2,7cm
Diâmetro tronco pulmonar	>2,8cm
TAPSE	<1,7cm
Velocidade da onda S	<9,5cm/s
FAC	<35%
Strain da parede livre do VD	>-20%
Índice de Tei (pelo Doppler pulsado)	>0,43

Fonte: Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A. et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: An update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. J of the Am Soc of Echocard. 2015; 28: 1-53.

## Referências

- Rich S, Dantzker DR, Ayres SM, Bergofsky EH, Brundage BH, Detre KM, et al. Primary pulmonary hypertension. A national prospective study. *Ann Intern Med* 1987; 107(2):216-23.
- Galie N, Hoeper MM, Humbert M, et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: the Task Force for Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS), endorsed by the International Society of Heart and Lung Transplantation (ISHLT). *Eur Heart J* 2009;30:2493-537.
- Rudski et al. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiography* 2010; 23: 685-713.
- Lanzarini L, Fontana A, Campana C, Klersy C. Two simple echo-Doppler measurements can accurately identify pulmonary hypertension in the large majority of patients with chronic heart failure. *J Heart Lung Transplant* 2005; 24:745-54.
- Abbas AE, Fortuin FD, Schiller NB, et al. A simple method for non-invasive estimation of pulmonary vascular resistance. *J Am Coll Cardiol* 2003;41:1021-7.
- Bartelds B, Borgdoff MA, Smit-van Oosten A, et al. Differential responses of the right ventricle to abnormal loading conditions in mice: pressure vs volume load. *Eur J Heart Fail* 2011;13:1275-82.
- Ho SY, Nihoyannopoulos P. Anatomy, echocardiography, and normal right ventricular dimensions. *Heart* 2006; 92(Suppl. 1):12-13.
- Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A. et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: An update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J of the Am Soc of Echocard.* 2015; 28: 1-53.
- Valsangiacomo Buechel ER, Mertens L: Imaging th right heart: The use of integrated multimodality imaging. *Eur Heart J* 2012;33:949-960.
- Giusca S, Dambrauskaitė V, Scheurwegs C, D’Hooge J, Claus P, Herbots L. et al. Deformation imaging describes right ventricular function better than longitudinal displacement of the tricuspid ring. *Heart* 2010;96:281-8.
- Moceri P, Baudouy D, Cjiche O, et al. Imaging in pulmonary hypertension: Focus on the role of echocardiography. *Arch Cardiovasc Disease* 2014;107, 261-271.
- Bussadori CM, Di Salvo G, Pluchinotta FR, Piazza L, Gaio G, Russo MG, et al. Evaluation of right ventricular function in adults with congenital heart defects. *Ecocardiography*.2015;32(Suppl 1):538-52.
- Bussadori CM, Di Salvo G, Pluchinotta FR, Piazza L, Gaio G, Russo MG, et al. Evaluation of right ventricular function in adults with congenital heart defects. *Ecocardiography*.2015;32(Suppl 1):538-52.