

## Correlação Ecocardiográfica entre Função Ventricular Direita e Volume Atrial Esquerdo

*Echocardiographic Correlation between Right Ventricular Function and Left Atrial Volume*

Liz Andréa Villela Baroncini,<sup>1</sup> Lucas José Lira Borges,<sup>2</sup> Ana Cristina Camarozano,<sup>1</sup> Daniela de Castro Carmo,<sup>2</sup> Rubens Zenobio Darwich,<sup>2</sup> Jeronimo Antonio Fortunato Junior<sup>2</sup>

Instituto Saber e Aprender,<sup>1</sup> Curitiba, PR - Brasil

Hospital da Cruz Vermelha – Cruz Vermelha Brasileira - Filial do Estado do Paraná,<sup>2</sup> Curitiba, PR – Brasil

### Resumo

**Fundamentos:** A relação entre a disfunção diastólica do ventrículo esquerdo (DDVE), seus achados mais importantes, como aumento do átrio esquerdo e hipertrofia ventricular esquerda (HVE), e a função do ventrículo direito (VD) tem pouca documentação na literatura científica.

**Objetivo:** Avaliar a correlação entre o tamanho atrial esquerdo em indivíduos com e sem DDVE e HVE e função e dimensões do VD.

**Métodos:** Foram selecionados 50 pacientes, sendo 25 com DDVE (grupo de estudo [GE];  $67,1 \pm 10,6$  anos; 40% homens) e 25 sem DDVE (grupo-controle [GC];  $49,9 \pm 16,3$  anos; 52% homens). Os pacientes foram submetidos a ecocardiografia transtorácica com avaliação do tamanho e volume atrial esquerdo (VAE), DDVE, HVE, dimensões e função do VD. Valores de  $p < 0,05$  indicaram significância estatística.

**Resultados:**  $VAE > 34 \text{ ml/m}^2$  e tamanho atrial esquerdo  $> 40 \text{ mm}$  apresentaram menores valores absolutos de excursão sistólica do plano do anel tricúspide (TAPSE) e  $S'$  lateral do VD ( $p \leq 0,001$ , coeficiente de correlação de Pearson de  $-0,4$  e  $-0,38$ , respectivamente) no GE. O GE apresentou maior incidência de HVE e maior diâmetro atrial esquerdo quando comparado ao GC ( $p = 0,02$  e  $p = 0,03$ , respectivamente). O GE apresentou maior diâmetro e VAE nos indivíduos com DDVE grau II quando comparados aos indivíduos com DDVE grau I ( $p = 0,02$  e  $p = 0,01$ , respectivamente).

**Conclusões:** O presente estudo permitiu correlacionar de maneira inédita o aumento atrial esquerdo com diminuição progressiva da função ventricular direita em pacientes com disfunção diastólica de VE. (Arq Bras Cardiol. 2019; 112(3):249-257)

**Palavras-chave:** Disfunção Ventricular Direita; Função Atrial/Fisiologia; Ecocardiografia/Métodos; Pressão Sanguínea; Insuficiência Cardíaca; Volume Sistólico.

### Abstract

**Background:** Few reports exist on the relationship of the left ventricular diastolic dysfunction (LVDD) with its most important features including enlargement of the left atrium and left ventricular hypertrophy (LVH), and with the right ventricular (RV) function.

**Objective:** To determine the correlation between the left atrial size and the RV function and dimensions in patients with and without LVDD and LVH.

**Methods:** Fifty patients were included, 25 (40% men) of them with LVDD, aged  $67.1 \pm 10.6$  years (study group) and 25 without LVDD (52% men) aged  $49.9 \pm 16.3$  years (control group). Patients underwent transthoracic echocardiography with evaluation of the left atrial size and volume (LAV), LVDD, LVH, and RV function and dimensions.  $P$ -values  $< 0.05$  were considered statistically significant.

**Results:**  $LAV > 34 \text{ mL/m}^2$  and left atrial size  $> 40 \text{ mm}$  were associated with lower absolute values of tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) and RV lateral  $S'$  ( $p \leq 0.001$ , Pearson's correlation coefficient  $-0.4$  and  $-0.38$ , respectively) in the study group. Patients in the study group showed higher incidence of LVH ( $p = 0.02$ ) and greater left atrial diameter ( $p = 0.03$ ) compared with the control group. In addition, greater left atrial diameter ( $p = 0.02$ ) and LAV ( $p = 0.01$ ) values were found in patients with LVDD grade II compared with LVDD grade I.

**Conclusions:** The present study determined, for the first time, the correlation of left atrial enlargement with progressive RV dysfunction in patients with LVDD. (Arq Bras Cardiol. 2019; 112(3):249-257)

**Keywords:** Ventricular Dysfunction Right; Atrial Function/Physiology; Echocardiography/Methods; Blood Pressure; Heart Failure; Stroke Volume

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Liz Andréa Villela Baroncini •

Rua Buenos Aires, 764, apt. 601. CEP 80250-070, Batel, Curitiba, PR – Brasil

E-mail: lizavb@cardiol.br, lizandreabaroncini@hotmail.com

Artigo recebido em 25/02/2018, revisado em 25/05/2018, aceito em 23/07/2018

DOI: 10.5935/abc.20190042

## Introdução

A interdependência morfológica e funcional entre os dois ventrículos pode ser explicada por três mecanismos: (1) aumento da pressão diastólica final do ventrículo direito (VD) em resposta ao aumento do volume do ventrículo esquerdo (VE); (2) aumento das pressões de enchimento do VE determinando tensão mecânica nas fibras musculares comuns aos dois ventrículos; e (3) fatores humorais, como as catecolaminas, que podem mediar a hipertrofia dos ventrículos como resposta à sobrecarga pressórica de um dos dois ventrículos.<sup>1-4</sup> A função do VD, bem como suas dimensões, está diretamente interligada à função sistólica do VE. A dilatação do VD e a redução de sua força contrátil é frequentemente encontrada em estágios avançados de disfunção ventricular esquerda, evidenciando a estreita correlação interventricular.<sup>5-7</sup> É conhecido que nos pacientes com insuficiência cardíaca com fração de ejeção do VE reduzida, a dinâmica dos fluxos e pressões está alterada, influenciando o tamanho e a função de outras cavidades cardíacas. Entretanto, a relação entre insuficiência cardíaca com fração de ejeção do VE preservada e aumento das dimensões do VD com redução de sua função sistólica tem documentação reduzida na literatura.<sup>4</sup> O mesmo ocorre em relação à disfunção diastólica do VE (DDVE) e seus achados mais importantes como aumento do átrio esquerdo (AE), hipertrofia ventricular esquerda (HVE) e a sua influência sobre a função sistólica e volumes do VD. Particularmente, o AE reflete a disfunção diastólica ventricular esquerda, uma vez que as tensões parietais causadas pela elevação das pressões de enchimento aumentadas no VE levam a sua dilatação.<sup>4</sup> Ainda não existem trabalhos na literatura avaliando especificamente a influência de tamanho e volume atriais esquerdos (VAE) sobre diâmetros e função sistólica do VD. Assim sendo, o objetivo do presente estudo foi avaliar a correlação entre diâmetro e VAE em indivíduos com e sem DDVE e presença de HVE e função e diâmetros ventriculares direitos.

## Metodologia

### Pacientes

Estudo de coorte observacional transversal. Foram selecionados por conveniência 50 pacientes ambulatoriais consecutivos usuários do sistema público de saúde, que realizaram ecocardiograma transtorácico (ETT), com quantificação de função diastólica ventricular esquerda, diâmetro e VAE, presença de HVE e função sistólica e diâmetros ventriculares direitos. Dentre a população ambulatorial referendada pelo médico assistente para realização de ETT, por qualquer indicação clínica, foram selecionados pacientes de ambos os sexos, acima de 18 anos de idade, de qualquer etnia. Os critérios de exclusão foram: presença de disfunção sistólica do VE global (fração de ejeção < 52% para homens e < 54% para mulheres) ou segmentar, doenças infiltrativas e pericardiopatias, doença pulmonar obstrutiva crônica/asma, valvopatias moderadas a graves com repercussão hemodinâmica, defeitos do septo interatrial ou interventricular, pacientes com impossibilidade de análise da função diastólica

do VE (valvopatias com repercussão hemodinâmica, fibrilação atrial no momento do exame, transplante cardíaco, presença de marca-passo definitivo), presença de bloqueio completo do ramo esquerdo ou direito ao eletrocardiograma e pacientes com DDVE grau III. Os seguintes dados clínicos foram coletados: idade, sexo, peso, altura, índice de massa corpórea, presença de hipertensão arterial sistêmica (HAS), diabetes melito (DM), doença arterial coronariana (DAC), tabagismo (atual ou pregresso) e dislipidemia. Os diagnósticos da HAS, DM, dislipidemia e tabagismo constavam dos prontuários dos pacientes e/ou foram relatados pelos mesmos (informação referida). O diagnóstico de HAS foi realizado considerando presença de pressão arterial  $\geq 140/90$  mmHg para pressão sistólica e diastólica, respectivamente, em pelo menos duas ocasiões, ou uso de medicação anti-hipertensiva pelo paciente.<sup>8</sup> O diagnóstico de DM foi considerado na presença de: (1) sintomas de poliúria, polidipsia e perda ponderal acrescidos de glicemia casual > 200 mg/dl. Compreende-se por glicemia casual aquela realizada a qualquer hora do dia, independentemente do horário das refeições; (2) glicemia de jejum  $\geq 126$  mg/dl (7 mmol/l); (3) glicemia de 2 horas pós-sobrecarga de 75 g de glicose > 200 mg/dl; e (4) hemoglobina glicada A1C  $\geq 6,5\%$  ou uso de medicação hipoglicemiante ou insulina pelo paciente.<sup>9</sup> Dislipidemia foi considerada seguindo a V Diretriz Brasileira de Dislipidemia e Prevenção de Aterosclerose, sendo considerado colesterol total > 200 mg/dl, colesterol de lipoproteínas de alta densidade (HDL) < 40 mg/dl para homens e < 50 mg/dl para as mulheres, colesterol de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) > 160 mg/dl, triglicérides > 150 mg/dl ou uso de medicações para dislipidemia pelo paciente.<sup>10</sup> A presença de DAC foi confirmada por dados de prontuário médico, incluindo: infarto do miocárdio não fatal e revascularização miocárdica cirúrgica ou percutânea. Todos os pacientes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido em duas vias, sendo que uma ficou em posse do participante da pesquisa. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa local.

### Avaliação ecocardiográfica

Os seguintes equipamentos de ecocardiografia foram utilizados: iE33™ (Phillips), EnVisor™ (Phillips) e Vivid™ e (GE), todos com *software* de imagem harmônica habilitado. Os exames foram realizados por dois ecocardiografistas experientes com habilitação em ETT. Os dados ecocardiográficos tabulados foram função diastólica do VE (normal, grau I e grau II), presença de HVE concêntrica e excêntrica, tamanho e VAE, dimensões e medida de função sistólica do VD. O tamanho atrial esquerdo foi medido linearmente na janela paraesternal longitudinal utilizando os modos M e bidimensional. O VAE foi estimado nas janelas apical 4 câmaras e 2 câmaras, de acordo com recomendações atuais.<sup>5-8</sup> Na avaliação da função diastólica ventricular esquerda, foram consideradas primordialmente variáveis altamente específicas – com o objetivo de reduzir os resultados falso-positivos. São elas: relação das velocidades do fluxo transmitral E e A (< 0,8); avaliação pelo Doppler tecidual da velocidade e' anular (septal < 7 cm/s e lateral < 10 cm/s); relação média E/e' > 14; volume indexado do AE obtido nas janelas 2 e 4 câmaras > 34 ml/m<sup>2</sup>; e pico da velocidade da regurgitação tricúspide

> 2,8 m/s. A graduação da disfunção diastólica foi realizada considerando-se inicialmente a análise do fluxo transmitral. Quando a relação E/A foi < 0,8 e a velocidade da onda E < 50 cm/s, foi determinada a disfunção grau I. Quando a relação E/A foi > 2, sugeriu-se disfunção grau III. Quando há houve relação E/A < 0,8 com velocidade da onda E > 50 cm/s ou relação E/A entre 0,8 e 2, outros parâmetros foram recomendados para avaliação: velocidade da regurgitação mitral, volume do AE e relação E/e', de acordo as diretrizes atuais.<sup>11</sup> A HVE foi avaliada e categorizada em concêntrica (índice de massa aumentado + espessura relativa de parede aumentada) e excêntrica (índice de massa aumentado + espessura relativa de parede normal), de acordo com a espessura relativa das paredes (normal < 0,42), e a massa ventricular indexada (normal < 95 mg/m<sup>2</sup> para mulheres e < 115 mg/m<sup>2</sup> para homens), seguindo as recomendações vigentes.<sup>5</sup> O diâmetro ventricular direito considerado foi a medida efetuada na janela longitudinal paraesternal, entre a parede anterior do VD e o septo interventricular na junção septal-aórtica.<sup>5-7</sup> A análise da função sistólica do VD considerou dois parâmetros: TAPSE (excursão sistólica do plano do anel tricúspide) com o modo M (normal > 16 mm) e velocidade da onda S' lateral por meio do Doppler tecidual (normal > 9,5 cm/s).<sup>5-7</sup> Os pacientes foram então divididos em dois grupos: o primeiro constituído por 25 sujeitos com análise da função diastólica normal do VE (grupo-controle [GC]) e o segundo envolvendo 25 pacientes com DDVE graus I e II (grupo de estudo [GE]).

### Análise estatística

Os resultados das variáveis quantitativas foram descritos por médias e desvios padrão, medianas e amplitudes. Para variáveis categóricas foram apresentadas frequências e percentuais. Para a comparação de dois grupos em relação

a variáveis quantitativas foi usado o teste *t* de Student para amostras independentes. Em relação a variáveis categóricas as comparações foram feitas usando-se o teste exato de Fisher. Para avaliar a associação entre variáveis quantitativas foram analisados os coeficientes de correlação de Pearson. A condição de normalidade das variáveis quantitativas foi verificada usando-se o teste de Kolmogorov-Smirnov. Valores de *p* < 0,05 indicaram significância estatística. Os dados foram analisados com o programa computacional IBM SPSS Statistics v.20.0 (Armonk, NY).

### Resultados

A média de idade do GC foi 49,9 ± 16,3 anos e 52% dos indivíduos eram do sexo masculino. No GE, a média de idade foi 67,1 ± 10,6 anos (*p* < 0,001), 40% do sexo masculino, com maior prevalência de HAS. As demais características clínicas da população estudada estão dispostas na Tabela 1. Os valores de TAPSE, S' lateral do VD, diâmetro diastólico do VD, tamanho do AE e volume do AE apresentaram distribuição normal. O GE apresentou maior incidência de HVE (concêntrica e excêntrica) e maior diâmetro atrial esquerdo quando comparado ao GC; entretanto, não houve diferença significativa em relação aos demais parâmetros (Tabelas 2 e 3). Na análise específica do GE, foram encontrados maior diâmetro e maior VAE nos indivíduos com DDVE grau II quando comparados aos indivíduos com DDVE grau I, sem alterações significativas em relação aos demais parâmetros (Tabela 4). Os padrões de HVE concêntrica ou excêntrica não influenciaram o AE ou os demais parâmetros ecocardiográficos (Tabela 4). Foi encontrada uma correlação estatisticamente significativa entre o valor absoluto do TAPSE e S' lateral do VD com tamanho e VAE. Volume atrial esquerdo > 34 ml/m<sup>2</sup> e tamanho atrial esquerdo > 40 mm apresentaram menores valores absolutos de TAPSE e S' lateral do VD [*p* ≤ 0,001,

**Tabela 1 – Características basais da população estudada**

Variável	Classificação	Grupo		Valor de <i>p</i> *
		Controle (n = 25)	Estudo (n = 25)	
Idade (anos)	Média ± DP	49,9 ± 16,3	67,1 ± 10,6	< 0,001
Sexo	Masculino	13 (52%)	10 (40%)	0,571
	Feminino	12 (48%)	15 (60%)	
HAS	Não	17 (68%)	5 (20%)	0,001
	Sim	8 (32%)	20 (80%)	
DM	Não	23 (92%)	18 (72%)	0,138
	Sim	2 (8%)	7 (28%)	
Dislipidemia	Não	21 (84%)	18 (72%)	0,496
	Sim	4 (16%)	7 (28%)	
DAC	Não	25 (100%)	23 (92%)	0,490
	Sim	0 (0)	2 (8%)	
Tabagismo	Não	22 (88%)	21 (84%)	1
	Sim	3 (12%)	4 (16%)	

Resultados descritos por média ± desvio padrão (DP) ou por frequência e percentual. \*Teste *t* de Student para amostras independentes (idade); teste exato de Fisher (variáveis categóricas); *p* < 0,05. HAS: hipertensão arterial sistêmica; DM: diabetes melito; DAC: doença arterial coronariana.

Tabela 2 – Parâmetros ecocardiográficos basais nos grupos estudados

Variável	Grupo	n	Média ± desvio padrão	Valor de p*
TAPSE VD (mm)	Controle	25	22,3 ± 2,0	0,103
	Estudo	25	21,2 ± 2,6	
S' lateral VD (cm/s)	Controle	25	13,7 ± 1,8	0,295
	Estudo	25	13,2 ± 1,7	
DDVD (mm)	Controle	25	20,9 ± 2,7	0,219
	Estudo	25	22,0 ± 3,2	
Tamanho do AE (mm)	Controle	25	33,5 ± 5,1	0,016
	Estudo	25	37,3 ± 5,5	
Volume do AE (ml/m <sup>2</sup> )	Controle	25	29,2 ± 5,5	0,508
	Estudo	25	30,3 ± 6,7	

\*Teste t de Student para amostras independentes,  $p < 0,05$ . TAPSE: excursão sistólica do plano do anel tricúspide com o modo M; DDVD: diâmetro diastólico do ventrículo direito; AE: átrio esquerdo; VD: ventrículo direito.

Tabela 3 – Comparação entre os parâmetros ecocardiográficos basais nos grupos de estudo e controle

Variável	Classificação	Grupo		Valor de p*
		Controle (n = 25)	Estudo (n = 25)	
Grau da disfunção diastólica VE	Normal	25 (100%)		
	Grau I		21 (84%)	
	Grau II		4 (16%)	-
HVE	Normal	25 (100%)	19 (76%)	
	Concêntrica (c)	0 (0)	5 (20%)	
	Excêntrica (e)	0 (0)	1 (4%)	-
HVE	Normal	25 (100%)	19 (76%)	
	Hipertrofia (c/e)	0 (0)	6 (34%)	0,022
TAPSE VD (mm)	Normal (> 16)	25 (100%)	25 (100%)	
	Alterado ( $\leq$ 16)	0 (0)	0 (0)	1
S' lateral VD (cm/s)	Normal (> 9,5)	25 (100%)	25 (100%)	
	Alterado ( $\leq$ 9,5)	0 (0)	0 (0)	1
DDVD (mm)	Normal (16 a 30)	25 (100%)	25 (100%)	
	Alterado (< 16 ou > 30)	0 (0)	0 (0)	1
Tamanho do AE (mm)	Normal (< 40)	23 (92%)	16 (64%)	
	Alterado ( $\geq$ 40)	2 (8%)	9 (36%)	0,037
Volume do AE (ml/m <sup>2</sup> )	Normal (< 34)	20 (80%)	18 (72%)	
	Alterado ( $\geq$ 34)	5 (20%)	7 (28%)	0,742

Resultados descritos por frequência e percentual. Teste exato de Fisher (variáveis categóricas);  $p < 0,05$ . VE: ventrículo esquerdo; HVE: hipertrofia ventricular esquerda; TAPSE: excursão sistólica do plano do anel tricúspide com o modo M; DDVD: diâmetro diastólico do ventrículo direito; AE: átrio esquerdo.

coeficiente de correlação de Pearson (ccP) de  $-0,4$  e  $-0,38$ , respectivamente]. O TAPSE e o S' lateral do VD apresentaram uma forte correlação positiva (ccP de  $0,70$ ,  $p < 0,001$ ), assim como o VAE e o tamanho atrial esquerdo (ccP de  $0,89$ ,  $p < 0,01$ ) (Tabelas 5 e 6, Figuras 1 e 2).

## Discussão

A importância do VAE como um índice sensível que expressa a gravidade da função diastólica do VE e que fornece

informações prognósticas em várias cardiopatias está bem documentada na literatura;<sup>4</sup> entretanto, sua possível influência no desempenho ventricular direito ainda é um campo que carece de pesquisas. O presente estudo evidenciou correlação significativa inversa entre tamanho e VAE e valores absolutos do TAPSE e S' lateral do VD em pacientes com DDVE.

Em um estudo semelhante, Torii et al.,<sup>12</sup> comparando 239 indivíduos com fibrilação atrial (FA) e 281 indivíduos com ritmo sinusal, evidenciaram menores valores de TAPSE nos pacientes com FA independentemente de idade, sexo,

**Tabela 4 – Parâmetros ecocardiográficos no grupo de estudo em relação ao grau de disfunção diastólica ventricular esquerda e à presença de hipertrofia ventricular esquerda (HVE) concêntrica (c) e excêntrica (e)**

Variável	Disfunção diastólica VE	n	Média ± desvio padrão	Valor de p*
TAPSE VD (mm)	Grau I	21	21,2 ± 2,5	0,832
	Grau II	4	21,5 ± 3,5	
S' VD (cm/s)	Grau I	21	13,2 ± 1,7	0,604
	Grau II	4	12,8 ± 1,7	
DDVD (mm)	Grau I	21	21,5 ± 3,2	0,085
	Grau II	4	24,5 ± 1,9	
AE (mm)	Grau I	21	35,9 ± 4,6	0,002
	Grau II	4	44,5 ± 4,4	
Volume AE (ml/m <sup>2</sup> )	Grau I	21	29,0 ± 5,5	0,017
	Grau II	4	37,5 ± 8,9	
Variável	HVE	n	Média ± desvio padrão	Valor de p*
TAPSE VD (mm)	Normal	19	20,8 ± 2,5	0,176
	HVE (c/e)	6	22,5 ± 2,8	
S' VD (cm/s)	Normal	19	13,1 ± 1,7	0,580
	HVE (c/e)	6	13,5 ± 1,8	
DDVD (mm)	Normal	19	21,5 ± 3,3	0,185
	HVE (c/e)	6	23,5 ± 2,8	
AE (mm)	Normal	19	36,3 ± 5,2	0,104
	HVE (c/e)	6	40,5 ± 6,0	
Volume AE (ml/m <sup>2</sup> )	Normal	19	29,7 ± 6,2	0,413

\*Teste t de Student para amostras independentes,  $p < 0,05$ . TAPSE: excursão sistólica do plano do anel tricúspide com o modo M; DDVD: diâmetro diastólico do ventrículo direito; VE: ventrículo esquerdo; AE: átrio esquerdo; VD: ventrículo direito.

frequência cardíaca, fração de ejeção ventricular esquerda ou grau de regurgitação tricúspide. Não foi feita, nessa pesquisa, nenhuma correlação com o tamanho ou o VAE. Uma vez que no presente estudo não foram admitidos pacientes portadores de FA, é possível inferir que o aumento do AE por si só esteja influenciando também os valores do TAPSE e S' lateral do VD. Sabe-se que o aumento do AE ocorre de modo não uniforme devido a limitações físicas impostas pelo esterno e pela coluna vertebral, os quais também influenciam a dilatação e o movimento das demais câmaras.<sup>4</sup> O TAPSE reflete não apenas o encurtamento da parede livre do VD, mas também a tração do VD resultante da contração ventricular esquerda e os efeitos da translação do coração dentro do tórax.<sup>13</sup> O aumento do AE devido à sobrecarga de pressão e volume causa alterações estruturais nas demais câmaras cardíacas, incluindo dilatação concomitante do anel tricúspide, aumento da mobilidade dos folhetos tricúspides, remodelamento ventricular direito e aparecimento de regurgitação valvar tricúspide.<sup>14,15</sup> Uma hipótese possível seria que a dilatação do anel tricúspide, secundária ao aumento do AE, altere os valores de TAPSE e S' lateral devido ao deslocamento do próprio anel mitral, causando remodelamento ventricular direito e alterando sua capacidade de encurtamento longitudinal, uma vez que o local determinado para a realização dessas medidas é justamente o implante lateral da valva tricúspide.

Entretanto, não se pode afastar que essas alterações e deslocamentos anatômicos das cavidades cardíacas causados pelo aumento atrial esquerdo provoquem alterações no ângulo do feixe ultrassônico, modificando os valores de Doppler tecidual obtidos. Um achado interessante foi o fato de que o volume atrial esquerdo medido em toda a população foi praticamente normal, embora o tamanho linear do AE tenha sido maior no GE. Sabe-se que essa medida linear do AE tem baixa acurácia e reprodutibilidade na sua quantificação devido a limitações técnicas como a angulação do feixe de ultrassom e a geometria irregular do próprio AE.<sup>4</sup>

Também se faz necessário ressaltar que os valores de referência para o volume atrial esquerdo são baseados em trabalhos internacionais que envolvem populações de maior estatura, não existindo dados envolvendo uma grande população exclusivamente brasileira.<sup>16</sup> Entretanto, aumentos pequenos no VAE notados nos pacientes com DDVE foram suficientes para alterar os valores de TAPSE e S' lateral do VD.

Os critérios de exclusão no presente estudo foram rígidos e não eram esperados sinais de disfunção ventricular direita evidentes em nenhum dos grupos, o que foi confirmado pelos valores normais de TAPSE e S' lateral do VD na população estudada. Em um estudo prévio de Bruhl et al.,<sup>17</sup> avaliando 51 indivíduos saudáveis, sem história de doença cardíaca, os valores tanto do TAPSE, do MAPSE (excursão sistólica do

**Tabela 5 – Parâmetros ecocardiográficos no grupo de estudo em relação ao tamanho do átrio esquerdo (AE) em mm e ao volume do AE em ml/m<sup>2</sup>**

Variável	Tamanho do AE	n	Média ± desvio padrão	Valor de p*
TAPSE VD (mm)	Normal (< 40)	16	21,9 ± 2,4	0,103
	Alterado (≥ 40)	9	20,1 ± 2,6	
S' lateral VD (cm/s)	Normal (< 40)	16	13,6 ± 1,8	0,111
	Alterado (≥ 40)	9	12,4 ± 1,2	
DDVD (mm)	Normal (< 40)	16	21,7 ± 3,2	0,584
	Alterado (≥ 40)	9	22,4 ± 3,3	
Volume AE (ml/m <sup>2</sup> )	Normal (< 40)	16	26,8 ± 3,8	<0,001
	Alterado (≥ 40)	9	36,7 ± 6,2	
Variável	Volume do AE	n	Média ± desvio padrão	Valor de p*
TAPSE VD (mm)	Normal (< 34)	18	22,2 ± 2,4	< 0,001
	Alterado (≥ 34)	7	18,9 ± 0,9	
S' lateral VD (cm/s)	Normal (< 34)	18	13,7 ± 1,7	0,001
	Alterado (≥ 34)	7	11,9 ± 0,7	
DDVD (mm)	Normal (< 34)	18	21,7 ± 3,3	0,565
	Alterado (≥ 34)	7	22,6 ± 3,2	
Tamanho AE (mm)	Normal (< 34)	18	34,7 ± 3,6	< 0,001
	Alterado (≥ 34)	7	43,9 ± 4,0	

\*Teste t de Student para amostras independentes,  $p < 0,05$ . TAPSE: excursão sistólica do plano do anel tricúspide com o modo M; DDVD: diâmetro diastólico do ventrículo direito; AE: átrio esquerdo; VD: ventrículo direito.

**Tabela 6 – Avaliação da correlação entre variáveis quantitativas no grupo de estudo**

Variáveis	n	Coefficiente de correlação de Pearson	Valor de p
Idade × TAPSE VD	25	-0,22	0,281
Idade × S' lateral VD	25	-0,42	0,035
Idade × DDVD	25	0,04	0,866
Idade × tamanho do AE	25	0,31	0,134
Idade × volume do AE	25	0,40	0,050
TAPSE VD × S' lateral VD	25	0,70	< 0,001
TAPSE VD × DDVD	25	0,33	0,106
TAPSE VD × tamanho do AE	25	-0,33	0,107
TAPSE VD × volume do AE	25	-0,40	0,047
S' lateral VD × DDVD	25	0,40	0,051
S' lateral VD × tamanho do AE	25	-0,26	0,216
S' lateral VD × volume do AE	25	-0,38	0,063
DDVD × tamanho do AE	25	0,30	0,149
DDVD × volume do AE	25	0,23	0,271
Tamanho do AE × volume do AE	25	0,89	< 0,001

TAPSE: excursão sistólica do plano do anel tricúspide com o modo M; DDVD: diâmetro diastólico do ventrículo direito; AE: átrio esquerdo; VD: ventrículo direito.

plano do anel mitral) quanto os índices de Doppler tecidual do VD e do VE permaneceram estáveis independentemente de idade, sexo e superfície corpórea. Esses achados refletem a relação e a interdependência sistólica entre os ventrículos. O tamanho e a função ventricular direita correlacionam-se à ocorrência de sintomas e à capacidade física em várias

condições clínicas. Uma acurada avaliação ecocardiográfica do VD permite detecção precoce de doenças cardíacas, aumenta a estratificação de risco e pode indicar o início apropriado de terapia medicamentosa.<sup>18,19</sup> Zakir et al.,<sup>20</sup> correlacionaram, com propriedade e detalhamento, a DDVE e a disfunção sistólica do VD, com base na medida da

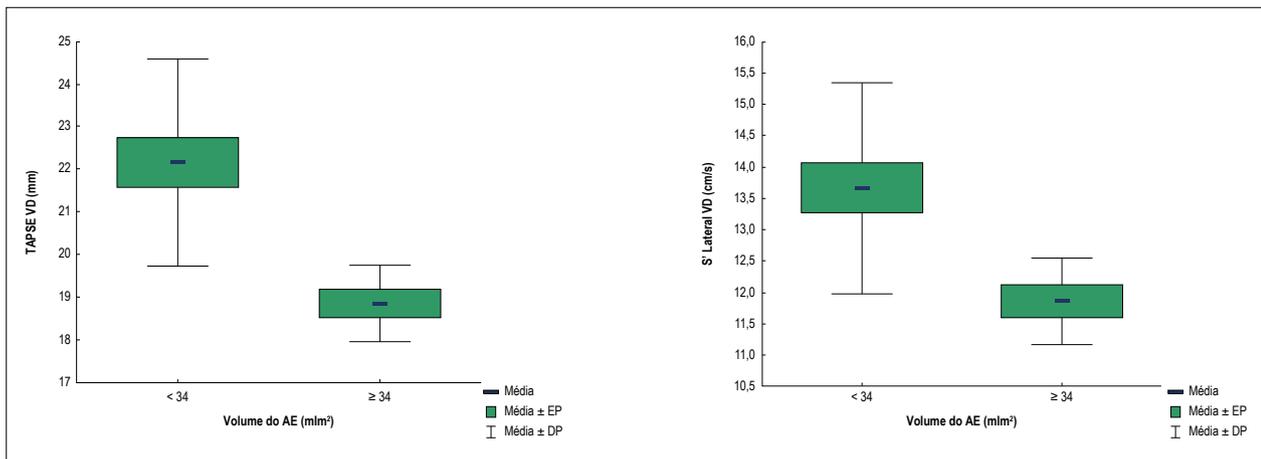


Figura 1 – Correlação entre TAPSE (excursão sistólica do plano do anel tricúspide) e volume atrial esquerdo (painel esquerdo;  $p < 0,001$ ) e entre S' lateral do ventrículo direito e volume atrial esquerdo (painel direito;  $p < 0,001$ ). VD: ventrículo direito; AE: átrio esquerdo; EP: erro padrão; DP: desvio padrão. Teste T de Student para amostras independentes,  $p < 0,05$ .

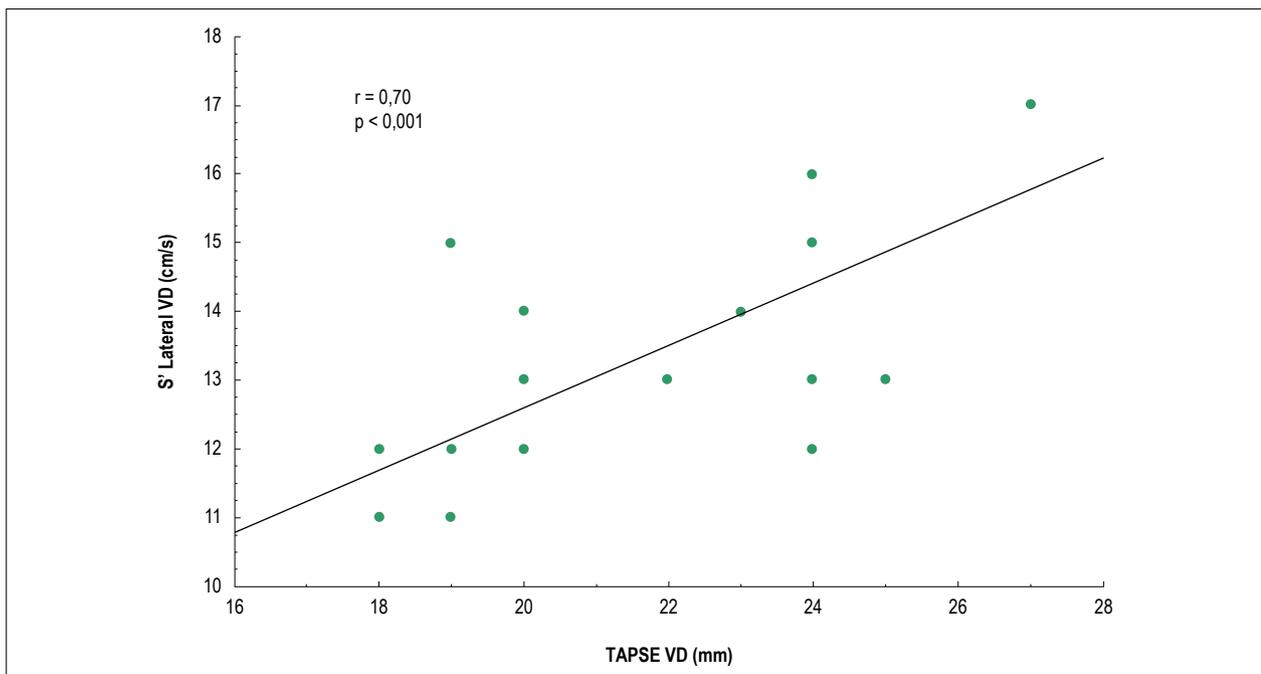


Figura 2 – Correlação entre TAPSE (excursão sistólica do plano do anel tricúspide) e S' lateral do ventrículo direito (VD).

pressão invasiva do sistema venocapilar pulmonar. A DDVE sabidamente causa o aumento das pressões de enchimento do AE e, retrogradamente, hipertensão arterial pulmonar, provocando sobrecarga pressórica no VD. De acordo com Simon et al.,<sup>21</sup> a progressão da disfunção do VD inicia-se com a hipertensão pulmonar, o que gera a hipertrofia do VD e finalmente o déficit sistólico direito. Entretanto, no presente estudo, mesmo nos pacientes com DDVE grau II, os valores absolutos de TAPSE e S' lateral do VD permaneceram normais. Acredita-se também que a dificuldade da análise da função do VD, por sua conformação geométrica e complexa correlação

com a região septal do VE, propicie o retardo do diagnóstico da disfunção sistólica do VD, sendo esta evidenciada apenas em casos avançados de doença. Assim, uma análise seriada do volume atrial esquerdo e dos valores de TAPSE e S' lateral do VD nos pacientes com DDVE ou com insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada de VE pode fornecer indícios de deterioração inicial da função ventricular direita.

Os demais achados do presente estudo estiveram de acordo com dados de literatura. Pode-se observar que os indivíduos com DDVE eram mais idosos, apresentaram maior incidência de HVE e maior tamanho do AE quando

comparados ao GC e também maior prevalência de HAS.<sup>22-24</sup> O AE foi maior em pacientes com função diastólica alterada, assim como mostrou-se progressivamente aumentado em relação ao grau de disfunção diastólica, o que está de acordo com o trabalho de El Aouar et al.,<sup>16</sup>

Com relação à prevalência de HAS no GE, sabe-se que a sua presença causa não apenas HVE como também pode provocar hipertrofia ventricular direita,<sup>25,26</sup> a qual não foi avaliada no presente estudo. O fato de não terem sido encontradas diferenças significativas entre os grupos com relação às variáveis ecocardiográficas do VD reflete os rígidos critérios de exclusão; reflete também a constatação de que os parâmetros ecocardiográficos para análise da função do VD apresentam grande discussão na literatura e sofrem com grande variabilidade intra e interobservador.<sup>6,7</sup> Não existe padrão-ouro, mas um conjunto de dados que devem ser interpretados com cautela e de modo seriado diante do quadro clínico de cada paciente. Assim, mudanças sutis nos valores analisados em relação à função do VD encontradas no presente estudo e sua correlação com o aumento do AE podem fornecer dados para futuras pesquisas neste campo. Nesse sentido, a inclusão da análise do VD com a tecnologia *speckle-tracking* (*strain* e *strain rate*) na avaliação do VD se faz pertinente. O *strain* ( $\epsilon$ ) e o *strain rate* (SR ou  $s^{-1}$ ) são índices que avaliam a deformação miocárdica regional e global com muitas vantagens em relação ao *strain* obtido pelo Doppler tecidual, principalmente com menor variabilidade intra e interobservador. Por meio do rastreamento de pontos (*speckle-tracking*) pela ecocardiografia bidimensional, é possível determinar o *strain* nos sentidos longitudinal, circunferencial e radial da estrutura ou local analisado, sem sofrer influência do ângulo.<sup>27</sup>

Finalizando, devem ser citadas algumas limitações importantes do presente estudo: (1) o número pequeno de pacientes envolvidos, sendo necessária uma população maior para confirmar os achados aqui apresentados; (2) o não pareamento adequado dos indivíduos, principalmente em relação à idade; (3) a falta de informações adequadas ou precisas sobre o tempo de doença hipertensiva e o seu tratamento, bem como medicações em uso pelos pacientes; e (4) a não inclusão do diâmetro do anel tricúspide, bem como do volume atrial direito nas variáveis analisadas, as quais poderiam fornecer mais informações sobre o remodelamento ventricular direito. Com relação à idade na população aqui estudada, o grupo de pacientes com DDVE foi composto por indivíduos mais idosos em relação ao GC, o que pode

ter influenciado os resultados obtidos, principalmente em relação ao VAE. Sabe-se também que a prevalência de HAS aumenta com a idade e de maneira diferente entre homens e mulheres.<sup>28,29</sup> A proporção entre homens e mulheres, embora sem um pareamento perfeito, foi semelhante nos dois grupos; entretanto, não foram encontradas diferenças significativas entre os sexos nas variáveis estudadas.

## Conclusões

O presente estudo permitiu correlacionar de maneira inédita o aumento do volume atrial esquerdo com alterações progressivas da função ventricular direita em pacientes com DDVE. Entretanto, mais estudos são necessários para confirmar tais achados.

## Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa, obtenção de dados e análise e interpretação dos dados: Baroncini LAV, Borges LJJ, Camarozano AC, Carmo DC, Darwich RZ, Fortunato Junior JÁ; análise estatística: Baroncini LAV; redação do manuscrito: Baroncini LAV, Darwich RZ, Fortunato Junior JÁ; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Baroncini LAV, Borges LJJ, Camarozano AC, Carmo DC.

## Potencial conflito de interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

## Fontes de financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

## Vinculação acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

## Aprovação ética e consentimento informado

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Positivo sob o número de protocolo 2331223. Todos os procedimentos envolvidos nesse estudo estão de acordo com a Declaração de Helsinki de 1975, atualizada em 2013. O consentimento informado foi obtido de todos os participantes incluídos no estudo.

## Referências

1. Zile MR, Brutsaer DL. New concepts in diastolic dysfunction and diastolic heart failure: part I: diagnosis, prognosis, and measurement of diastolic function. *Circulation*. 2002;105(11):1387-93.
2. Hogg K, Swedberg K, McMurray J. Heart failure with preserved left ventricular systolic function; epidemiology, clinical characteristics, and prognosis. *J Am Coll Cardiol*. 2004;43(3):317-27.
3. Paullus WJ, Tschöpe C, Sanderson JE, Rusconi C, Flachskamp FA, Rademakers FE, et al. How to diagnose diastolic heart failure: a consensus statement on the diagnosis of heart failure with normal left ventricular ejection fraction by the Heart Failure and Echocardiography Associations of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2007;28(20):2539-50.
4. Sousa ACS. Left atrial volume as an index of diastolic function. *Arq Bras Cardiol*. 2006;86(3):e27-e33.
5. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afzalalo J, Armstrong A, Ernande L, 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 Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(1):1-39.e14.

- Jurcut R, Giusca S, La Gerche A, Vasile S, Ginghina C, Voigt JU. The echocardiographic assessment of the right ventricle: what to do in 2010? *Eur J Echocardiogr.* 2010;11(2):81-96.
- Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, et al. Diretrizes para avaliação ecocardiográfica do coração direito em adultos: um informe da Sociedade Americana de Ecocardiografia. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010;23:685-713.
- James PA, Oparil S, Carter BL. 2014 Evidence-based guideline for the management of high blood pressure in adults: report from the panel members appointed to the Eight Joint National Committee (JNC 8). *JAMA.* 2014;311(5):507-20.
- Standards of medical care in diabetes – 2015: summary of revisions. *Diabetes Care.* 2015; 38(Suppl1):S4.
- Xavier HT, Izar MC, Faria Neto JR, Assad M. H., Rocha V. Z., Sposito A. C., et al. V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção de Aterosclerose. *Arq Bras Cardiol.* 2013;101(4 Suppl 1):1-22.
- Nagueh SF, Smiseth AO, Appleton CP, Byrd BF 3rd, Dokainish H, Edvardsen T, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2016;17(12):1321-60.
- Torii Y, Kusunose K, Yamada H, Nishio S, Hirata Y, Amano R, et al. Comparison of tricuspid annular plane systolic excursion in patients with atrial fibrillation versus sinus rhythm. *Am J Cardiol.* 2016; 117(2):226-32.
- Lakatos B, Tóser Z, Tokodi M, Doronina A, Kosztin A, Muraru D, et al. Quantification of the relative contribution of the different ventricular wall motion components to right ventricular ejection fraction: the ReVISION method. *Cardiovascular Ultrasound.* 2017;15(1):8.
- Katsi V, Raftopoulos L, Aggeli C, Vlasseros I, Felekos I, Tousoulis D, et al. Tricuspid regurgitation after successful mitral valve surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2012;15(1):102-8.
- Utsunomiya H, Itabashi Y, Mihara H, Berdejo J, Kobayashi S, Siegel RJ, et al. Functional tricuspid regurgitation caused by chronic atrial fibrillation: A real-time 3-dimensional transesophageal echocardiography study. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2017;10(1):pii: e004897.
- El Aouar LMM, Mayerfreud D, Magalhães P, Rodrigues SL, Baldo MP, Brasil Y, et al. Relationship between left atrial volume and diastolic dysfunction in 500 Brazilian patients. *Arq Bras Cardiol.* 2013;101(1):52-8.
- Bruhl SR, Chahal M, Khouri S. A novel approach to standard techniques in the assessment and quantification of the interventricular systolic relationship. *Cardiovasc Ultrasound.* 2011 Dec 20;9:42.
- Kossaify A. Echocardiographic assessment of right ventricle, from the conventional approach to speckle tracking and three-dimensional imaging, and insights into the “right-way” to explore the forgotten chamber. *Clin Med Insights: Cardiol.* 2015 Jul 5;9:65-75.
- Kjaergaard J, Iversen KK, Akkan D, Møller JE, Køber LV, Torp-Pedersen C, et al. Predictors of right ventricular function as measured by tricuspid annular plane systolic excursion in heart failure. *Cardiovasc Ultrasound.* 2009 Nov 4; 7:51.
- Zakir R, Al-Dehneh A, Maher J, Saric M, Berkowitz R. Right ventricular failure in patients with preserved ejection fraction and diastolic dysfunction: an underrecognized clinical entity. *Congest Heart Fail.* 2007;13(3): 164-9.
- Simon M, Pinsky MR. Right ventricular dysfunction and failure in chronic pressure overload. *Cardiol Res Pract.* 2011 Mar 23;2011:568095.
- Vasan RS, Larson MC, Benjamin EJ, Evans JC, Reiss CK, Levy D. Congestive heart failure in subjects with normal versus reduced left ventricular ejection fraction: prevalence and mortality in a population-based cohort. *J Am Coll Cardiol.* 1999;33(7):1948-55.
- Fischer M, Baessler A, Hense HW, Hengstenberg C, Muscholl M, Holmer S, et al. Prevalence of left ventricular diastolic dysfunction in the community. Results from a Doppler echocardiographic-based survey of a population sample. *Eur Heart J.* 2003;24(4):320-8.
- Masoud FA, Havranek EP, Smith G, Fish RH, Steiner JF, Ordin DL, et al. Gender, age, and heart failure with preserved left ventricular systolic function. *J Am Coll Cardiol.* 2003;41(2):217-23.
- Gottdiener JS, Gay JA, Maron BJ, Fletcher RD. Increased right ventricular wall thickness in left ventricular pressure overload: echocardiographic determination of hypertrophic response of the nonstressed ventricle. *J Am Coll Cardiol.* 1985;6(3):550-5.
- Silva RP, Amodeo C, Ramires JAF. O ventrículo direito e a hipertensão arterial: aspectos ecocardiográficos. *Arq Bras Cardiol.* 2002;79(3):313-8.
- Almeida ALC, Gjesdal O, Mewton N, Choi EY, Teixeira-Tura G, Yoneyama K, et al. Speckel-Tracking pela ecocardiografia bidimensional – aplicações clínicas. *Rev Bras Ecocardiogr Imagem Cardiovasc.* 2013;26(1):38-49.
- Zabalgoitia M, Rahman SN, Haley WE, Mercado R, Yunis C, Lucas C, et al. Comparison in systemic hypertension of left ventricular mass and geometry with systolic and diastolic function in patients <65 to > =65 years of age. *Am J Cardiol.* 1998;82(5):604-8.
- Sant’Anna MP, Mello RJ, Montenegro LT, Araújo MM. Left and right ventricular hypertrophy at autopsy of hypertensive individuals. *Rev Assoc Med Bras.* 201258(1):41-7.

