

Detecção precoce da disfunção diastólica global e regional do ventrículo esquerdo no lúpus eritematoso sistêmico: o papel da ecocardiografia

Ana Claudia Soares Teixeira¹, Eloisa Bonfá², Nathan Herskowitz³, Alfonso Júlio Guedes Barbato⁴, Eduardo Ferreira Borba⁵

RESUMO

Introdução: A ecocardiografia bidimensional é um método de diagnóstico por imagem não invasivo que avalia, de modo eficaz, a função diastólica global e regional do ventrículo esquerdo. O comprometimento da função diastólica ventricular esquerda no lúpus eritematoso sistêmico (LES) é quase sempre silencioso, sugerindo um estado subclínico de disfunção diastólica. **Objetivo:** Este estudo tem por finalidade demonstrar as diversas técnicas ecocardiográficas para a aferição da função diastólica no LES. **Pacientes e Métodos:** Foram avaliadas consecutivamente 50 pacientes com LES e 50 controles do sexo feminino, pareadas por sexo e idade. Os exames foram realizados por dois observadores independentes cujos resultados tiveram concordância. **Resultados:** Não houve diferença significativa da função diastólica global do ventrículo esquerdo entre os grupos, exceto pelo método da velocidade de propagação do fluxo mitral (Vp), que evidenciou diminuição da velocidade de enchimento rápido nas pacientes com LES. Foi detectado maior comprometimento da função diastólica regional nas pacientes com LES, na protodiástole, à altura do anel mitral, mais evidente na porção basal do septo interventricular. **Conclusão:** No LES, a disfunção diastólica do ventrículo esquerdo pode ser constatada através da avaliação do Doppler tissular na região do anel mitral e pela velocidade de propagação do fluxo mitral.

Palavras-chave: lúpus eritematoso sistêmico, ecocardiografia, Doppler, função diastólica, ventrículo.

INTRODUÇÃO

O ecocardiograma é um exame complementar de grande utilidade em cardiologia cujas técnicas de avaliação foram aprimoradas no sentido de oferecer mais informações sobre a função cardíaca.¹

Atualmente, o Doppler pulsátil é extremamente útil para a avaliação do enchimento diastólico global do ventrículo esquerdo (VE) e é uma forma não invasiva da avaliação da função diastólica.² Vários estudos confirmaram a relação entre as alterações do relaxamento global do VE e os padrões específicos das velocidades do fluxo sanguíneo transmitral pelo Doppler.^{3,4} O Doppler Tissular (DT) é uma derivação do

Doppler colorido que determina as velocidades de contração e relaxamento das paredes miocárdicas,¹ sendo sensível para a avaliação do desempenho regional do VE.⁵

A velocidade de propagação do fluxo mitral (Vp) é outro método recentemente incorporado à avaliação da função diastólica do VE, pois determina a velocidade sanguínea em um único ponto na câmara cardíaca. São normais os valores de Vp > 55 cm/s para jovens e Vp > 45 cm/s para adultos,⁶ uma vez que existe uma relação inversa com o progredir da idade.⁷

No lúpus eritematoso sistêmico (LES), a frequência de envolvimento valvular é de aproximadamente 18% quando avaliado pela ecocardiografia transtorácica, mas de 74%

Recebido em 29/06/2009. Aprovado, após revisão, em 22/11/2009. Declaramos a inexistência de conflitos de interesse.

Departamento de Radiologia e Disciplina de Reumatologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP)

Agências financiadoras: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (#305468/2006-5 para EB e #303165/2008-1 para EFB) e Federico Foundation Grant (para EB e EFB).

1. Doutora do Departamento de Radiologia da Faculdade de Medicina da USP

2. Professora Titular da Reumatologia da Faculdade de Medicina da USP

3. Doutor do Departamento de Radiologia da Faculdade de Medicina da USP

4. Professor Titular do Departamento de Radiologia da Faculdade de Medicina da USP

5. Professor Associado da Reumatologia da Faculdade de Medicina da USP

Endereço para correspondência: Dr. Eduardo F. Borba. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – Disciplina de Reumatologia. Av. Dr. Arnaldo 455, 3º andar, Sala 3190, São Paulo – SP – Brazil. CEP: 01246-903. FAX: 55 11 3061-7490. E-mail: eborba@lim17.fm.usp.br

quando da avaliação transesofágica,⁸ que inclui descrições de espessamento das valvas até disfunção cardíaca grave.⁸⁻¹⁸ Uma avaliação brasileira de 70 pacientes com LES encontrou disfunção sistólica de grau leve em 11,4%; moderada em 7,1%; e grave em 2,9%.¹⁶ Por outro lado, estudo transtorácico no LES revelou função sistólica preservada na ausência de hipertrofia ventricular esquerda e hipertensão arterial.¹⁷ Dessa forma, acredita-se que no LES o comprometimento da função sistólica do ventrículo esquerdo pode estar associado principalmente à hipertensão arterial de longa duração.¹⁸

A função diastólica regional no LES não foi devidamente avaliada em estudos prévios, e, atualmente, é bem demonstrado que esta disfunção precede a deterioração sistólica ventricular. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi avaliar as funções diastólicas global e regional do ventrículo esquerdo no LES, comparando com normais, através de métodos não invasivos apropriados com acurácia diagnóstica.

PACIENTES E MÉTODOS

Foram selecionadas consecutivamente 50 pacientes do sexo feminino com LES em acompanhamento regular no ambulatório de Lúpus da Disciplina de Reumatologia do Hospital das Clínicas da FMUSP, de janeiro de 2004 a janeiro de 2005. Todas as pacientes tinham menos de 35 anos de idade e preenchiam os critérios de classificação para LES do Colégio Americano de Reumatologia.¹⁹ A atividade inflamatória foi medida através do *Systemic Lupus Erythematosus Disease Activity Index* (SLEDAI).²⁰ Foram critérios de exclusão a presença de hipertensão arterial, cardiopatias, tabagismo prévio e franca atividade de doença (SLEDAI \geq 6). Paralelamente, foram estudadas 50 mulheres sadias com menos de 35 anos de idade e que não apresentavam nenhum dos critérios de exclusão. Este estudo foi aprovado pelo comitê de Ética em pesquisa do Hospital das Clínicas da FMUSP (Parecer 919/04) e todos as participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Todas as participantes foram submetidas a anamnese e exame físico além de aferição da pressão arterial, frequência cardíaca, peso e altura no dia da avaliação por ecodoppler cardiografia.

Avaliação ecocardiográfica

Os exames foram realizados em equipamento *General Electric Vivid 7 (Milwaukee, Wisconsin)*, dotado de Doppler tissular, Imagem harmônica e com captura de imagens com sincronização de ECG, de acordo com as técnicas ecocardiográficas preconizadas pelo Departamento de Ecocardiografia da So-

cidade Brasileira de Cardiologia²¹ e pela *American Society of Echocardiography*.²²

As imagens modo M, modo M colorido, bidimensionais, mapeamento de fluxo a cores e o Doppler tissular (DT) foram obtidos por meio de transdutor eletrônico de 2,5 MHz. Ao nível dos vasos da base registrou-se o modo M da aorta (Ao) e do átrio esquerdo (AE) e ao nível dos músculos papilares registraram-se o diâmetro sistólico e diastólico do ventrículo esquerdo (VE), a espessura sistólica e diastólica do septo, a parede posterior do ventrículo esquerdo, e o ventrículo direito. A amostra-volume do Doppler pulsátil foi posicionada paralelamente ao fluxo da válvula mitral para a análise das velocidades de enchimento ventricular (onda E, onda A e relação E/A).

Pela técnica do modo-M colorido registraram-se as velocidades regionais do enchimento ventricular: onda E', onda A', relação E'/A', e a velocidade de propagação do fluxo mitral. Na posição apical de cinco câmaras, a amostra-volume do Doppler pulsátil foi posicionada para a análise da velocidade de ejeção que é também utilizada para o cálculo do índice de desempenho do VE ou índice de TEI.

Doppler tissular

O Doppler Tissular (DT) foi obtido pela abordagem apical de quatro câmaras e posicionou-se a amostra-volume (2-5 mm) ao nível do anel mitral, nas paredes lateral e septal. O DT é colocado no modo de Doppler pulsátil e os filtros programados para excluir sinais de alta frequência, enquanto os limites de Nyquist forma ajustados para velocidades de 15 a 20 cm/s. O volume-amostra foi posicionado sobre o miocárdio ventricular esquerdo, adjacente ao anel mitral, obtendo-se as curvas gráficas do DT nas porções lateral e septal do anel mitral (Figura 1A).

Estimativa da pressão do átrio esquerdo (PAE)

A amostra-volume do Doppler pulsátil é posicionada nas extremidades das cúspides da valva mitral para aquisição da velocidade máxima da onda E. A seguir, utilizando a modalidade do DT ao nível da porção lateral do anel mitral mede-se a velocidade máxima da onda E'. Posteriormente, utiliza-se a equação matemática:²³

$$\text{PAE (mmHg)} = 1,24 \times (\text{E}/\text{E}') + 1,9$$

Realização do modo M colorido

Para determinar a velocidade de propagação do fluxo mitral, o transdutor é alinhado com o AE, a mitral e o VE. Obtém-se um mapa espaço-temporal das velocidades sanguíneas expresso por cores, onde os fluxos que se aproximam do transdutor são

representados por variações de amarelo/vermelho e os que se afastam são representados por variações de azul (Figura 1B).

A velocidade de propagação do fluxo mitral inicial (V_p) não é afetada nem pela dimensão e nem pela volemia, porém sofre influência da função ventricular esquerda comprometida.²⁴ A velocidade de propagação do fluxo mitral (V_p) acima de 55 cm/s é considerada normal para indivíduos abaixo de 30 anos.²⁵

Índice de performance do ventrículo esquerdo (índice de TEI)

O índice de TEI é a soma do tempo de relaxamento isovolumétrico com o tempo de contração isovolumétrica dividido pelo tempo de ejeção ventricular. Este índice avalia as funções sistólicas e diastólicas do VE.

Cálculo do estresse meridional do ventrículo esquerdo

Para o cálculo do estresse circunferencial do VE, utilizam-se as medidas do diâmetro sistólico máximo do VE, as espessuras sistólicas do septo interventricular e da parede posterior do VE, e da pressão arterial sistólica, através da fórmula:²⁶

$$\text{PAS (pressão arterial sistólica)} \times \text{raio da cavidade} \div \text{espessura da parede no final da sístole}$$

Armazenamento e análise das imagens

As imagens foram armazenadas no sistema de análise de Echopac do Ecocardiógrafo Vivid 7. Todas as aferições foram realizadas por dois observadores independentes (nível III) com variações inter e intraobservador de 12,6% e 3,9%.

Parâmetros analisados

1 - Medidas diretas: átrio esquerdo (AE) e aorta (Ao); espessura diastólica do septo (Sd), diâmetro diastólico de VE (Dd), espessura diastólica da parede posterior (Ppd), espessura sistólica do septo (Ss), diâmetro sistólico de VE (Ds) e espessura sistólica da parede posterior (Pps).

2 - Medidas indiretas: volume diastólico (Vd), volume sistólico (Vs), massa do VE (M), relação volume/massa (V/M), encurtamento sistólico dos diâmetros de VE (D%), fração de ejeção de VE (FE), e velocidade de propagação do fluxo mitral (V_p).

O volume diastólico (Vd) e volume sistólico (Vs) foram calculados elevando-se os diâmetros da cavidade ventricular esquerda ao cubo [Dd^3 e Ds^3].

A massa (M) do VE foi calculada pela fórmula de Devereux para medidas dos diâmetros e espessuras das paredes:²⁷

$$M = 1,04\{(Dd + Sd + Ppd)^3 - Dd^3\} - 13,6$$

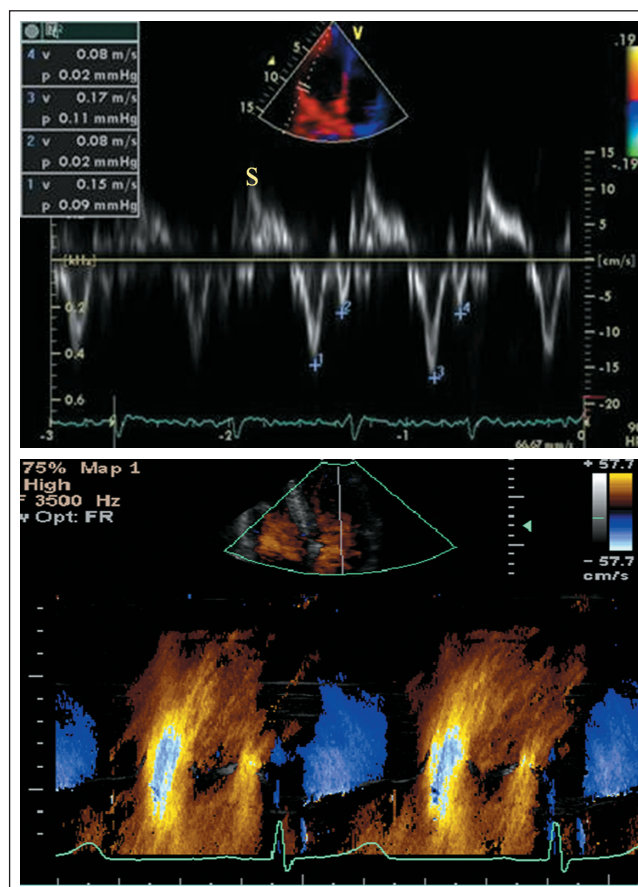


Figura 1

(A) Doppler tissular na parede lateral do ventrículo esquerdo (VE).
(B) Fluxo de propagação mitral através do modo M-colorido.

3 - Medidas das velocidades dos fluxos: Enchimento rápido (E), Sístole atrial (A), Relação das velocidades (E/A), e Função sisto-diastólica (ÍNDICE DE TEI).

Estas medidas seguem as Diretrizes do Consenso Canadense para medidas da disfunção diastólica pela ecocardiografia.²⁸

4 - Índices regionais da parede lateral e septal: Contração (S-lateral, S-septal), expansão protodiastólica (E'-lateral, E'-septal), expansão telediastólica (A'-lateral, A'-septal), relação das velocidades (E'/A'-lateral, E'/A'-septal) e pressão capilar pulmonar (E/E'-lateral).

Análise estatística

Para variáveis quantitativas foi utilizado o teste *t* de Student, após a observação dos valores mínimos e máximos e do cálculo de médias e desvios-padrão (DP). Para comparação entre as relações das velocidades utilizou-se o Teste qui-quadrado

ou teste exato de Fisher. Para o coeficiente de correlação das variáveis foi utilizado o método de Spearman. Todos os testes foram realizados com nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Os dois grupos estudados apresentavam média de idade semelhante ($P = 0,76$), bem como peso ($P = 0,14$) e superfície corpórea [SC] ($P = 0,07$), representados na Tabela 1. Por outro lado, observou-se que a média de altura foi maior no grupo controle do que no grupo das pacientes com LES ($P = 0,048$) (Tabela 1). A média de tempo de doença das pacientes com LES foi de $5,84 \pm 3,62$ anos e do SLEDAI de $2,24 \pm 3,56$. Todas as pacientes estavam em uso de prednisona (média de $5 \pm 2,50$ mg/dia) e de difosfato de cloroquina 250 mg/dia.

As pacientes com LES apresentavam um aumento significativo na média da frequência cardíaca ($P = 0,0001$), pressão arterial sistólica ($P = 0,0001$) e diastólica ($P = 0,0001$) quando comparadas as controles (Tabela 1).

O ecocardiograma revelou um aumento significativo do átrio esquerdo e da aorta nas pacientes com LES, conforme a Tabela 1. Diferenças significativas também foram observadas na espessura do septo interventricular, tanto na sístole e na diástole (Tabela 1). Além disso, a parede posterior VE e do volume de VE foram significativamente maiores no LES, mas apenas quando medidos na diástole. Por outro lado, os diâmetros sistólicos e diastólicos do VE foram semelhantes nos dois grupos. A massa de VE foi significativamente maior no LES e consequentemente a relação volume/massa do VE foi menor neste grupo (Tabela 1).

A média do estresse sistólico do ventrículo esquerdo foi significativamente maior no LES do que no controle ($148,8 \pm 20,2$ versus $141,0 \pm 15,6$ mmHg; $P = 0,035$), conforme mostra a Tabela 2. Os resultados das médias da função sistólica do ventrículo esquerdo foram semelhantes entre os grupos (Tabela 2).

Da mesma forma, as médias da velocidade de expansão proto e telediastólica e relação entre as velocidades diastólicas não mostraram diferenças significativas entre o grupo LES e controle (Tabela 2). Por outro lado, a média do índice de *performance* do VE foi menor no LES ($P = 0,0001$) (Tabela 2).

Além disso, a velocidade de propagação do fluxo mitral do ventrículo esquerdo foi significativamente menor no LES do que no controle ($47,6 \pm 8,4$ versus $71,5 \pm 4,8$ cm/s; $P = 0,0001$) (Tabela 3). As médias das relações entre a velocidade protodiastólica pela DFC e pelo DT ao nível da parede lateral do anel mitral mostraram que a relação E/E' foi significativamente maior no LES do que o controle ($10,42$ ($1,5$ versus $7,53 \pm 0,4$ cm/s; $P = 0,0001$) (Tabela 3).

Tabela 1

Características demográficas e principais medidas pelo ecocardiograma (modo-M) das pacientes com LES e controles

	LES (n = 50)		Controle (n = 50)		P
	MÉDIA	DP	MÉDIA	DP	
Demográficos					
Idade (anos)	27,86	5,53	28,16	4,30	0,76
Peso (kg)	57,73	9,31	60,50	9,40	0,14
Altura (cm)	159	6,96	161	5,70	0,048
SC (m ²)	1,58	0,14	1,63	0,12	0,07
FC (bpm)	85,24	11,86	74,62	7,49	0,0001
PAS (mmHg)	120,90	14,16	109,00	6,54	0,0001
PAD (mmHg)	78,42	7,33	72,72	5,61	0,0001
Ecocardiográficos					
AE (mm)	33,30	3,48	30,64	2,90	0,001
AO (mm)	30,20	2,46	28,78	2,20	0,0014
Espessura septo					
Sistólico (mm)	9,14	1,24	8,04	0,69	0,0001
DIASTÓLICO (mm)	9,04	1,22	7,82	0,69	0,0001
Parede posterior VE					
Sistólico (mm)	15,48	2,67	14,72	1,93	0,1073
Diastólico (mm)	8,96	1,10	7,76	0,65	0,0001
Volume VE					
Sistólico (mL)	28,42	7,37	25,66	6,73	0,0537
Diastólico (mL)	113,82	24,27	103,82	24,57	0,0433
Diâmetro VE					
Sistólico (mm)	30,06	2,50	29,28	2,48	0,1209
Diastólico (mm)	47,82	3,34	46,70	3,62	0,1118
VE					
Massa (g)	185,60	46,04	146,92	28,61	0,0001
V/M (mL/g)	0,60	0,09	0,70	0,07	< 0,001

LES: lúpus eritematoso sistêmico; SC: superfície corpórea; FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; AE: átrio esquerdo; AO: aorta; VE: ventrículo esquerdo; V/M: relação volume/massa; kg: kilograma; cm: centímetro; m: metro; bpm: batimento por minuto; mmHg: milímetro de mercúrio; mm: milímetro; mL: mililitro; mL/g: mililitro por grama.

Por outro lado, a comparação das médias da velocidade de expansão proto e telediastólica entre o grupo LES e o grupo controle não diferiu entre os grupos e estão dispostos na Tabela 4.

A correlação do tempo de doença com as medidas ecocardiográficas mostrou relação significativa apenas com o tamanho do AE ($r = 0,288$; $P = 0,0427$), mas não com AO ($r = 0,105$; $P = 0,467$), SD ($r = 0,217$; $P = 0,129$), PPD ($r = 0,162$; $P = 0,258$), SS ($r = 0,226$; $P = 0,113$), ESTRESSE ($r = 0,092$; $P = 0,523$), IM ($r = 0,201$; $P = 0,160$), e V/M ($r = 0,110$; $P = 0,446$).

Tabela 2

Medidas do estresse sistólico, função sistólica e índices de desempenho diastólico global e sistó-diastólico do ventrículo esquerdo (VE) das pacientes com LES e controles

	LES (n = 50)		Controle (n = 50)		P
	MÉDIA	DP	MÉDIA	DP	
Estresse sistólico (mmHg)	148,8	20,2	141,0	15,7	0,035
Fração ejeção (%)	74,68	2,47	75,42	2,35	0,1831
d%	36,34	2,17	36,98	2,58	0,1292
ONDA E (m/s)	0,81	0,13	0,82	0,13	0,8504
ONDA A (m/s)	0,66	0,13	0,63	0,13	0,3194
RELAÇÃO E/A (m/s)	1,25	0,24	1,31	0,21	0,2117
IP VE (mmHg)	0,34	0,03	0,45	0,08	0,0001

LES: lúpus eritematoso sistêmico; D%: percentual de encurtamento do ventrículo esquerdo; ONDA E: enchimento rápido; ONDA A: sístole atrial; RELAÇÃO E/A: relação entre as velocidades diastólicas regionais; IP VE: índice de desempenho sistó-diastólico do VE; mmHg: milímetro de mercúrio; m/s: metro por segundo.

Tabela 3

Médias da velocidade de propagação do fluxo mitral e da relação E/E' da parede do anel mitral das pacientes com LES e controles

	LES (n = 50)		Controle (n = 50)		P
	MÉDIA	DP	MÉDIA	DP	
Velocidade fluxo mitral (cm/s)	47,62	8,44	71,52	4,85	0,0001
E/E' (cm/s)	10,42	1,50	7,53	0,44	0,0001

LES: lúpus eritematoso sistêmico; E/E' = estimativa indireta da pressão do átrio esquerdo e do capilar pulmonar; cm/s: centímetros por segundo

Tabela 4

Índices regionais das paredes lateral e septal do ventrículo esquerdo (VE) das pacientes com LES e controles

Variável	LES (n = 50)		Controle (n = 50)		P
	MÉDIA	DP	MÉDIA	DP	
Lateral					
ONDA S (cm/s)	7,50	2,41	10,31	2,95	< 0,001
ONDA E' (cm/s)	11,06	3,46	15,64	2,89	< 0,001
ONDA A' (cm/s)	7,76	3,18	7,76	2,53	0,9889
E'/A' (cm/s)	1,75	1,04	2,21	0,72	0,0127
Septal					
ONDA S (cm/s)	6,58	2,35	8,69	2,30	< 0,001
ONDA E' (cm/s)	8,50	2,69	12,2	2,77	< 0,001
ONDA A' (cm/s)	7,64	1,92	8,11	2,53	0,2979
E'/A' (cm/s)	1,18	0,45	1,60	0,46	< 0,001

LES: lúpus eritematoso sistêmico; ONDA S: contração sistólica regional; ONDA E': expansão protodiastólica regional; ONDA A': expansão telediastólica regional; RELAÇÃO E'/A': relação entre as velocidades diastólicas regionais; cm/s: centímetros por segundo

DISCUSSÃO

As mulheres selecionadas neste estudo eram jovens e a média de idade foi semelhante nos dois grupos estudados (28 anos), sendo consequência de um pareamento adequado. Importante salientar a exclusão de tabagismo e hipertensão arterial que sabidamente influenciam as medidas pela ecocardiografia.²⁹

No presente estudo, os diâmetros do átrio esquerdo e da aorta foram maiores nas pacientes com LES, apesar de estarem na faixa de normalidade segundo a *American Society of Echocardiography*²² e o Departamento de Ecocardiografia da Sociedade Brasileira de Cardiologia.²¹ Tal achado não é explicado pela diferença de altura, pois aumentos significativos destas dimensões desta cavidade não são evidenciados após a idade de 15 anos.²⁹

Por outro lado, é conhecida a estreita relação entre a dinâmica do átrio esquerdo e as pressões do enchimento ventricular esquerdo após a abertura da valva mitral. Normalmente, a câmara atrial contribui para o débito efetivo do ventrículo esquerdo e nos casos de disfunção diastólica, ocorre um aumento do átrio esquerdo secundário à elevação das pressões de enchimento do VE.³⁰ Nesse sentido, o aumento atrial esquerdo observado no presente estudo deve estar refletindo uma disfunção diastólica ainda incipiente do ventrículo esquerdo. De fato, esses mesmos achados também foram observados no LES onde foram observadas dimensões atriais aumentadas independentemente da fase evolutiva da doença.^{9,10,12,17,18}

Recentemente, o estudo da dinâmica atrial esquerda através do DT vem ganhando destaque, pois permite melhor análise da função atrial esquerda,³¹ além de ser extremamente importante na avaliação da disfunção diastólica. De fato, a medida volumétrica é mais fidedigna na avaliação do crescimento atrial esquerdo e atualmente é considerada um fator preditivo da gravidade da disfunção diastólica.³²⁻³⁴ No presente estudo, o tempo de doença apresentou uma relação direta com a dimensão do átrio esquerdo, confirmando que esta medida é realmente um sinal indireto de uma alteração ainda incipiente da função diastólica do VE. Esses mesmos achados foram documentados em pacientes com LES que apresentavam dimensões atriais aumentadas.^{9,10}

Os diâmetros da aorta também estavam aumentados no LES, provavelmente devido a elevação dos níveis pressóricos e um aumento da pós-carga do ventrículo esquerdo. De fato, no nosso estudo, a pressão arterial estava mais elevada no LES, embora ainda dentro dos limites da normalidade segundo o *Fifth Report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure*³⁵ e o III Consenso Brasileiro de Hipertensão Arterial.³⁶

São poucos os trabalhos da literatura que medem os valores da espessura miocárdica sistólica (estresse sistólico) de forma isolada em indivíduos normais.^{26,37} A espessura sistólica aumentada encontrada nas pacientes com LES pode corresponder a uma força mais acentuada que o miocárdio tem que exercer para ultrapassar uma resistência sistêmica maior, visto que é diretamente proporcional à pressão sistólica ventricular. De fato, as dimensões da fibra miocárdica no final da sístole são dependentes da resistência imposta pela circulação sistêmica e da contratilidade do ventrículo esquerdo.¹ O aumento da espessura diastólica encontrada no LES deve corresponder ao aumento do volume diastólico final, traduzindo uma dificuldade de estiramento da fibra miocárdica em um ventrículo pouco complacente.

O aumento da espessura sistólica e diastólica encontrados na doença provoca aumento da sua rigidez, e, por consequência, elevação da pressão intraventricular.³⁸ Na verdade, o volume sistólico final foi realmente maior no LES em decorrência desse aumento da rigidez ventricular, o que dificulta o enchimento ventricular. Além disso, o volume diastólico final também estava aumentado na doença, o que demonstra acometimento miocárdio no LES. Todos esses fatores predisõem à piora da função diastólica que é evidenciada pelo aumento do volume diastólico e das pressões de enchimento do VE. Nesse sentido, esta alteração precoce nos volumes ventriculares pode ser considerada como precursora do processo de desadaptação ventricular.

A massa ventricular era significativamente maior no LES, pois incorpora as espessuras do septo e da parede posterior, que são importantes frente ao aumento da pós-carga e da pressão arterial sistólica. Por isso, a relação volume/massa foi significativamente menor na doença, indicando dificuldade de seu acomodamento ao aumento da pré-carga.

Em razão da exclusão de atividade de doença no momento do estudo e também de cardiopatias prévias que indicassem acometimento miocárdio no LES, era de se esperar que os diâmetros ventriculares e a função sistólica global fossem semelhantes àquelas observadas nos controles.

As condições que provocam aumento crônico de pressão e/ou de volume predisõem ao aumento do estresse sistólico e comprometem o desempenho ventricular.³⁹ O achado do aumento do estresse sistólico no LES com relação ao controle mostra desadaptação ventricular na doença e pode ser de auxílio no acompanhamento. Por outro lado, o percentual de encurtamento sistólico do diâmetro ventricular foi semelhante nos dois grupos estudados, assim como a fração de ejeção, provavelmente devido ao controle da atividade inflamatória no momento da nossa avaliação. De fato, existe descrição de

disfunção miocárdica durante o curso da doença em aproximadamente 5% a 10%,^{10,12,13,17,40,41} que pode ser exacerbada pelo processo inflamatório da doença.^{13,42} Essa hipótese é reforçada pela descrição de disfunção sistólica global do ventrículo esquerdo em pacientes jovens com menos de dois anos de LES que obtiveram melhora da disfunção miocárdica após uso de corticoides.¹⁸

A velocidade de propagação do fluxo mitral é outro método incorporado à avaliação da função diastólica e permite avaliar a velocidade de relaxamento ventricular esquerdo, oferecendo uma informação precisa da distribuição temporal e espacial do processo de relaxamento ventricular.⁴³ No presente estudo, observamos que no LES existe uma diminuição desta velocidade devido a uma dificuldade de relaxamento das porções basais do ventrículo esquerdo.

A dopplerfluxometria mitral convencional apresenta um padrão bifásico onde a onda E correspondente à fase de enchimento ventricular rápido e a onda A à contração atrial. Não foi evidenciada alteração na velocidade diastólica precoce (onda E) e tardia (onda A) nas pacientes com LES provavelmente por serem jovens e estarem estáveis da doença, nas quais o ventrículo esquerdo pode utilizar uma reserva de elasticidade. De fato, uma avaliação prévia com 20 pacientes com LES (média de idade de 38 anos) detectou alterações da função diastólica, caracterizada pela redução da onda E e aumento da onda A, atribuídos ao grau de inflamação.¹⁷ Posteriormente, identificou-se que somente a idade estava relacionada com alterações nas ondas E e A no LES.⁴² Na verdade, o comportamento das ondas E e A depende do gradiente de pressão entre o átrio e o ventrículo esquerdo, sendo ainda influenciado pela pré-carga, idade e frequência cardíaca²⁸ que devem ter dificultado a detecção da disfunção diastólica por este método no nosso estudo. O índice de *performance* do ventrículo esquerdo (índice TEI), com base exclusivamente pelo Doppler, estima de uma forma global o comportamento ventricular, não sofre influência da pressão arterial e nem da frequência cardíaca.⁴⁴ Nesse estudo, o índice de TEI das pacientes lúpicas estava dentro da normalidade para a faixa etária estudada porque a disfunção diastólica encontrada foi regional.

Por outro lado, a função diastólica regional do ventrículo esquerdo aferida pelo Doppler Tissular neste estudo demonstrou um prejuízo regional no LES, sendo mais acentuado na porção basal do septo interventricular. Em outras cardiopatias esta alteração da função diastólica precede a sistólica e é detectada em segmentos isolados do ventrículo esquerdo, sendo mais frequente nas suas porções basais.⁴⁵ Utilizando como referência de normalidade as velocidades máximas regionais que definem para a parede lateral e septal do anel

mitral os valores de 17,3 (3,0 e 13,5) 2,2 cm/s, respectivamente,⁴⁶ verificamos na nossa casuística um padrão de alteração de relaxamento regional do ventrículo esquerdo e na fase de enchimento rápido nas pacientes com LES, representado pela redução da velocidade máxima da onda E'. Além disso, a relação E'/A' foi menor nas pacientes com LES. A importância da detecção de disfunção diastólica regional no LES pode significar uma alteração precoce do relaxamento ventricular esquerdo e precederia a disfunção diastólica global.

A relação das velocidades máximas de esvaziamento protodiastólico do átrio esquerdo aferidas pela dopplerfluxometria convencional (onda E) e pelo DT (onda E') avaliadas no presente estudo mostrou que esta relação estava acima de 10 no LES, indicando aumento das pressões de enchimento, que retrogradamente elevaria a pressão do átrio esquerdo e,

finalmente o capilar pulmonar. Esse quadro de pressão de enchimento ventricular elevada explica a dilatação atrial esquerda, impedindo a sua propagação para o território pulmonar.⁴⁷ A relação E/E' parece ser extremamente útil na avaliação de pacientes com LES na detecção de disfunção.⁴⁰ Na verdade, a relação E/E' > 10 é indicativa de uma pressão capilar pulmonar de aproximadamente 15 mmHg⁴⁸ e é preditora da pressão de enchimento ventricular elevada.²³ Por isso, essa relação pode ser um marcador precoce da evolução da disfunção diastólica de qualquer etiologia, inclusive nas pacientes com LES.

Este estudo mostra a importância na detecção precoce dessa condição no LES em que o comprometimento da função diastólica regional do VE pode ser demonstrado pela técnica do Doppler Tissular e o da função diastólica global do VE por meio da análise da velocidade de propagação do fluxo mitral.

REFERÊNCIAS

REFERENCES

1. Otto CM. The practice of clinical echocardiography. Second edition, 2002.
2. Kitabatake A, Inoue M, Asao M, Tanouchi J, Masuyama T, Abe H *et al*. Transmitral blood flow reflecting diastolic behavior of the left ventricle in health and disease: a study by pulsed Doppler technique. *Jpn Circ J* 1982; 46(1):92-102.
3. Badano LP, Albanese MC, De Biaggio P, Rozbowski P, Miani D, Fresco C *et al*. Prevalence, clinical characteristics, quality of life, and prognosis of patients with congestive heart failure and isolated left ventricular diastolic dysfunction. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17(3):253-61.
4. Nishimura RA, Abel MD, Hatle LK, Tajik AJ. Assessment of diastolic function of the heart: background and current applications of Doppler echocardiography. Part II. Clinical studies. *Mayo Clin Proc* 1989; 64(2):181-204.
5. Waggoner AD, Bierig SM. Tissue Doppler imaging: a useful echocardiographic method for the cardiac sonographer to assess systolic and diastolic ventricular function. *J Am Soc Echocardiogr* 2001; 14(12):1143-52.
6. Garcia MJ, Thomas JD, Klein AL. New Doppler echocardiographic applications for the study of diastolic function. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32(4):865-75.
7. Voon WC, Su HM, Yen HW, Lin TH, Huang CH, Chu CS *et al*. Propagation velocity of mitral late flow toward the apex in healthy participants. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17(8):851-4.
8. Morelli S, Bernardo ML, Viganego F, Sgreccia A, De Marzio P, Conti F *et al*. Left-sided heart valve abnormalities and risk of ischemic cerebrovascular accidents in patients with systemic lupus erythematosus. *Lupus* 2003; 12(11):805-12.
9. Leung WH, Wong KL, Lau CP, Wong CK, Cheng CH, Tai YT. Doppler echocardiographic evaluation of left ventricular diastolic function in patients with systemic lupus erythematosus. *Am Heart J* 1990; 120(1):82-7.
10. Leung WH, Wong KL, Lau CP, Wong CK, Cheng CH. Cardiac abnormalities in systemic lupus erythematosus: a prospective M-mode, cross-sectional and Doppler echocardiographic study. *Int J Cardiol* 1990; 27(3):367-75.
11. Leung WH, Wong KL, Lau CP, Wong CK, Liu HW. Association between antiphospholipid antibodies and cardiac abnormalities in patients with systemic lupus erythematosus. *Am J Med* 1990; 89(4):411-9.
12. Sasson Z, Rasooly Y, Chow CW, Marshall S, Urowitz MB. Impairment of left ventricular diastolic function in systemic lupus erythematosus. *Am J Cardiol* 1992; 69(19):1629-34.
13. Kalke S, Balakrishnan C, Mangat G, Mittal G, Kumar N, Joshi VR. Echocardiography in systemic lupus erythematosus. *Lupus* 1998; 7(8):540-4.
14. Roldan CA, Shively BK, Crawford MH. An echocardiographic study of valvular heart disease associated with systemic lupus erythematosus. *N Engl J Med* 1996; 335(19):1424-30.
15. Leszczyński P, Straburzyńska-Migaj E, Korczowska I, Lacki JK, Mackiewicz S. Cardiac valvular disease in patients with systemic lupus erythematosus. Relationship with anticardiolipin antibodies. *Clin Rheumatol* 2003; 22(6):405-8.
16. Falcão CA, Alves IC, Chahade WH, Duarte AL, Lucena-Silva N. Echocardiographic abnormalities and antiphospholipid antibodies in patients with systemic lupus erythematosus. *Arq Bras Cardiol* 2002; 79(3):285-91.
17. Paradiso M, Gabrielli F, Masala C, Coppotelli L, Di Franco M, Paoletti V *et al*. Evaluation of myocardial involvement in systemic lupus erythematosus by signal-averaged electrocardiography and echocardiography. *Acta Cardiol* 2001; 56(6):381-6.
18. Gottenberg JE, Roux S, Assayag P, Clerc D, Mariette X. Specific cardiomyopathy in lupus patients: report of three cases. *Joint Bone Spine* 2004; 71(1):66-9.
19. Tan EM, Cohen AS, Fries JF, Masi AT, McShane DJ, Rothfield NF *et al*. The 1982 revised criteria for the classification of systemic lupus erythematosus. *Arthritis Rheum* 1982; 25(11):1271-7.
20. Bombardier C, Gladman DD, Urowitz MB, Caron D, Chang CH. Derivation of the SLEDAI. A disease activity index for lupus patients. The Committee on Prognosis Studies in SLE. *Arthritis Rheum* 1992; 35(6):630-40.
21. Silva CE, Tasca R, Weitzel LH, Moisés VA, Ferreira LD, Tavares GM *et al*. Brazilian Society of Cardiology. Standardization of equipment and techniques for conducting echocardiographic examinations. *Arq Bras Cardiol* 2004; 82(Suppl 2):1-10.
22. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA *et al*. Chamber Quantification Writing Group; American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee; European Association of Echocardiography. 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(12):1440-63.
23. Ommen SR, Nishimura RA, Appleton CP, Miller FA, Oh JK, Redfield MM *et al*. Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressures: A comparative simultaneous Doppler-catheterization study. *Circulation* 2000; 102(15):1788-94.
24. Rivas-Gotz C, Manolios M, Thohan V, Nagueh SF. Impact of left ventricular ejection fraction on estimation of left ventricular filling pressures using tissue Doppler and flow propagation velocity. *Am J Cardiol* 2003; 91(6):780-4.
25. Khouri SJ, Maly GT, Suh DD, Walsh TE. A practical approach to the echocardiographic evaluation of diastolic function. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17(3):290-7.

26. Quinones MA, Mokotoff DM, Nouri S, Winters WL Jr, Miller RR. Noninvasive quantification of left ventricular wall stress. Validation of method and application to assessment of chronic pressure overload. *Am J Cardiol* 1980; 45(4):782-90.
27. Devereux RB. Left ventricular geometry, pathophysiology and prognosis. *J Am Coll Cardiol* 1995; 25(4):885-7.
28. Rakowski H, Appleton C, Chan KL, Dumesnil JG, Honos G, Jue J *et al.* Canadian consensus recommendations for the measurement and reporting of diastolic dysfunction by echocardiography: from the Investigators of Consensus on Diastolic Dysfunction by Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1996; 9(5):736-60.
29. Nidorf SM, Picard MH, Triulzi MO, Thomas JD, Newell J, King ME *et al.* New perspectives in the assessment of cardiac chamber dimensions during development and adulthood. *J Am Coll Cardiol* 1992; 19(5):983-8.
30. Zile MR, Baicu CF, Gaasch WH. Diastolic heart failure-abnormalities in active relaxation and passive stiffness of the left ventricle. *N Engl J Med* 2004; 350(19):1953-9.
31. Paredes MP, Gonzalez M, Almagro FG, Cubero T. Evaluacion de las velocidades de pared de la aurícula izquierda mediante Doppler pulsado tisular. Una nueva aproximación al estudio de la función auricular. *Rev Espanhola Cardiol* 2004; 57(11):1059-65.
32. Rossi A, Cicoira M, Zanolla L, Sandrini R, Golia G, Zardini P *et al.* Determinants and prognostic value of left atrial volume in patients with dilated cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40(8):1425.
33. 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(6):1036-43.
34. Tirrito SJ, Augustine DR, Kerut EK. How to measure left atrial volume. *Echocardiography* 2004; 21(6):569-71.
35. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL Jr *et al.* National Heart, Lung, and Blood Institute Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure; National High Blood Pressure Education Program Coordinating Committee. The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7 report. *JAMA* 2003; 289(19):2560-72.
36. Sociedade Brasileira de Cardiologia-SBC; Sociedade Brasileira de Hipertensão-SBH; Sociedade Brasileira de Nefrologia-SBN. [V Brazilian Guidelines in Arterial Hypertension]. *Arq Bras Cardiol* 2007; 89(3):e24-79.
37. Marsh JD, Green LH, Wynne J, Cohn PF, Grossman W. Left ventricular end-systolic pressure-dimension and stress-length relations in normal human subjects. *Am J Cardiol* 1979; 44(7):1311-7.
38. Zile MR, Brutsaert DL. New concepts in diastolic dysfunction and diastolic heart failure: Part I: diagnosis, prognosis, and measurements of diastolic function. *Circulation* 2002; 105(11):1387-93.
39. Ganau A, Devereux RB, Roman MJ, de Simone G, Pickering TG, Saba PS *et al.* Patterns of left ventricular hypertrophy and geometric remodeling in essential hypertension. *J Am Coll Cardiol* 1992; 19(7):1550-8.
40. Lee SW, Park MC, Park YB, Lee SK. E/E' ratio is more sensitive than E/A ratio for detection of left ventricular diastolic dysfunction in systemic lupus erythematosus. *Lupus* 2008; 17(3):195-201.
41. Fujimoto S, Kagoshima T, Nakajima T, Dohi K. Doppler echocardiographic assessment of left ventricular diastolic function in patients with systemic lupus erythematosus. *Cardiology* 1994; 85(3-4):267-72.
42. Wislowska M, Dereń D, Kochmański M, Sypuła S, Rozbicka J. Systolic and diastolic heart function in SLE patients. *Rheumatol Int* 2009; 25 [Epub ahead of print].
43. Garcia MJ, Smedira NG, Greenberg NL, Main M, Firstenberg MS, Odabashian J *et al.* Color M-mode Doppler flow propagation velocity is a preload insensitive index of left ventricular relaxation: animal and human validation. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35(1):201-8.
44. Spencer KT, Kirkpatrick JN, Mor-Avi V, Decara JM, Lang RM. Age dependency of the Tei index of myocardial performance. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17(4):350-2.
45. Nagueh SF, Sun H, Kopelen HA, Middleton KJ, Khoury DS. Hemodynamic determinants of the mitral annulus diastolic velocities by tissue Doppler. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37(1):278-85.
46. De Boeck BW, Cramer MJ, Oh JK, van der Aa RP, Jaarsma W. Spectral pulsed tissue Doppler imaging in diastole: a tool to increase our insight in and assessment of diastolic relaxation of the left ventricle. *Am Heart J* 2003; 146(3):411-9.
47. Garcia MJ, Ares MA, Asher C, Rodriguez L, Vandervoort P, Thomas JD. An index of early left ventricular filling that combined with pulsed Doppler peak E velocity may estimate capillary wedge pressure. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29(2):448-54.
48. Nagueh SF, Middleton KJ, Kopelen HA, Zoghbi WA, Quiñones MA. Doppler tissue imaging: a noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30(6):1527-33.