

# Deformação Miocárdica pelo Speckle Tracking na Cardiomiopatia Dilatada Grave

## *Myocardial Deformation by Speckle Tracking in Severe Dilated Cardiomyopathy*

Maria Cristina Donadio Abduch<sup>1</sup>, Ivan Salgo<sup>3</sup>, Wendy Tsang<sup>2</sup>, Marcelo Luiz Campos Vieira<sup>1</sup>, Victoria Cruz<sup>1</sup>, Marta Lima<sup>1</sup>, Jeane Mike Tsutsui<sup>1</sup>, Victor Mor-Avi<sup>2</sup>, Roberto M. Lang<sup>2</sup>, Wilson Mathias Jr<sup>1</sup>

InCor - Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo<sup>1</sup>, São Paulo, SP - Brasil; University of Chicago Medical Center<sup>2</sup>, Chicago, Illinois; Philips Healthcare<sup>3</sup>, Andover, Massachusetts - USA

### Resumo

**Fundamento:** A alta e crescente prevalência de Cardiomiopatia Dilatada (CMD) representa sério problema de saúde pública. Novas tecnologias vêm sendo utilizadas objetivando diagnósticos mais sofisticados, que melhorem a abordagem terapêutica. Nesse cenário, o Speckle Tracking (STE) utiliza marcadores miocárdicos naturais para analisar a deformação sistólica do Ventrículo Esquerdo (VE).

**Objetivo:** Mensurar o strain transmural longitudinal global (SG) do VE através do STE em pacientes com CMD grave, comparando os resultados com indivíduos normais e com parâmetros ecocardiográficos consagrados para análise da função sistólica do VE, validando o método nessa população.

**Métodos:** Foram estudados 71 pacientes com CMD grave, ( $53 \pm 12$  a, 72% homens) e 20 controles ( $30 \pm 8$  a, 45% homens). Foram obtidos os volumes e a FEVE pela ecocardiografia bi e tridimensional, parâmetros do Doppler, Doppler tecidual e o SG pelo STE.

**Resultados:** Comparados ao grupo controle, os volumes do VE foram maiores no grupo CMD; entretanto, a FEVE e velocidade de pico da onda E foram menores neste último. O índice de performance miocárdica foi maior entre os pacientes. As velocidades do miocárdio pelo Doppler tecidual ( $S'$ ,  $e'$ ,  $a'$ ) foram consideravelmente menores e a relação  $E/e'$  foi maior no grupo CMD. O SG apresentou-se diminuído no grupo CMD ( $-5,5\% \pm 2,3\%$ ), em relação aos controles ( $-14,0\% \pm 1,8\%$ ).

**Conclusão:** No presente estudo, o SG foi significativamente menor nos pacientes com CMD grave, abrindo novas perspectivas para abordagens terapêuticas nessa população específica. (Arq Bras Cardiol 2012;99(3):834-842)

**Palavras-chave:** Cardiomiopatia dilatada / fisiopatologia; ecocardiografia Doppler; disfunção ventricular esquerda.

### Abstract

**Background:** The high and increasing prevalence of Dilated Cardiomyopathy (DCM) represents a serious public health problem. New technologies are being used aiming at more accurate diagnoses in order to improve therapeutic approach. In this scenario, speckle tracking echocardiography (STE) uses natural myocardial markers to analyze the systolic deformation of the left ventricle (LV).

**Objective:** To measure the longitudinal transmural global strain (GS) of the LV through STE in patients with severe DCM, comparing the results with normal individuals and with echocardiographic parameters established for the analysis of LV systolic function, validating the method in this population.

**Methods:** We studied 71 patients with severe DCM ( $53 \pm 12$  years, 72% men) and 20 controls ( $30 \pm 8$  years, 45% men). We obtained LV volumes and ejection fraction by two and three-dimensional echocardiography, Doppler parameters, tissue Doppler and GS was obtained by STE.

**Results:** Compared to controls, LV volumes were higher in the DCM group; however, LVEF and peak velocity of E wave were lower in the latter. The myocardial performance index was higher among patients. Myocardial velocities at the tissue Doppler ( $S'$ ,  $e'$ ,  $a'$ ) were significantly lower and  $E/e'$  ratio was higher in the DCM group. The GS was decreased in the DCM group ( $-5.5\% \pm 2.3\%$ ) when compared to controls ( $-14.0\% \pm 1.8\%$ ).

**Conclusion:** In this study, GS was significantly lower in patients with severe DCM, bringing new perspectives for therapeutic approaches in this specific population. (Arq Bras Cardiol 2012;99(3):834-842)

**Keywords:** Cardiomyopathy, dilated / physiopathology; echocardiography, Doppler; ventricular dysfunction, left.

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

**Correspondência:** Maria Cristina Donadio Abduch •

Praça Guido Cagnacci, 05, Vila Madalena. CEP 05444-060, São Paulo, SP – Brasil

E-mail: [cristinaabduch@cardiol.br](mailto:cristinaabduch@cardiol.br), [abduchmc@gmail.com](mailto:abduchmc@gmail.com)

Artigo recebido em 02/08/11; revisado em 04/08/11; aceito em 09/04/12.

### Introdução

Nos últimos anos, o surgimento de novas tecnologias vem ao encontro da necessidade de diagnósticos mais precisos e precoces, que auxiliem nas decisões terapêuticas. Nesse contexto, o emprego do *Speckle Tracking* (STE) em cardiologia tem sido de grande valor, não somente na detecção, como no entendimento das anormalidades funcionais que ocorrem nas afecções cardíacas. A ferramenta baseia-se no rastreamento (*tracking*) de inúmeros pontos (*speckles*) presentes no miocárdio e que atuam como marcadores naturais das transformações que ocorrem ao longo do ciclo cardíaco<sup>1,2</sup>.

A Cardiomiopatia Dilatada (CMD), que geralmente evolui para Insuficiência Cardíaca Congestiva (ICC) e morte, constitui-se em um grave problema de saúde pública, visto que o aumento na expectativa de vida associado à morbimortalidade da doença torna urgente o emprego de medidas terapêuticas eficientes para conter seu avanço. É bem estabelecido na literatura que as fibras endocárdicas, dispostas longitudinalmente, são as primeiras a sofrer os danos decorrentes da CMD<sup>3</sup>; desse modo, a deformação (*strain*) miocárdica que ocorre no plano longitudinal é a primeira a expressar essas alterações<sup>4</sup>.

O presente estudo tem por objetivo validar clinicamente a utilização da deformação transmural longitudinal, obtida através do *speckle tracking*, para avaliar a função sistólica ventricular de pacientes com CMD grave, comparando-os com indivíduos normais e com parâmetros ecocardiográficos já consagrados para esse fim.

### Métodos

Setenta e um pacientes consecutivos com CMD grave foram analisados de forma prospectiva neste protocolo, segundo os seguintes critérios de inclusão: Fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) < 35%, quantificada conforme o método de Simpson; ecocardiograma transtorácico adequado para detecção e rastreamento dos *speckles*. Fizeram parte dos critérios de exclusão idade < 18 e > 75 anos; episódio recente (< 1 mês) de fibrilação ventricular; fibrilação atrial; doenças concomitantes determinando um pior prognóstico (exemplo, câncer); pacientes que se recusaram a entrar no estudo; valvulopatia primária grave com repercussão hemodinâmica significativa. Vinte voluntários saudáveis compuseram o grupo controle.

Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado pela Comissão de Ética do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

### Análise ecocardiográfica

Todos os estudos foram realizados com equipamento iE33 (Philips Medical Systems, Andover, MA, EUA), com transdutores transtorácicos de banda larga S3 e X3, com frequência de 2-5 MHz.

#### Ecocardiograma bidimensional

Os volumes diastólico e sistólico do VE e a fração de ejeção foram avaliados pela ecocardiografia bidimensional (E2D)

através dos planos apicais 4 e 2 câmaras (A4C, A2C), pelo Método de Simpson modificado, conforme recomendado<sup>5</sup>, e os dados foram indexados para a superfície corpórea em ambos os grupos. A análise do *strain* longitudinal foi feita a partir do plano apical 4-câmaras e as imagens destinadas à análise pelo *speckle tracking* foram obtidas com frequência de quadros elevada (entre 50 e 70 Hz), em apneia, geralmente com expiração forçada.

#### Doppler pulsátil

A velocidade do fluxo mitral foi analisada através da onda de Doppler pulsátil obtida no plano apical quatro câmaras, com o volume de amostra posicionado adjacente às extremidades das cúspides da valva mitral, durante a diástole. Foi mensurada a velocidade diastólica de pico precoce – onda E, velocidade diastólica de pico tardia – onda A, a razão entre elas e o tempo de desaceleração da onda E. O tempo de desaceleração (TD) foi medido num intervalo entre o pico da onda E e o ponto onde a curva de desaceleração extrapola a linha zero. O Índice de Performance Miocárdica (IPM) do VE foi obtido através do fluxo diastólico mitral, mensurando-se o tempo entre o fechamento valvar e a sua abertura no próximo ciclo (tempo de A) e o tempo de ejeção, obtido a partir do fluxo aórtico (tempo de B), pela fórmula<sup>6</sup>:

$$IPM = \frac{A - B}{B}$$

#### Doppler contínuo e colorido

A regurgitação mitral foi diagnosticada e graduada quantitativamente por meio do estudo com Doppler colorido, com análise adicional da  $dp/dt$  positiva como medida da função sistólica ventricular, calculadas a partir do estudo Doppler contínuo, de acordo com a literatura<sup>7</sup>. A Insuficiência Tricúspide (IT) foi identificada e graduada qualitativamente pelo Doppler colorido; a partir do envelope formado pela IT, obtido pelo Doppler contínuo, estimou-se quantitativamente a pressão sistólica pulmonar pelo gradiente de pico da pressão sistólica entre as câmaras cardíacas direitas somado à pressão estimada no átrio direito (através da veia cava inferior), conforme previamente descrito<sup>8</sup>.

#### Doppler tecidual (TDI)

A função miocárdica longitudinal foi analisada por meio das velocidades do miocárdio obtidas pelo Doppler tecidual no corte apical 4-câmaras, com o volume da amostra posicionado na região basal das paredes septal e lateral. Foram determinadas as velocidades de pico da onda  $S'$  (correspondente à sístole ventricular),  $e'$  (correspondente à fase de enchimento diastólico máximo) e  $a'$  (correspondente à sístole atrial). Os valores obtidos foram utilizados para calcular o índice easi (*easi*), proposto por Mogelvang e cols.<sup>9</sup> para exprimir simultaneamente o desempenho sistólico e diastólico do VE, segundo a fórmula:

$$easi = \frac{e'}{S \times a'}$$

São considerados normais valores em torno de 0.18; valores maiores são indicativos de pior desempenho ventricular.

A partir dos valores obtidos pelo Doppler convencional e tecidual, calculou-se a relação  $E/e'$ , que reflete de modo não invasivo a pressão capilar pulmonar. Valores acima de 15 indicam pressão capilar pulmonar maior do que 20 mmHg<sup>10</sup>.

### Ecocardiografia Tridimensional em Tempo Real (E3DTR)

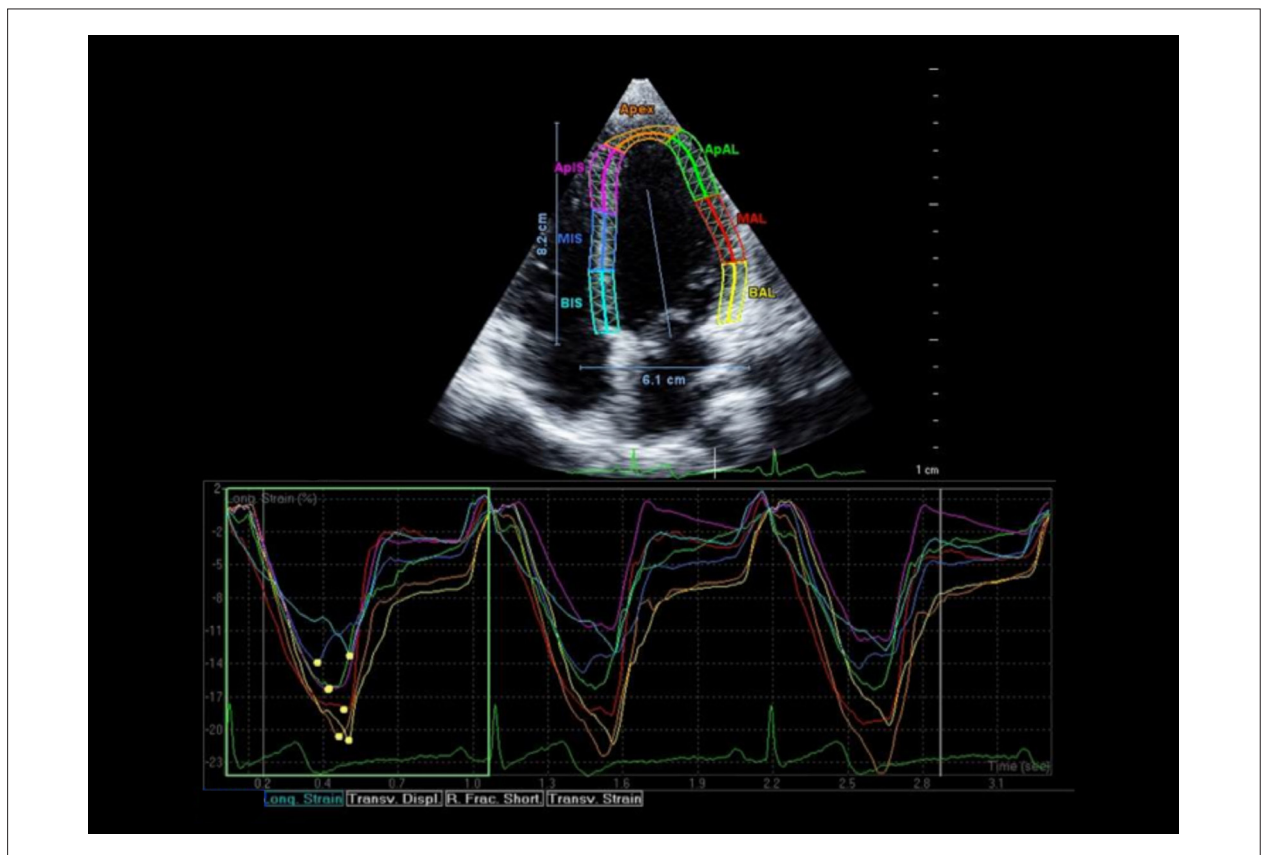
Essa técnica foi utilizada por calcular com maior acurácia os volumes e a fração de ejeção do ventrículo esquerdo<sup>11</sup>. O bloco volumétrico piramidal originou-se a partir de imagens bidimensionais obtidas pelo plano apical 4-câmaras, sendo composto por 4 a 7 subvolumes, correspondentes a 4 a 7 batimentos cardíacos. A fim de serem determinados os volumes, três planos ortogonais foram utilizados *off-line*, empregando-se software especializado (QLab 7.0, Philips Medical Systems – Andover, MA, USA): sagital (correspondente ao eixo longo), coronal (semelhante ao apical 4-câmaras) e transversal (correspondente ao eixo curto). Na sequência, três pontos foram traçados manualmente: um relacionado ao ápice do VE e os outros dois referentes ao anel valvar mitral; após alguns segundos, o software é capaz de detectar automaticamente os bordos endocárdicos e reproduzir um molde tridimensional, calculando assim os volumes e a FEVE<sup>12</sup>.

### Strain Transmural Longitudinal Global (SG)

Essa variável foi determinada a partir do corte A4C, posicionando manualmente 3 pontos: um em cada lado do anel valvar mitral e o terceiro no bordo endocárdico apical. Imediatamente após, o software (QLab 8.1, Philips Medical Systems – Andover, MA, USA) cria uma região de interesse (*template*), com a determinação automática dos bordos endocárdico e epicárdico, onde os *speckles* são rastreados ao longo do ciclo cardíaco, derivando daí a deformação transmural global (Figura 1).

### Análise estatística

A comparação entre o grupo controle e o grupo de portadores de cardiomiopatia dilatada foi feita por meio do teste *t* de Student. Caso a distribuição não preenchesse os critérios de normalidade, foi aplicado o teste não paramétrico de Mann-Whitney. A análise de correlação foi feita por meio do Coeficiente de Pearson e as proporções entre os gêneros foram analisadas pelo teste do Qui-Quadrado. Valores de  $p < 0,05$  foram considerados estatisticamente significativos. A reprodutibilidade do método foi testada por meio da análise intraobservador, calculando-se, em 15 pacientes escolhidos aleatoriamente, a média da diferença absoluta das medidas realizadas pelo mesmo observador num intervalo mínimo de



**Fig. 1** – Análise da deformação miocárdica (strain) longitudinal do ventrículo esquerdo no corte apical 4-câmaras em um indivíduo normal. Na parte superior, observa-se o molde criado pelo software a partir dos pontos delimitados pelo operador e dividindo o ventrículo em segmentos. Na parte inferior, as curvas de deformação, coloridas de acordo com o segmento correspondente; os pontos determinados no nadir de cada curva correspondem aos picos do strain na sístole.

**Tabela 1 – Características clínicas dos pacientes com cardiomiopatia dilatada nos quais foi analisada a deformação cardíaca (grupo CMD)**

Características Clínicas	N= 71
Hipertensão	42
Dislipidemia	27
Diabete melito	25
Doença de Chagas	25
História familiar	24
Alcoolismo	22
Idiopática	15
Bloqueio de ramo esquerdo	40
Portadores de MP	10
Betabloqueador	96
IECA/BRA	93
Diurético	91
Digital	44
Antiplaquetário	20
BCC	10
Antiarrítmico	6
Vasodilatador	7
Classe funcional (NYHA)	
I	38
II	42
III	20

Resultados expressos em N%. IECA= inibidor da enzima de angiotensinogênio; BRA= bloqueador do receptor de angiotensina; BCC= bloqueador de canal de cálcio; MP= marca-passo; NYHA= New York Heart Association.

um mês e obtendo-se daí o erro percentual de variabilidade. Os resultados foram expressos em média  $\pm$  DP.

## Resultados

A Tabela 1 mostra as características clínicas dos doentes estudados (Grupo CMD).

O grupo controle foi significativamente mais jovem do que o grupo CMD ( $30 \pm 8$  anos e  $53 \pm 12$  anos, respectivamente –  $p < 0,001$ ) e também foi composto por um número menor de indivíduos do gênero masculino (grupo controle = 45% de homens, grupo CMD = 72% de homens –  $p = 0,047$ ).

Na Tabela 2 encontram-se os dados do grupo CMD e dos controles obtidos pela ecocardiografia bidimensional.

Os volumes diastólico e sistólico finais do VE apresentaram valores maiores entre os doentes, quando comparados ao grupo controle ( $p < 0,001$ ); já a fração de ejeção do VE (FEVE) foi significativamente menor para o grupo CMD, em relação aos indivíduos normais ( $p < 0,001$ ).

Considerando-se os parâmetros de análise da função diastólica obtidos pelo Doppler pulsátil, apenas a velocidade

de pico diastólico precoce (E) foi significativamente menor entre os doentes ( $p = 0,021$ ).

As velocidades sistólica, diastólica precoce e diastólica tardia obtidas pelo Doppler tecidual (S, e' e a', respectivamente) mostraram-se estatisticamente menores entre os pacientes, em comparação aos controles ( $p < 0,001$ ). O contrário foi observado na relação E/e', com valores maiores para o grupo CMD ( $p < 0,001$ ).

O índice de desempenho miocárdico mensurado pelo Doppler tecidual (easi) não apresentou diferença estatística entre os dois grupos ( $p = 0,691$ ). Já o IPM do grupo controle foi menor do que entre os doentes ( $p < 0,001$ ), bem como a pressão sistólica pulmonar ( $p < 0,001$ ). O dp/dt não pode ser comparado entre os grupos, uma vez que, quando presente nos indivíduos normais, a insuficiência mitral foi de grau mínimo, impossibilitando a formação de uma curva com envelope adequado para essa análise. Entretanto, o SG foi significativamente menor para os pacientes ( $p < 0,001$ ), quando comparado aos controles (Figura 2).

No grupo CMD, a correlação entre os parâmetros ecocardiográficos convencionais de análise da função sistólica ventricular e o SG foi positiva para os volumes ventriculares calculados pela ecocardiografia tridimensional e negativa para a FEVE e velocidade da onda S (Figura 3).

A análise multivariada, tendo o SG como variável dependente e como variáveis independentes os volumes ventriculares e a fração de ejeção pela ecocardiografia bi e tridimensional, a velocidade de S, a relação E/e', o IPM, a relação dp/dt e o índice eas, mostrou que apenas a fração de ejeção calculada pela ecocardiografia tridimensional foi preditora negativa ( $R^2 = -0,404 \pm 0,186$ ,  $p = 0,038$ ) do SG no grupo de pacientes, ou seja, quanto menor a FEVE, maiores os valores do SG (indicando menor deformação).

A reprodutibilidade da análise do *strain* transmural longitudinal global, avaliada pela variabilidade intraobservador, foi de  $07 \pm 0,22$ .

## Discussão

O presente estudo mostrou que a deformação do VE no plano longitudinal, estimada por meio do *speckle tracking* encontra-se significativamente reduzida em pacientes com CMD grave, quando comparados a indivíduos normais. Também mostrou correlação com parâmetros convencionais de análise ecocardiográfica, como os volumes ventriculares, a fração de ejeção e a velocidade de S'. A FEVE estimada pela ecocardiografia tridimensional foi a única variável capaz de prever o SG no grupo CMD.

Um dos determinantes mais importantes do prognóstico desfavorável na CMD é o remodelamento ventricular que ocorre em razão da diminuição das forças mecânicas, sendo caracterizado pela dilatação (>20% do volume diastólico ou sistólico final) e disfunção contrátil do VE. É de consenso geral que baixos índices de FEVE estão intimamente relacionados aos sintomas e ao prognóstico, de modo que a mensuração deste parâmetro pela ecocardiografia bidimensional é largamente utilizada para avaliar a função sistólica ventricular e para definir terapêuticas. Entretanto,

Tabela 2 – Características ecocardiográficas do grupo controle e do grupo CMD

Parâmetro	Grupo Controle	Grupo CMD	P
N	20	71	
ASC (m2)	1,74 ± 0,20	1,76 ± 0,17	0,586
Idade	30±8	53±12	<0,001*
Gênero masculino	45	72	0,047*
FC bpm	72±6	69±13	0,80
E2D VDFVE (ml/m2)	68,06 ± 12,00	125,83 ± 38,44	<0,001*
E2D VSFVE (ml/m2)	25,93 ± 5,08	95,30 ± 32,94	<0,001*
E2D FEVE%	62,40 ± 2,91	25,37 ± 6,43	<0,001*
E3DTR VDFVE (ml/m2)	59,64 ± 27,49	129,41 ± 43,08	<0,001*
E3DTR VSFVE (ml/m2)	22,55 ± 10,89	97,48 ± 36,06	<0,001*
E3DTR FEVE%	62,28 ± 3,99	25,46 ± 6,07	<0,001*
IM Ausente	90	8	---
IM Mínima	10	7	---
IM Discreta	---	58	---
IM Moderada	---	14	---
IM Importante	---	7	---
IT Ausente	75	37	---
IT Mínima	25	7	---
IT Discreta	---	47	---
IT Moderada	---	4	---
IT Importante	---	4	---
E cm/s	88,32 ± 11,41	77,45 ± 24,33	0,021*
A cm/s	55,65 ± 8,07	60,56 ± 29,12	0,615
E/A	1,60 ± 0,17	1,62 ± 1,06	0,230
TD ms	156,45 ± 17,85	198,47 ± 82,56	0,098
s' cm/s	9,58 ± 1,98	4,74 ± 1,02	<0,001*
e' cm/s	14,42 ± 3,12	6,37 ± 7,25	<0,001*
a' cm/s	8,21 ± 1,67	5,90 ± 2,09	<0,001*
easi cm/s	0,19 ± 0,05	0,28 ± 0,35	0,691
E/e'	6,23 ± 1,08	14,61 ± 6,95	<0,001*
IPM	0,32 ± 0,09	0,86 ± 0,25	<0,001*
PSAP mm Hg	24,00 ± 4,53	44,15 ± 12,4	<0,001*
dP/dt	---	617 ± 189	---
SG%	-14,02 ± 1,83	-5,53 ± 2,34	<0,001*

Dados expressos em média + DP ou n (%). ASC= área de superfície corpórea; FC= frequência cardíaca; E2D= ecocardiografia bidimensional; VDFVE= volume diastólico final do ventrículo esquerdo; VSFVE= volume sistólico final do ventrículo esquerdo; FEVE= fração de ejeção do ventrículo esquerdo; E3DTR= ecocardiografia tridimensional em tempo real; IM= insuficiência mitral; IT= insuficiência tricúspide; E= velocidade de pico diastólico precoce pelo Doppler pulsátil; A= velocidade de pico diastólico tardio pelo Doppler pulsátil; TD= tempo de desaceleração; S= velocidade de pico sistólico pelo Doppler tecidual; e'= velocidade de pico diastólico precoce pelo Doppler tecidual; A'= velocidade de pico diastólico tardio pelo Doppler tecidual; easi= índice de performance miocárdica pelo Doppler tecidual; IPM= índice de performance miocárdica pelo Doppler pulsátil; PSAP= pressão sistólica na artéria pulmonar; SG= strain transmural longitudinal global.

\* valor de P com significância estatística (teste t de Student).

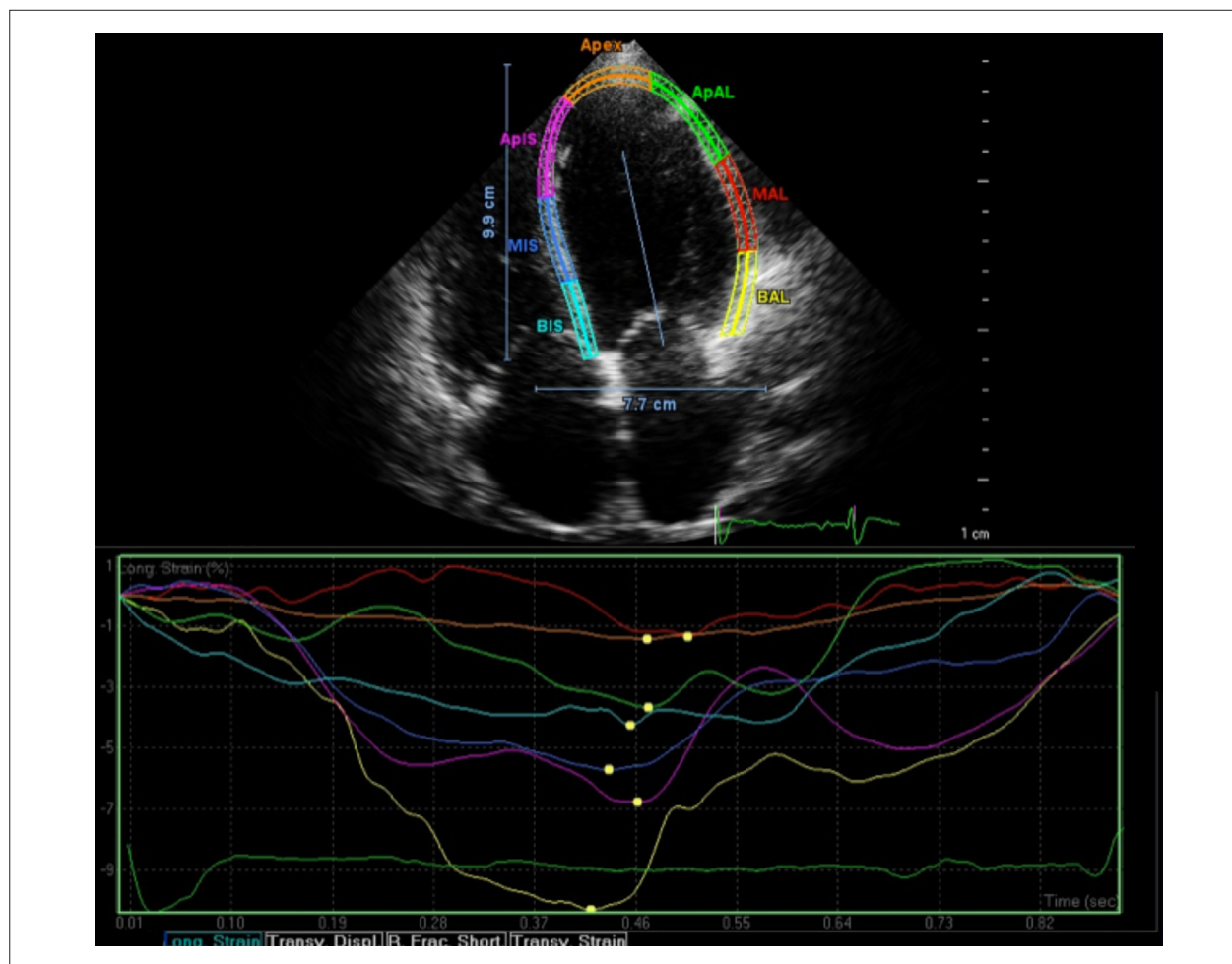


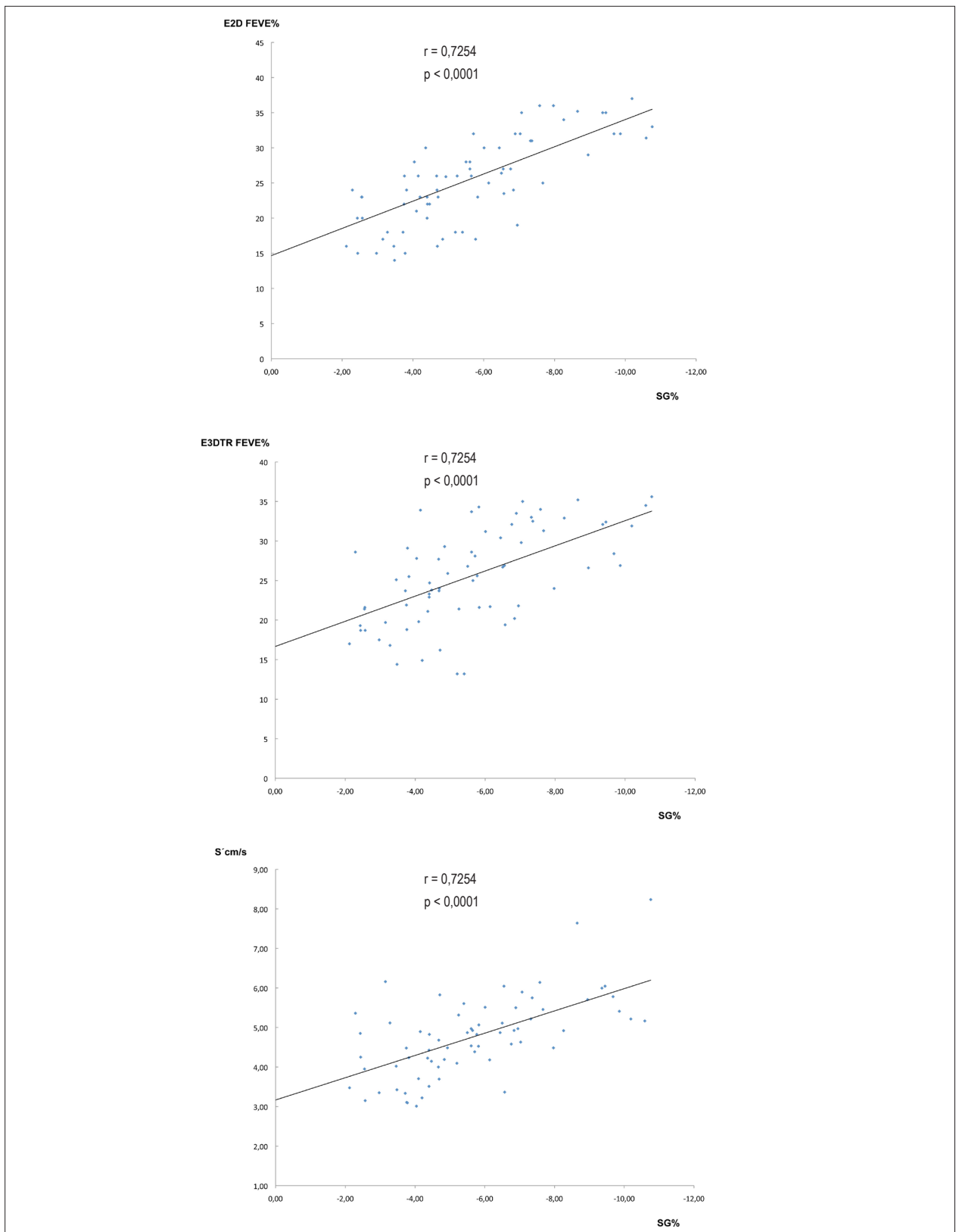
Fig. 2 – Deformação miocárdica longitudinal em paciente do grupo CMD. Nota-se redução no strain transmural longitudinal global (SG= -4,4%).

alguns estudos recentes mostraram que nem sempre isso ocorre no âmbito clínico, pois a FEVE apresenta limitações importantes, relacionadas especialmente à determinação acurada dos bordos endocárdicos e com a necessidade de se presumir formas geométricas para o ventrículo esquerdo no cálculo dos volumes<sup>13-15</sup>. A ecocardiografia tridimensional em tempo real supera essas limitações, porém, ainda não é aplicada rotineiramente<sup>15</sup>. Assim como a FEVE, outro índice comumente utilizado é a  $dp/dt$  positiva, consagrada para avaliar a função sistólica ventricular, sendo também utilizado como preditor de mortalidade em pacientes com ICC<sup>7</sup>.

O STE é capaz de quantificar rotação, torção e deformação (*strain*) do VE durante a sístole e a diástole, pelo rastreamento de pontos menores do que o comprimento de onda do ultrassom (*speckles*), localizados quadro a quadro por semelhança de padrão. Por utilizar as escalas de cinza convencionais do ecocardiograma bidimensional, o STE não é afetado pelo ângulo de incidência do ultrassom e sofre menor influência de artefatos, interferências, ruídos acústicos e do movimento de translação cardíaca, ao contrário do Doppler tecidual<sup>2,16-18</sup>.

O coração apresenta três componentes de deformação: longitudinal, circunferencial e radial, dispostos num complexo arranjo helicoidal, com a finalidade de facilitar a ejeção e sucção do sangue<sup>2,19,20</sup>. É bem estabelecido cientificamente que as fibras cardíacas longitudinais localizadas no subendocárdio são as primeiras a sofrer os efeitos de injúria miocárdica<sup>3</sup>, e estudos recentes sobre deformação que utilizam o STE mostram concordância com esses resultados<sup>21,22</sup>. Em pacientes com hipertrofia cardíaca de etiologias variadas, Sun e cols.<sup>23</sup> demonstraram que o *strain* longitudinal é aquele que melhor se correlaciona com a fração de ejeção e com índices de função diastólica do VE. Foi provado também que o *strain* global longitudinal é capaz de prever eventos cardiovasculares em pacientes com ICC<sup>24</sup> e morte relacionada a diferentes causas em indivíduos com doença cardíaca<sup>25</sup>.

Neste estudo, a deformação miocárdica do VE foi significativamente menor entre os pacientes quando comparados aos indivíduos normais ( $-5,53 \pm 2,34$  x  $-14,02 \pm 1,83$ , respectivamente), apresentando também média de idade superior e um maior número de indivíduos do gênero



**Fig. 3** – Análise de correlação entre os parâmetros ecocardiográficos convencionais para a determinação da função sistólica e o strain global (SG) nos pacientes com cardiomiopatia dilatada. **A.** E2D FEVE= fração de ejeção do ventrículo esquerdo pela ecocardiografia bidimensional; **B.** E3DTR FEVE= fração de ejeção do ventrículo esquerdo pela ecocardiografia tridimensional; **C.** S'= velocidade de pico da onda sistólica pelo Doppler tecidual. Coeficiente de Pearson.

masculino do que o grupo controle. De acordo com o recente estudo HUNT, Dalen e cols.<sup>26</sup>, numa análise realizada em 1.266 indivíduos saudáveis, concluíram que o *strain* diminui com a idade e é menor entre os homens, o que poderia gerar questionamentos acerca da relação entre o *strain* reduzido e a CMD. Contudo, os resultados encontrados para a deformação miocárdica longitudinal são concordantes e se correlacionam com os parâmetros de avaliação da função sistólica obtidos pela ecocardiografia convencional e já bem estabelecidos para a doença em questão (Tabela 2 e Figura 3)<sup>7,10,13</sup>.

O *strain* transmural longitudinal global apresentou correlação com os volumes e com a FEVE obtidos a partir da ecocardiografia tridimensional; além disso, esta última variável foi a única capaz de prever o SG. Considerando-se que a E3DTR oferece resultados mais precisos do que a E2D e que a análise de deformação longitudinal pode ser obtida de maneira rápida, semiautomática e acurada, essa nova ferramenta abre novas perspectivas para o estudo de pacientes com CMD grave. A possibilidade de identificar, entre essa população, aqueles que estão mais propensos a eventos cardiovasculares é de extrema importância para a otimização e o direcionamento da terapêutica, na tentativa de reduzir a morbimortalidade de uma doença que se tornou um problema de saúde pública em razão da crescente incidência e dos altos custos do tratamento.

Considerando o grupo CMD, o aumento significativo da relação  $E/e'$  e do IPM, bem como a redução na velocidade de enchimento diastólico tardio ( $a'$ ), reforçam a tese de que a sístole e a diástole são intimamente relacionadas<sup>20</sup>.

### Limitações

As principais limitações do STE dizem respeito à necessidade da aquisição de imagens com qualidade técnica superior (nem sempre possível na prática clínica) e à baixa resolução temporal.

### Referências

1. Leitman M, Lysyansky P, Sidenko S, Shir V, Peleg E, Binenbaum M, et al. Two-dimensional strain – a novel software for real-time quantitative echocardiographic assessment of myocardial function. *J Am Soc Echocardiogr.* 2004;17(10):1021-9.
2. Geyer H, Caracciolo G, Abe H, Wilansky S, Carerj S, Gentile F, et al. Assessment of myocardial mechanics using speckle tracking echocardiography: fundamentals and clinical applications. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010;23(4):351-69.
3. Henein MY, Gibson DG. Long-axis function in disease. *Heart.* 1999;81(3):229-31.
4. Mizuguchi Y, Oishi Y, Miyoshi H, Iuchi A, Nagase N, Oki T. The functional role of longitudinal, circumferential, and radial myocardial deformation for regulating the early impairment of left ventricular contraction and relaxation in patients with cardiovascular risk factors: a study with two-dimensional strain imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2008;21(10):1138-44.
5. 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

O rastreamento dos *speckles* é feito pela identificação de padrões semelhantes quadro a quadro, ao longo do ciclo cardíaco; portanto, quanto maior o número de quadros adquiridos por segundo (ou seja, quanto maior a frequência de quadros), maior será a confiabilidade dos resultados. Isso se torna especialmente importante nos pacientes com dilatação ventricular, onde não raro é necessário aumentar o ângulo do setor para que o coração possa ser visibilizado por completo. Por outro lado, resoluções temporais muito altas diminuem as chances de diagnosticar alterações presentes, devido aos *speckles* com velocidade próxima de zero, o que pode causar instabilidade matemática ao algoritmo.<sup>1,16</sup>

### Conclusões

O presente estudo demonstrou que o *strain* transmural longitudinal global encontra-se reduzido significativamente nos pacientes com CMD grave, correlacionando-se com os volumes ventriculares e FEVE obtidos a partir da E3DTR. A partir disso, abrem-se novas possibilidades de abordagem terapêutica e de avaliação prognóstica nesse grupo específico de pacientes.

### Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

### Fontes de Financiamento

O presente estudo foi financiado por FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), projetos # 2004/07474-9 e 2008/05723-2.

### Vinculação Acadêmica

Este artigo é parte de tese de pós-doutorado de Maria Cristina Donadio Abduch pelo Instituto do Coração - Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

- 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.
6. Tei C, Ling LH, Hodge DO, Bailey KR, Oh JK, Rodeheffer RJ, et al. New index of combined systolic and diastolic myocardial performance: a simple and reproducible measure of cardiac function - a study in normals and dilated cardiomyopathy. *J Cardiol.* 1995;26(6):357-66.
7. Koliass TJ, Aaronson KD, Armstrong WF. Doppler-derived dP/dt and -dP/dt predict survival in congestive heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2000;36(5):1594-9.
8. Yock PC, Popp RL. Noninvasive estimation of right ventricular systolic pressure by Doppler ultrasound in patients with tricuspid regurgitation. *Circulation.* 1984;70(4):657-62.
9. Mogelvang R, Sogaard P, Pedersen SA, Olsen NT, Marott JL, Schnohr P, et al. Cardiac dysfunction assessed by echocardiographic tissue Doppler imaging is an independent predictor of mortality in the general population. *Circulation.* 2009;119(20):2679-85.



10. Appleton CP, Firstenberg MS, Garcia MJ, Thomas JD. The echo-Doppler evaluation of left ventricular diastolic function: a current perspective. *Cardiol Clin.* 2000;18(3):513-46.
11. Soliman OI, Kirschbaum SW, van Dalen BM, van der Zwaan HB, Mahdavian Delavary B, Vletter WB, et al. Accuracy and reproducibility of quantitation of left ventricular function by real-time three-dimensional echocardiography versus cardiac magnetic resonance. *Am J Cardiol.* 2008;102(6):778-83.
12. Yang HS, Bansal RC, Mookadam F, Khandheria BK, Tajik AJ, Chandrasekaran K, American Society of Echocardiography. Practical guide for three-dimensional transthoracic echocardiography using a fully sampled matrix array transducer. *J Am Soc Echocardiogr.* 2008;21(9):979-89.
13. Curtis JP, Sokol SI, Wang Y, Rathore SS, Ko DT, Jadbabaie F, et al. The association of left ventricular ejection fraction, mortality, and cause of death in stable outpatients with heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2003;42(4):736-42.
14. Kelt TL, Cremona R, Nielsoen C, Shabetai R. Prediction of outcome in late-stage cardiomyopathy. *Am Heart J.* 1990;119(5):1111-21.
15. Mor-Avi V, Lang RM. The use of real-time three-dimensional echocardiography for the quantification of left ventricular volumes and function. *Curr Opin Cardiol.* 2009;24(5):402-9.
16. Teske AJ, De Boeck BW, Melman PG, Sieswerda CT, Doevendans PA, Cramer MJ. Echocardiographic quantification of myocardial function using tissue deformation imaging, a guide to image acquisition and analysis using tissue Doppler and speckle tracking. *Cardiovasc Ultrasound.* 2007;5:27.
17. Langeland S, D'hooge J, Wouters PF, Leather HA, Claus P, Bijnens B, et al. Experimental validation of a new ultrasound method for the simultaneous assessment of radial and longitudinal myocardial deformation independent of insonation angle. *Circulation.* 2005;112(14):2157-62.
18. Bohs LN, Trahey GE. A novel method for angle independent ultrasonic imaging of blood and tissue motion. *IEEE Trans Biomed Eng.* 1991;38(3):280-6.
19. D'hooge J, Heimdal A, Jamal F, Kukulski T, Bijnens B, Rademakers F, et al. Regional strain and strain rate measurements by cardiac ultrasound: principles, implementation and limitations. *Eur J Echocardiogr.* 2000;1(3):154-70.
20. Torrent-Guasp F, Kocica MJ, Corno AF, Komeda M, Carreras-Costa F, Flotats A, et al. Towards new understanding of the heart structure and function. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2005;27(2):191-201.
21. Yip G, Abraham T, Belohlavek M, Khandheria BK. Clinical applications of strain rate imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2003;16(12):1334-42.
22. Jones CJ, Raposo L, Gibson DG. Functional importance of the long axis dynamics of the human left ventricle. *Br Heart J.* 1990;63(4):215-20.
23. Sun JP, Stewart WJ, Yang XS, Donnell RO, Leon AR, Felner JM, et al. Differentiation of hypertrophic cardiomyopathy and cardiac amyloidosis from other causes of ventricular wall thickening by two-dimensional strain imaging echocardiography. *Am J Cardiol.* 2009;103(3):411-5.
24. Cho GY, Marwick TH, Kim HS, Kim MK, Hong KS, Oh DJ. Global 2-dimensional strain as a new prognosticator in patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2009;54(7):618-24.
25. Stanton T, Leano R, Marwick TH. Prediction of all-cause mortality from global longitudinal speckle strain: comparison with ejection fraction and wall motion scoring. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2009;2(5):356-64.
26. Dalen H, Thornstensen A, Aase SA, Ingul CB, Torp H, Vatten LJ, et al. Segmental and global longitudinal strain and strain rate based on echocardiography of 1266 healthy individuals: the HUNT study in Norway. *Eur J Echocardiogr.* 2010;11(2):176-83.