

***Strain* Bidimensional (*X-Strain*): utilização do método para avaliação de cardiopatias.**

Two-dimensional Strain (X-Strain): use of the method for cardiomyopathies assessment.

José M. Del CASTILLO¹, Nathan HERSZKOWICZ²

RESUMO

Objetivo: Estabelecer valores normais de *strain*, *strain-rate* e do tempo de deformação apical, obtidos pelo método de *strain bidimensional (X-Strain)*, em indivíduos normais. Comparar estes valores com os obtidos em pacientes portadores de miocardiopatias, em suas formas dilatada e hipertrófica. **Material e métodos:** Foram estudados 54 pacientes separados em 3 grupos: 20 sem evidências de cardiopatia (NL), média etária de $49,30 \pm 7,74$ anos; 19 pacientes com cardiomiopatia dilatada (CMD), média etária de $52,53 \pm 10,02$ anos; 15 pacientes com hipertrofia miocárdica (HVE), média etária de $47,47 \pm 11,19$ anos. As imagens em movimento foram digitalizadas e posteriormente analisadas por software específico (MyLabDesk, Versão 8.0, Esaote), gerando vetores de velocidade, curvas de *strain-rate*, *strain* e imagens paramétricas. **Resultados:** No Grupo CMD, observou-se diminuição global das porcentagens e taxas de deformação, e aumento dos tempos de deformação. No Grupo HVE, houve manutenção das porcentagens de deformação no eixo longitudinal, e aumento das porcentagens de deformação no eixo transversal e, principalmente, aumento das taxas de deformação com diminuição dos tempos de deformação. A deformação circunferencial dirige-se em sentido anti-horário durante a sístole na região apical e em sentido horário na região basal, podendo representar a rotação ventricular. **Conclusão:** o *X-Strain* é um método simples e eficiente para avaliar alterações da função miocárdica regional, identificando, classificando e discriminando diferentes tipos de cardiomiopatias, evidenciando também alterações não detectadas pela ecocardiografia convencional.

Descritores: Cardiomiopatia hipertrófica, Cardiomiopatia dilatada, *strain*, *strain-rate*.

SUMMARY

Objectives: The aim of this work is to establish normal values of strain, strain-rate and deformation time, obtained by means of two-dimensional strain (*X-Strain*), in normal individuals, and comparing these values with those obtained in patients with hypertrophic and dilated cardiomyopathies. **Methods:** We studied 54 patients divided into 3 groups: 20 without evidence of heart disease (NL), mean age 49.30 ± 7.74 years, 19 patients with dilated cardiomyopathy (DCM), mean age 52.53 ± 10.02 years, 15 patients with myocardial hypertrophy (LVH), mean age 47.47 ± 11.19 years. The images were digitized and then analyzed by a specific software (MyLabDesk Version 8.0 Esaote), generating velocity vector curves of strain and strain-rate and parametric images. **Results:** In Group DCM, it was observed global decrease in strain and strain rate and increase in deformation time. In Group LVH, the strain in long axis was maintained and also it was increased in the short axis and, particularly, there was an increase of the strain rate with decrease in deformation times. The circumferential strain is moving in counter-clockwise direction during the systole in the apical region and clockwise in the ventricular base, and may represent ventricular rotation. **Conclusion:** X-Strain is a simple and efficient method to assess changes in regional myocardial function, identifying, classifying and separating different types of cardiomyopathies, even showing changes not detected by conventional echocardiography.

Descriptors: hypertrophic cardiomyopathy; dilated cardiomyopathy; *Strain*; *Strain-rate*.

Instituição:

Serviço de Ecocardiografia do Hospital Bandeirantes, SP.

Correspondência:

Dr. José M. Del Castillo. Rua Capitão Pinto Ferreira, 65 apto 132
Jardim Paulista, São Paulo, SP. CEP 01423-020.
Telefone: (11) 7149-9252.
E-mail: castillojmd@gmail.com

Recebido em: 12/06/2008 - Aceito em: 05/07/2008

1. - Chefe do Serviço de Ecocardiografia do Hospital Bandeirantes de São Paulo. Orientador Científico do Serviço de Ecocardiografia do Hospital Estadual Mário Covas de Santo André, SP. Professor do Centro de Treinamento em Ultra Sonografia de São Paulo, CETRUS.
2. - Chefe do Serviço de Ecocardiografia do Hospital Estadual Mário Covas de Santo André, SP. Professor do Centro de Treinamento em Ultra Sonografia de São Paulo, CETRUS.

Introdução

Novos conceitos anatômicos consideram o miocárdio uma banda muscular única enrolada em espiral recorrente, ancorada nos anéis pulmonar e aórtico e refletida ao nível do septo interventricular¹. Esta disposição explica os movimentos de contração e relaxamento como sendo os de uma toalha ao ser torcida, o que confere ao músculo cardíaco grande eficiência mecânica, observando-se encurtamento longitudinal de 20-25% de todas as fibras, manifestado pelo deslocamento apical do anel mitral, e também encurtamento de 50-60% de todas as fibras no sentido radial, manifestado pelo espessamento das paredes.

O tecido miocárdico apresenta as características físicas próprias dos materiais visco-elásticos²: anisotropismo (as propriedades elásticas variam com a direção do esforço aplicado), incompressibilidade (a deformação provoca mudança de forma, mas não de volume) e visco-elasticidade (o esforço não depende apenas da deformação, mas também da velocidade com que esta ocorre). Isto faz com que, durante o ciclo cardíaco, o miocárdio mude de forma, encurtando-se no eixo longitudinal e engrossando-se no eixo transversal durante a sístole e o contrário durante a diástole. Quanto mais rapidamente ocorram estas deformações, maior deverá ser o esforço aplicado, conforme postula o princípio da visco-elasticidade.

A medida da deformação da fibra miocárdica (denominada *strain*) e a taxa com que se produz esta deformação (denominada *strain-rate*), manifestam as propriedades de incompressibilidade, anisotropismo e visco-elasticidade do miocárdio, sendo, portanto, parâmetros altamente sensíveis para aferir a função ventricular sistólica e diastólica.³ Isto permite, entre outras aplicações, a aferição da função segmentar do miocárdio, a detecção de viabilidade em paredes hibernantes, a distinção da cardiomiopatia hipertrófica da hipertrofiado atleta, e a mensuração das alterações do sincronismo da contração.

Os métodos convencionais, baseados no Doppler tecidual, detectam dois pontos do miocárdio situados a aproximadamente 9 mm um do outro e determinam a velocidade com que se aproximam

ou se afastam entre si ao longo do ciclo cardíaco. Isso denomina-se taxa de deformação, *strain-rate* ou gradiente de velocidade intramiocárdica. A integral desse gradiente de velocidade expressa a deformação que sofre a parede durante o ciclo cardíaco, e denomina-se *strain* (Figura 1). Esta metodologia, entretanto, em razão de analisar a movimentação dos pontos com relação ao transdutor, é altamente dependente do ângulo entre a linha Doppler e a direção do movimento. A esta limitação técnica relacionada com o ângulo de incidência, deve-se acrescentar a ocorrência de aliasing produzido quando as velocidades do movimento ultrapassam o limite de Nyquist, e a indução de interferência e ruído provocados pela grande amplitude dos sinais recebidos⁵.

A utilização de tecnologia baseada no eco bidimensional, recentemente introduzida, emprega o conceito de rastreamento de pontos⁶ (*speckle-tracking*), onde as granulações que formam a imagem das paredes miocárdicas, quando se realiza o registro bidimensional, são acompanhadas ao longo do ciclo cardíaco e geram loops de movimento, pois começam e terminam na mesma posição (Figura 2). O movimento dos pontos selecionados na imagem bidimensional é transformado em vetores, cuja direção e magnitude indicam a velocidade da deformação, permitindo deduzir a taxa de deformação (*strain-rate*). A integral desta taxa de deformação é o *strain*. Como não há restrição ao ângulo, permite a medição das deformações nos sentidos longitudinal e circunferencial do miocárdio, pela projeção apical e pelo eixo transversal do ventrículo esquerdo. Os vetores de velocidade podem ser referidos a um ponto de referência *virtual* (Figura 3). Os planos que medem a deformação longitudinal e circunferencial são perpendiculares entre si.

Objetivo

O objetivo do estudo foi estabelecer valores normais de *strain*, *strain-rate* e do tempo de deformação apical, obtido pelo método de *strain* bidimensional (*X-Strain*), em indivíduos normais e comparar estes valores com os obtidos em pacientes portadores de miocardiopatias, formas dilatada e hipertrófica.

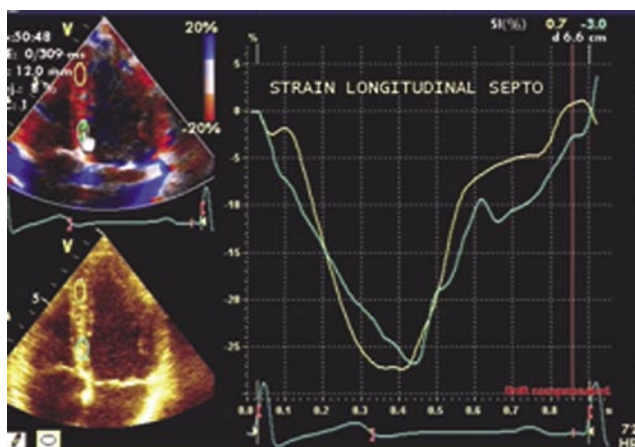


Figura 1 - Strain longitudinal em dois pontos do septo interventricular obtido desde a posição apical de 4 câmaras utilizando o Doppler tissular.

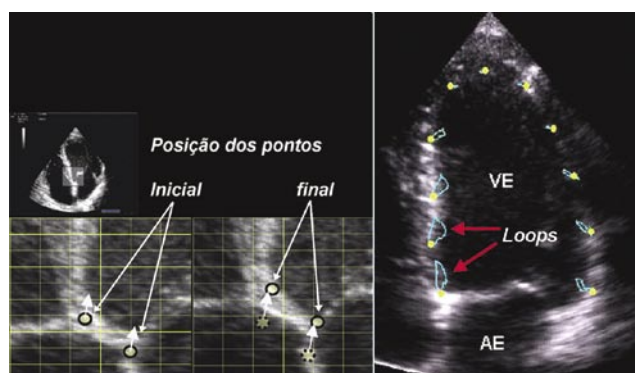


Figura 2 - Conceito de speckle-tracking: os pontos que formam a imagem bidimensional são rastreados ao longo do ciclo cardíaco formando loops de movimento (painel da direita).

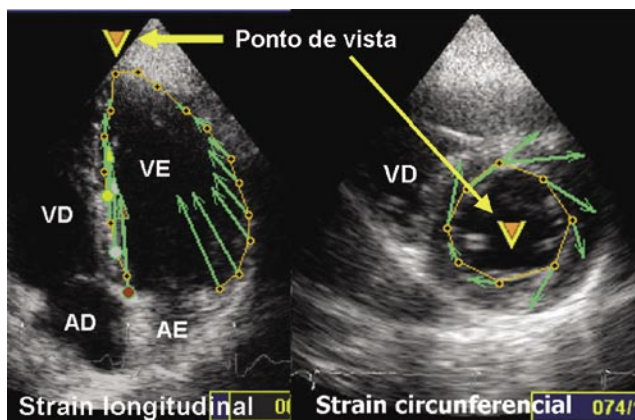


Figura 3 - X-strain obtido pelo ecocardiograma bidimensional. No painel da esquerda, X-strain longitudinal obtido desde a posição apical. No painel da direita, X-strain circunferencial. O "V" representa o ponto de vista virtual, ao qual se referem os vetores de movimento.

Material e Métodos

Foram estudados pela ecodopplercardiografia 54 pacientes, 32 do sexo masculino, 22 do sexo feminino, distribuídos em 3 grupos: Grupo NL, sem cardiopatia, 20 indivíduos, média etária de $49,30 \pm 7,74$ anos; Grupo CMD, 19 pacientes com cardiomiopatia dilatada do VE, média etária de $52,53 \pm 10,02$ anos;

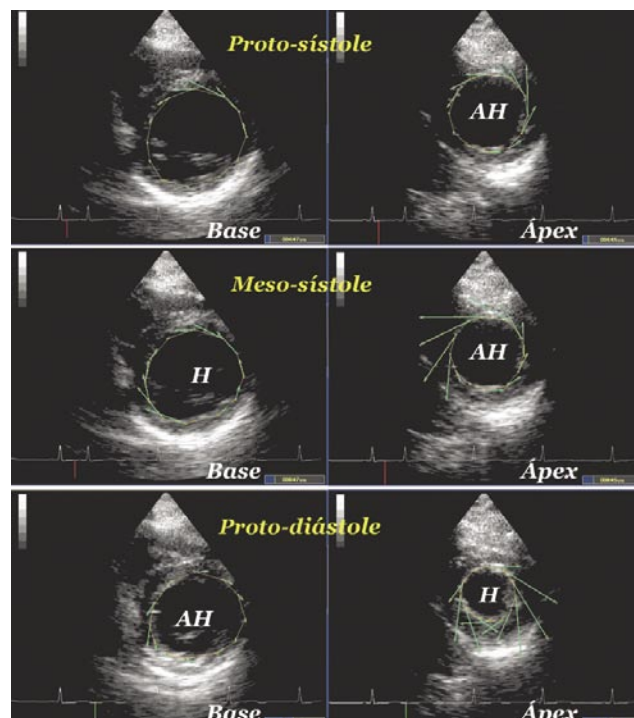


Figura 4 - Demonstração da rotação ao nível da base e do ápex do ventrículo esquerdo utilizando o strain circunferencial. Durante a proto-sístole o ápex apresenta rotação anti-horária. Durante a meso-sístole continua a rotação anti-horária do ápex e inicia-se a rotação horária da base. Durante a diástole a rotação inverte a direção.

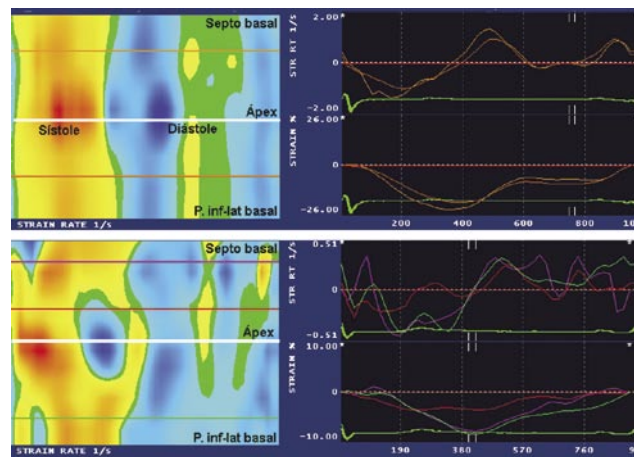


Figura 5 - Representação paramétrica curva do strain rate. A cor amarela representa deformação sistólica. A cor azul deformação diastólica. A cor verde ausência de deformação. Traçados da direita: strain rate e strain. Painel superior, indivíduo normal com os componentes sistólico e diastólico bem delimitados. Painel inferior, paciente portador de cardiomiopatia dilatada com importante heterogeneidade sistólica e diastólica.

Grupo HVE, 15 pacientes com hipertrofia ventricular esquerda, média etária de $47,47 \pm 11,19$ anos.

Foram critérios de inclusão no Grupo NL: dimensões cavitárias normais (diâmetro diastólico do VE ≤ 55 mm, diâmetro do átrio esquerdo ≤ 40 mm), parâmetros de função sistólica preservados (fração de ejeção estimada pelo método de Simpson biplanar $\geq 50\%$), espessura relativa das paredes $\leq 0,42$, associada a índice de massa $\leq 115,00$ g/m²

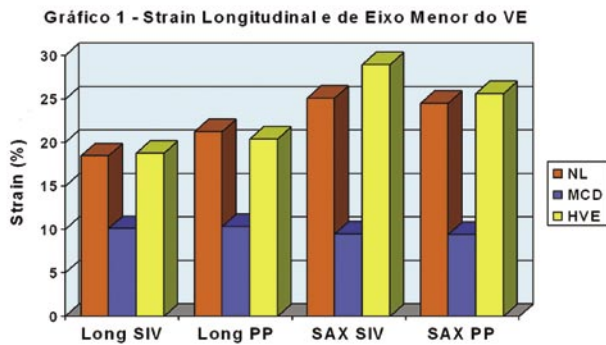


Gráfico 1 - "Strain" longitudinal obtido desde a posição apical e desde a posição paraesternal transversal em indivíduos normais (NL) e pacientes portadores de cardiomiopatia dilatada (CMD) e hipertrófica (HVE).

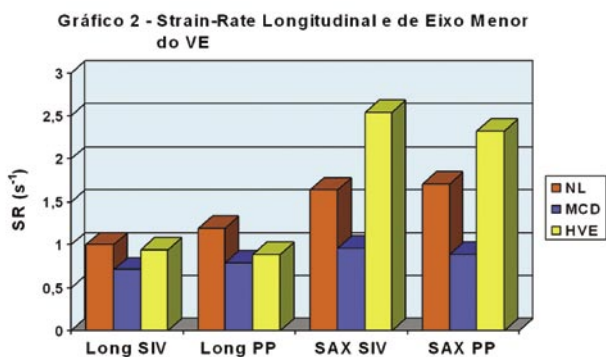


Gráfico 2 - "Strain rate" longitudinal obtido desde a posição apical e desde a posição paraesternal transversal em indivíduos normais (NL) e pacientes portadores de cardiomiopatia dilatada (CMD) e hipertrófica (HVE).

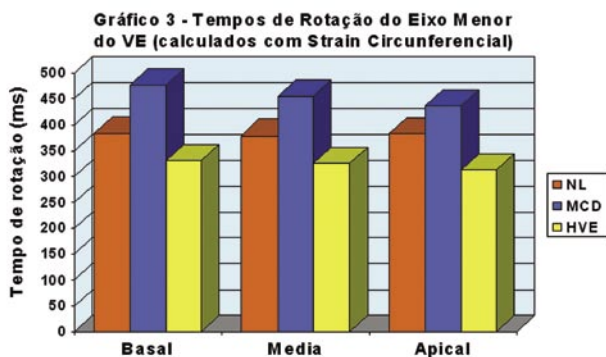


Gráfico 3 - Tempos de rotação calculados pelo "strain" circunferencial desde a posição paraesternal transversal ao nível da base, dos músculos papilares e próximo ao ápex do ventrículo esquerdo em indivíduos normais (NL) e em pacientes portadores de cardiomiopatia dilatada (CMD) e de hipertrófica (HVE).

para o sexo masculino e $\leq 95,00 \text{ g/m}^2$ para o sexo feminino, e relação entre as ondas E e A do fluxo mitral $\geq 0,757$. Para o Grupo CMD foram critérios de inclusão: dimensão diastólica do VE $\geq 56 \text{ mm}$ e fração de ejeção estimada por Simpson biplanar $\leq 50\%$. Para o Grupo HVE foram critérios de inclusão: a espessura relativa das paredes $\geq 0,42$, associada a índice de massa $\geq 115,00 \text{ g/m}^2$ para o sexo masculino e $\geq 95,00 \text{ g/m}^2$ para o sexo feminino.

As imagens foram obtidas em repouso, respiração

normal, decúbito lateral esquerdo, na modalidade *acquire* e gravadas em formato digitalizado (contendo pelo menos 3 ciclos cardíacos), com equipamento Esaote Mylab 30, dotado do software *X-Strain* Versão 8.0. As imagens foram processadas pelo sistema MyLabTMDesk Versão 3.0, obtendo-se vetores de movimentação dos pontos, curvas de deformação (*strain*), taxa de deformação (*strain-rate*), curvas de velocidade, imagens de *strain rate* curvo e taxa de deformação regional (Figura 4). Foram analisadas as curvas de deformação longitudinal obtidas pela posição apical de 4 câmaras e as curvas de deformação circunferencial, obtidas pelo eixo menor ao nível da valva mitral, dos músculos papilares e da região próxima ao ápex. Nas curvas de deformação circunferencial foi calculado o tempo entre a onda R do eletrocardiograma e o pico do *strain* em 4 pontos da parede ventricular (nos músculos papilares ântero-lateral e póstero-medial, e nas paredes anterior e ínfero-lateral), dos quais foi utilizado o valor médio, com o objetivo de estimar os tempos de rotação⁸.

Em todos os pacientes foi realizado o ecocardiograma convencional onde foram aferidas as dimensões do ventrículo esquerdo e do átrio esquerdo. Foram calculados os índices de massa, espessura relativa das paredes e fração de ejeção do ventrículo esquerdo pelo método de Simpson biplanar. Com Doppler convencional foi analisada a duração da onda A e a relação E/A do fluxo mitral, a velocidade dos componentes sistólico e diastólico do fluxo das veias pulmonares e a velocidade e duração do fluxo reverso atrial.

Análise estatística

Foram determinados a média e desvio-padrão da média dos parâmetros estudados. A comparação entre os grupos foi realizada por análise estatística multivariada. O nível de significância estatística foi estabelecido em 5%.

Resultados

A análise do ecocardiograma convencional permitiu separar os indivíduos do grupo controle (NL) e dos grupos com patologias (Grupos CMD e HVE). Os resultados encontram-se nas Tabelas I e II.

As porcentagens e taxas de deformação longitudinal, as porcentagens de deformação circunferen-

Tabela I – Parâmetros Estruturais do Ecocardiograma Convencional.

Grupo	Sexo		Idade (anos)	SC (m ²)	DdVE (mm)	DAE (mm)	FE (%)	IndM (g/m ²)	EspRel
NL	M = 8	X	49,30	1,69	52,36	34,82	59,25	103,49	0,32
	F = 12	sX	7,74	0,18	5,12	3,21	4,47	28,13	0,04
CMD	M = 11	X	52,53	1,67	65,86	40,44	38,95	156,29	0,26
	F = 8	sX	10,02	0,15	6,36	5,98	10,60	51,11	0,04
HVE	M = 13	X	47,47	1,78	49,43	38,83	65,87	214,35	0,59
	F = 2	sX	11,19	0,20	5,15	3,15	6,03	59,51	0,08
Análise de Variância		F	1,23	1,80	46,98	8,48	61,04	24,14	172,24
		p	0,3000	0,1750	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

SC: superfície corporal; DdVE: diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo; DAE: diâmetro do átrio esquerdo; FE: fração de ejeção; IndM: índice de massa; EspRel: espessura relativa das paredes; X: média; sX: desvio padrão.

Tabela II – Dados do Eco Doppler.

Grupo		DurA (ms)	Rel E/A*	Svp (m/s)	Dvp (m/s)	RevVP (m/s)	DurRev (ms)
NL	X	171,70	1,16	0,48	0,42	0,25	153,30
	sX	28,44	0,19	0,11	0,11	0,04	17,49
CMD	X	165,21	1,26	0,44	0,52	0,35	224,00
	sX	33,59	0,64	0,08	0,18	0,10	30,66
HVE	X	188,67	0,96	0,48	0,39	0,28	185,00
	sX	20,03	0,30	0,12	0,11	0,05	18,22
Análise de Variância	F	2,96	2,10	0,92	4,27	10,52	45,43
	p	0,0610	0,1330	0,4050	0,0190	<0,0001	<0,0001

DurA: duração da onda A do fluxo mitral; Rel E/A: relação entre as ondas E e A do fluxo mitral; Svp: velocidade sistólica do fluxo das veias pulmonares; Dvp: velocidade diastólica do fluxo das veias pulmonares; RevVP: velocidade do fluxo reverso das veias pulmonares; DurRev: duração do fluxo reverso das veias pulmonares; X: média; sX: desvio padrão.

*: O teste de Turkey demonstrou diferença significativa entre o grupo NL e o Grupo HVE.

Tabela III – Strain e Strain-Rate longitudinal na Projeção Apical e na Projeção Transversal do Ventrículo Esquerdo.

Grupo		FC (bpm)	Strain API (%)		Strain-Rate API (s-1)		Strain SAX (%)		Strain-Rate SAX (s-1)	
			Septo	Parede	Septo	Parede	Septo	Parede	Septo	Parede
NL	X	65,20	-18,44	-21,19	-1,00	-1,19	-25,12	-24,45	-1,64	-1,71
	sX	9,21	3,39	4,56	0,22	0,32	6,09	6,11	0,48	0,46
CMD	X	66,37	-10,06	-10,34	-0,71	-0,79	-9,47	-9,42	-0,96	-0,89
	sX	16,71	3,22	4,23	0,23	0,31	3,40	5,32	0,42	0,28
HVE	X	73,27	-18,82	-20,38	-0,94	-0,89	-28,95	-25,58	-2,54	-2,33
	sX	14,02	4,02	4,39	0,39	0,29	3,32	14,98	0,49	0,54
Análise de Variância	F	1,69	36,36	35,24	5,68	8,82	91,00	17,40	48,90	47,74
	p	0,1940	<0,0001	<0,0001	0,060	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

FC: frequência cardíaca; Strain API: strain obtido desde a posição apical; Strain-rate API: strain rate obtido desde a posição apical; Strain SAX: strain obtido desde a posição paraesternal transversal; Strain-rate SAX: strain rate obtido desde a posição paraesternal transversal; X: média; sX: desvio padrão.

Tabela IV – Tempo entre o QRS e o Pico da Deformação Circunferencial aos Níveis Basal, Médio e Apical do Ventrículo Esquerdo.

GRUPO		Basal (ms)	Médio (ms)	Apical (ms)
NL	X	382,86	379,59	381,49
	sX	51,40	42,31	25,86
CMD	X	477,21	455,05	447,30
	sX	56,98	77,95	79,09
HVE	X	330,98	324,87	312,85
	sX	33,25	36,59	37,81
Análise de Variância	F	39,13	22,99	26,49
	P	<0,0001	<0,0001	<0,0001

X: média; sX: desvio padrão.

cial obtidas pelo eixo transversal do VE e as taxas de deformação para todos os grupos encontram-se na Tabela III.

No Grupo CMD observou-se diminuição global das porcentagens e taxas de deformação e aumento dos tempos de deformação.

No Grupo HVE observou-se manutenção das porcentagens de deformação no eixo longitudinal e aumento das porcentagens de deformação circunferencial nos eixos transversais e, principalmente, aumento das taxas de deformação circunferencial com diminuição dos tempos de deformação. Estes achados encontram-se nas Tabelas III e IV e nos Gráficos 1, 2 e 3.

A análise da deformação circunferencial, realizada quadro a quadro, evidenciou que a mesma inicia-se na região próxima ao músculo papilar pósteromedial e dirige-se em sentido anti-horário durante a sístole na região apical e em sentido horário na região basal (Figura 4), conforme já demonstrado com ressonância nuclear magnética⁹, podendo ser representativa da rotação ventricular.

O *strain rate* representado parametricamente pelo modo curvo, evidenciou alterações regionais na distribuição temporal da contração, principalmente em alguns casos do Grupo CMD (Figura 5). Estes dados, entretanto, não foram reproduzidos em todos os pacientes do grupo, não tendo sido, desta forma, levados em consideração para o tratamento estatístico.

Discussão

A análise da deformação miocárdica utilizando *strain* bidimensional (*X-Strain*) abre um vasto panorama para o estudo da função ventricular, pois permite detectar alterações da contratilidade e relaxamento regionais, mesmo antes de aparecerem alterações no ecocardiogra-

ma convencional. O sincronismo da contração e o tempo de rotação apical do ventrículo esquerdo também podem ser avaliados por este método¹⁰.

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas relacionadas a idade e a superfície corporal entre os grupos estudados. A distribuição por sexos favoreceu pacientes do sexo masculino, principalmente pelo grande predomínio no Grupo HVE.

Os indivíduos normais (Grupo NL) evidenciaram dimensões e parâmetros de função sistólica e diastólica compatíveis com os valores normais encontrados na literatura¹¹. O índice de massa miocárdica e a espessura relativa das paredes foram consideradas conforme o mais recente consenso¹², apesar de considerarmos inadequado para o biotipo brasileiro. O método de Simpson biplanar para calcular a fração de ejeção foi utilizado, ao invés do modo M, na intenção de comparar os indivíduos normais com pacientes que apresentam importantes alterações da geometria ventricular. Devido à grande variabilidade, mesmo intra-observador, os valores apresentados representam a média de 3 medidas sucessivas em ciclos cardíacos diferentes. A análise do fluxo mitral e do fluxo das veias pulmonares, tanto nas velocidades e relações entre as ondas como na duração da onda A do fluxo mitral e a duração do fluxo reverso atrial permitiram inferir, de forma indireta, a normalidade da função diastólica¹³. Os valores encontrados para a deformação longitudinal (*strain*) e para a taxa de deformação (*strain-rate*) pelas abordagens apical e paraesternal transversal, correspondem à porção média das paredes antero-septal e ínfero-lateral do ventrículo esquerdo, e são semelhantes aos apresentados pela literatura¹⁴. Os valores medidos para o tempo de deformação circunferencial, pela abordagem paraesternal transversal, correspondem a média de quatro pontos equidistantes obtidos na valva mitral, nos músculos papilares e na região próxima ao ápex. Optou-se por utilizar o valor médio destas aferições porque a análise das mesmas, nos três níveis ventriculares (mitral, músculos papilares e apical) não apresentou diferenças significativas entre si.

Acreditamos que o método baseado em Doppler tissular não meça a deformação radial, mas apenas a deformação longitudinal em um plano ortogonal di-

ferente⁵. O atual estágio do *X-Strain* não permite ainda calcular o *strain* radial, mas o desenvolvimento da análise da deformação subendocárdica e subepicárdica de forma simultânea permitirão em breve esta aferição. A deformação circunferencial, analisada desde a posição paraesternal transversal pode ser considerada representativa do movimento de rotação.

A torção apical é definida como a diferença angular entre a rotação circunferencial da base do ventrículo esquerdo em relação à rotação circunferencial da região apical da cavidade, e é obtida comparando-se os ângulos e tempos de rotação destes segmentos do ventrículo esquerdo por meio de programas de computador. As medidas realizadas pela ressonância nuclear magnética e pelo *X-Strain* são adquiridas em ciclos diferentes associadas ao eletrocardiograma, portanto, não são simultâneas. Por outro lado, a estimativa do tempo da deformação apical, medida entre o início do QRS do eletrocardiograma e o pico da deformação circunferencial pode ser um bom parâmetro para avaliar o tempo da rotação, pois varia consideravelmente nas patologias aqui estudadas e apresenta resultados proporcionalmente semelhantes aos dos tempos de rotação encontrados na literatura^{15,16}.

Os pacientes do Grupo CMD apresentaram diminuição global da deformação e da taxa de deformação, longitudinal e circunferencial, assim como aumento do tempo de deformação circunferencial apical (rotação), correspondendo ao déficit global da contratilidade miocárdica inerente a cardiomiopatia dilatada¹⁶.

Os pacientes do Grupo HVE evidenciaram que a deformação longitudinal no eixo apical de 4 câmaras não apresentou variação significativa em relação ao Grupo NL, mas houve diminuição da taxa de deformação, principalmente na parede ínfero-lateral do ventrículo esquerdo. A deformação circunferencial obtida pelo eixo transversal mostrou aumento da porcentagem de deformação e houve grande aumento da taxa de deformação, acompanhada de diminuição significativa do tempo de rotação. Estes dados podem indicar predomínio dos componentes da deformação e da taxa de deformação apicais na cardiomiopatia hipertrófica, em detrimento da deformação longitudinal, conforme já foi descrito na literatura¹⁷. Este fato pode ser corroborado pelo encurtamento do tempo de deformação e já foi ob-

servado em estudos de torção miocárdica, podendo ser devidos a mecanismo compensatório provocado pelo aumento da pressão intracavitária¹⁵.

Os achados do presente trabalho são preliminares, mas concordantes com os apresentados na literatura recente, devendo haver, certamente, significativo aumento das aplicações e da eficiência do método em futuro próximo, quando houver melhora da curva de aprendizado, e a evidência de análise de séries com maior número de pacientes.

Conclusão

Pode-se concluir que a análise da deformação miocárdica baseada no eco bidimensional (*X-Strain*) é um método simples, de fácil manuseio e muito eficiente na avaliação das alterações da função miocárdica regional, identificando, classificando e discriminando diferentes tipos de cardiomiopatias, evidenciando mínimas alterações não observadas pela ecocardiografia convencional.

Referências

1. Torrent-Guasap F. Estructura y función del corazón. Rev Esp Cardiol. 1998;51: 91-102.
2. Mirsky I. Elastic properties of the myocardium: a quantitative approach with physiological and clinical system. The Heart. Bethesda: Am Physiol Soc. 1979; sec 2, vol 1, chapt 14; p.497-531.
3. Heimdal A, Stoylen A, Torp H, Skjaerpe T. Real-time strain rate imaging of the left ventricle by ultrasound. J Am Soc Echocardiogr. 1998; 11: 1013-9.
4. Brindeiro Filho D. Função diastólica: o novo e o clássico. (on line). [Acesso em 2007 dez.10]. Disponível em: <https://www.fac.org.ar/pcvc/htdocs/tcvc/llave/c209/htm>
5. 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, implementations and limitations. Eur J Echocardiogr. 2000, 1: 154-70.
6. Helle-Valle T, Crosby J, Edvardsen T, Lyseggen EL, Amundsen BH, Smith HJ, et al. New noninvasive method for assessment of left ventricular rotation: speckle tracking echocardiography. Circulation. 2005; 112: 3149-56.
7. Khouri SJ, Maly GT, Suh DD, Walsh TE. A practical approach to the echocardiographic evaluation of diastolic function. J Am Soc Echocardiogr. 2004, 17: 290-7.
8. Rothfeld JM, LeWinter MM, Tirschler MD. Left ventricular systolic torsion and early diastolic filling by echocardiography in normal humans. Am J Cardiol. 1998; 81: 1465-9.
9. Dong SJ, Hees PS, Siu CO, Weiss JL, Shapiro EP. MRI assessment of LV relaxation by untwisting rate: a new isovolumic phase measure of τ . Am J Physiol Heart Circ Physiol; 2001, 281: 2002-9.
10. Dong SJ, Hees PS, Huang WM, Buffer Jr SA, Weiss JL, Shapiro EP. Independent effects of preload, afterload, and contractility on left ventricular torsion. Am J Physiol Heart Circ Physiol; 1999, 277: 1053-60.
11. Schwartzman PR, Fuchs FD, Mello AG, Coli M, Schwartzman M, Moreira LB. Normal values of echocardiographic measurements: a population-based study. Arq Bras Cardiol. 2000; 75: 111-4.
12. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellika PA, et al. Recommendations for chambers quantification: a report from the American Society of Echocardiography's guidelines and standards Committee and the chamber quantification writing group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. J Am Soc Echocardiogr. 2005; 18: 1440-63.
13. Maurer MS, Spevack D, Burkhoff D, Kronzon I. Diastolic dysfunction. Can it be diagnosed by Doppler echocardiography? J Am Coll Cardiol. 2004, 44: 1543-9.
14. Edvardsen T, Skulstad H, Aakhus S, Urheim S. Regional myocardial systolic function during acute myocardial ischemia assessed by strain Doppler echocardiography. J Am Soc. Cardiol. 2001; 37: 726-30.
15. Nagel E, Stuber M, Burkhard B, Fischer SE, Scheidegger MB, Boesiger P, et al. Cardiac rotation and relaxation in patients with aortic valve stenosis. Eur Heart J; 2000, 21: 582-9
16. Jin SM, Noh CI, Bae EJ, Choi JY, Yun YS. Decreased left ventricular torsion and untwisting in children with dilated cardiomyopathy. J Korean Méd Sci; 2007, 22: 633-40.
17. MacGowan GA, Burkhoff D, Rogers WJ, Salvador D, Azhari H, Hees PS, et al. Effects of afterload on regional left ventricular torsion. Cardiovasc Res. 1996; 31: 917-25.