

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <http://www.researchgate.net/publication/230647174>

Rotação, Twisting e Torção Miocárdicas Avaliados pela Ecocardiografia Bidimensional (Speckle Tracking) Myocardial Rotation, Twisting and Torsion Assessed by Two-Dimensional Echocar...

ARTICLE · APRIL 2012

DOWNLOADS

88

VIEWS

131

4 AUTHORS, INCLUDING:



[Jose Maria Del Castillo](#)

Universidade de Pernambuco

19 PUBLICATIONS 57 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Eugênio Albuquerque](#)

Universidade de Pernambuco

9 PUBLICATIONS 4 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Rotação, *Twisting* e Torção Miocárdicas Avaliados pela Ecocardiografia Bidimensional (*Speckle Tracking*)

Myocardial Rotation, Twisting and Torsion Assessed by Two-Dimensional Echocardiography (Speckle Tracking)

José Maria Del Castillo¹, Carlos Antonio da Mota Silveira¹, Eugenio Soares de Albuquerque¹

¹. Médicos do Pronto Socorro Cardiológico Universitário de Pernambuco Prof. Luiz Tavares. Universidade de Pernambuco (UPE). Recife - PE, Brasil. BR.

RESUMO

Introdução: A disposição helicoidal das fibras miocárdicas confere ao coração movimento de rotação. O *strain* bidimensional permite analisar esses deslocamentos e calcular o *twisting* (diferença angular entre as rotações basal e apical) e a torção (*twisting* dividido pelo eixo maior da cavidade). **Objetivo:** Avaliar, pelo *strain* bidimensional, utilizando a técnica do *speckle tracking*, a rotação basal e apical, o *twisting* e a torção apical do VE, em indivíduos normais, em pacientes portadores de miocardiopatia chagásica e em pacientes com hipertrofia do VE. **Material:** Para analisar a rotação miocárdica, *twisting* e torção do VE, foram estudados 20 indivíduos saudáveis (média etária 52±14 anos), 18 pacientes com miocardiopatia chagásica (média etária 55±13 anos) e 12 pacientes com hipertrofia do VE (média etária 51±8 anos). **Métodos:** Com ecocardiografia convencional, foram aferidas as dimensões e função do VE e, com *strain* bidimensional, estudado o *strain* longitudinal global, o *strain radial*, a rotação endocárdica e epicárdica basal e apical e calculados o *twisting* e a torção. **Resultados:** O diâmetro do VE foi, significativamente, maior nos pacientes com miocardiopatia chagásica. O índice de massa foi, significativamente, maior nos pacientes com hipertrofia do VE. A função do VE estava, significativamente, diminuída nos pacientes com miocardiopatia chagásica. A rotação, *twisting* e torção foram maiores na região endocárdica em todos os grupos. Rotação, *twisting* e torção estavam, significativamente, diminuídos nos pacientes com miocardiopatia chagásica e, significativamente, aumentados nos pacientes hipertroficados. **Conclusão:** A ecocardiografia bidimensional permite avaliar as rotações basal e apical do ventrículo esquerdo e calcular o *twisting* e a torção com boa acurácia e reprodutibilidade. A rotação endocárdica é maior em todos os grupos. O *twisting* e a torção estão diminuídos na miocardiopatia chagásica e aumentados na hipertrofia ventricular, permitindo separar os grupos de pacientes dos indivíduos normais..

Descritores: Hipertrofia Ventricular Esquerda, Cardiomiopatia Chagásica, Disfunção Ventricular Esquerda, Anormalidade Torcional, Ecocardiografia/métodos

SUMMARY

Introduction: The helical disposition of the myocardial fibers gives rotational motion to the heart. Two-dimensional strain allows calculating the rotational displacement, twisting (angle difference between basal and apical rotation) and torsion (twisting divided by major axis of the cavity). **Objective:** Evaluate, by two-dimensional strain, using the technique of speckle tracking, the basal and apical rotation, twisting and apical LV rotation in normal subjects, in patients with chagasic cardiomyopathy and in patients with LV hypertrophy. **Material:** With the aim of analyze the myocardial rotation, twisting and torsion of the LV, were studied 20 healthy subjects (mean age 52 ± 14 years), 18 patients with Chagas' cardiomyopathy (mean age 55 ± 13 years) and 12 patients with LV hypertrophy (mean age 51 ± 8 years). **Methods:** With conventional echocardiography were measured the LV dimensions and function. With two-dimensional strain were measured the



Instituição: Pronto Socorro Cardiológico Universitário de Pernambuco Prof. Luiz Tavares – PROCAPE – Universidade de Pernambuco (UPE), Recife-PE, Brasil. BR.

Correspondência: José Maria Del Castillo Rua Jorge de Lima nº 245 Torre Salute Ap.303 Imbiribeira 51160-070 Recife - PE, Brasil. BR. castillojmd@gmail.com

Recebido em: 15/04/2012 - **Aceito em:** 25/05/2012



longitudinal and radial strain, the endocardial and epicardial rotations in apical and basal regions, and calculated the LV twisting and torsion. **Results:** The LV diameter was significantly higher in patients with chagas' cardiomyopathy. The LV mass index was significantly higher in patients with LV hypertrophy. The LV function was significantly reduced in patients with chagas' cardiomyopathy. Rotation, twisting and torsion were higher in the endocardial surface in all groups. Rotation, twisting and torsion were significantly decreased in patients with chagas' cardiomyopathy and significantly increased in hypertrophic patients. **Conclusion:** Two-dimensional echocardiography allows the assessment of basal and apical rotation of the left ventricle, and calculate twisting and torsion with good accuracy and reproducibility. Endocardial rotation is greater in all groups. The twisting and torsion are diminished in chagas' cardiomyopathy and increased in ventricular hypertrophy, allowing separation the group of patients from normal individuals.

Descriptors: Hypertrophy, Left Ventricular; Chagas Cardiomyopathy; Ventricular Dysfunction, Left; Torsion Abnormality; Echocardiography/methods

Introdução

Evidências anatomofisiológicas recentes^{1,2} têm demonstrado que a contração helicoidal do coração confere máxima eficiência mecânica ao músculo cardíaco. Esta contração, por torção, deve-se ao deslizamento das camadas miocárdicas na espessura das paredes associada à conformação, em espiral, da banda muscular ancorada nos anéis pulmonar e aórtico refletindo, na região apical, banda esta despolarizada de forma sequencial³. A combinação desses movimentos pode ser estudada por vários métodos de imagem, entre os quais o ecocardiograma bidimensional com a técnica do *speckle tracking*⁴. O *strain* bidimensional analisa a deformidade do ventrículo esquerdo (VE), nos três planos anatômicos ortogonais (longitudinal, circunferencial e radial), nos planos por cisalhamento⁵ (*shear strain* longitudinal radial e circunferencial radial) e as rotações basal e apical⁶.

Assim como observado com a deformidade longitudinal⁷, a rotação é diferente no epicárdio e no endocárdio devido ao movimento de torção conferido pela direção oposta entre as fibras subendocárdicas e subepicárdicas⁸. Essa diferença representa a deformidade por cisalhamento (*shear strain*) sendo a rotação endocárdica maior do que a epicárdica tanto na base quanto no ápex.

Como resultado da composição de forças, a qual ocorre na espessura do miocárdio, a região basal roda em sentido horário e a apical em sentido anti-horário durante a sístole ventricular. A diferença angular entre essas rotações denomina-se *twisting* e mede-se em graus. Quando se divide o *twisting* pelo comprimento

do eixo maior do VE na sístole, obtêm-se a torção apical, medida em graus/cm⁹. A rotação global das regiões basal e apical corresponde, aproximadamente, à rotação da camada média do miocárdio. O valor normal do *twisting* global é de $9,7^\circ \pm 4,1^\circ$ ⁸. Para a torção, há poucos valores de referência na literatura, sendo estimada em $1,35^\circ/\text{cm} \pm 0,54^\circ/\text{cm}$ ¹⁰.

A análise da rotação epicárdica e endocárdica e dos respectivos *twisting* e torção são importantes parâmetros para a identificação precoce das alterações da contratilidade miocárdica. O presente trabalho analisa esses parâmetros em indivíduos saudáveis, em portadores da forma cardíaca da doença de Chagas e em pacientes com hipertrofia do VE, com a finalidade de estabelecer valores de referência e validar os resultados do *twisting* e da torção apical com os encontrados na literatura.

Objetivo

Avaliar, pelo *strain* bidimensional, utilizando a técnica do *speckle tracking*, a rotação basal e apical, o *twisting* e a torção apical do VE, em indivíduos normais, em pacientes portadores de miocardiopatia chagásica e em pacientes com hipertrofia do VE.

Material

Foram estudados 20 indivíduos sadios (média etária 52 ± 14 anos, 10 do sexo masculino e 10 do sexo feminino), 18 pacientes com forma cardíaca da doença de Chagas (média etária 55 ± 13 anos, 7 do sexo masculino e 11 do sexo feminino) e 12 pacientes com hipertrofia



do VE (média etária 51 ± 8 anos, 7 do sexo masculino e 5 do sexo feminino).

Métodos

Em todos os pacientes foi realizado o ecocardiograma convencional, determinando dimensões cardíacas, função sistólica, função diastólica e avaliação diagnóstica. A função sistólica foi determinada pela fração de ejeção. A função diastólica foi avaliada pelos fluxos da valva mitral, das veias pulmonares e Doppler tissular do anel mitral, conforme recomendação da Sociedade Americana de Ecocardiografia¹¹. A análise da deformidade e da rotação miocárdicas foram realizadas pelas abordagens paraesternal e apical, utilizando os cortes de eixo menor ventricular esquerdo, no nível da valva mitral e abaixo dos músculos papilares e os cortes apicais longitudinal, de quatro câmaras e de duas câmaras, conforme recomendado pelas Sociedades Americana e Europeia de Ecocardiografia⁹.

Pelas posições apicais longitudinal, de quatro e de duas câmaras, foi aferido o *strain* longitudinal global (média de todos os segmentos miocárdicos). Pela abordagem paraesternal transversal, no nível dos músculos papilares, foi calculado o *strain* radial do VE.

Nas regiões basal e apical do VE, foram calculadas as rotações epicárdica, endocárdica e global. As rotações, em sentido horário, foram consideradas negativas e as rotações, em sentido anti-horário, positivas¹². Os dados foram armazenados digitalmente para posterior análise.

Com o auxílio de planilha de cálculo (*Microsoft Excel*®), foram determinados o *twisting* e a torção global, epicárdica e endocárdica (Figura 1).

Em quatro indivíduos saudáveis, em quatro pacientes com miocardiopatia chagásica e em três pacientes com hipertrofia do VE (22% da amostra), as imagens do eco bidimensional, armazenadas digitalmente, foram analisadas por dois observadores com o objetivo de testar a reprodutibilidade.

Foram calculadas as médias e desvio padrão das médias de todas as medidas. Os dados foram comparados, utilizando a análise de variância ANOVA associada ao teste de Tukey, para estabelecer as diferenças individuais entre os grupos. Para testar a reprodutibilidade interobservador, foi usada a correlação linear de Pearson. Os dados foram considerados estatisticamente significativos quando $p < 0,05$.

Resultados

A idade dos pacientes dos três grupos não apresentou diferença, estatisticamente, significativa. A dimensão do VE estava, significativamente, aumentada nos pacientes com miocardiopatia chagásica, com aumento, também significativo, do índice de massa. Nos pacientes com hipertrofia do VE, a dimensão não apresentou diferença significativa com relação aos indivíduos saudáveis, mas o índice de massa estava aumentado. A fração de ejeção foi normal nos indivíduos saudáveis, significativamente maior, nos pacientes com hipertrofia do VE e, sig-

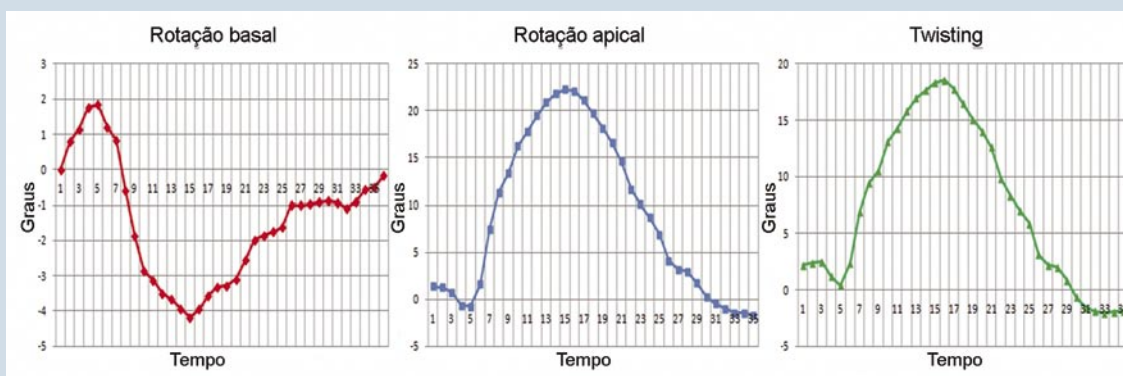


Figura 1: Gráficos de rotação basal, apical e *twisting* do VE, obtidos de uma planilha de cálculo *Windows Excel*® e obtidos em paciente portador de hipertrofia do VE. A rotação basal apresenta deslocamento horário na fase de ejeção precedido por breve deslocamento anti-horário na fase de pré-ejeção. A rotação apical apresenta deslocamento anti-horário na fase de ejeção e pequeno deslocamento inicial horário. O *twisting* apresenta deslocamento positivo na fase de ejeção do VE com pequeno deslocamento negativo na fase de pré-ejeção.



Tabela 1 : Dados demográficos, dimensões e função do VE

	Idade (anos)	Diâmetro VE (mm)	Índice de Massa (g/m ²)	FEVE (%)
Grupo Normal	46,5 ± 16,4	48 8 ± 4 9	79,1 ± 21 2	59 4 ± 5,7
Grupo Chagas	54,8 ± 13,5	63 1 ± 6 6	108 2 ± 17,1	42,9 ± 4 7
Grupo HVE	51,1 ± 7,9	44,1 ± 4,3	153,3 ± 14,7	67.7 ± 7,9
ANOVA (p)	0,1830	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Tukey	1-2 ns	1-2 <0,01	1-2 <0,01	1-2 <0,01
	1-3 ns	1-3 ns	1-3 <0,01	1-3 <0,01
	2-3 ns	2-3 <0,01	2-3 <0,01	2-3 <0,01

nificativamente diminuída, nos pacientes com miocardiopatia chagásica. Os resultados dos dados demográficos, das medidas do ecocardiograma convencional e os dados de função sistólica do VE encontram-se na Tabela 1.

No grupo normal, ocorreram refluxos valvares considerados mínimos ou discretos em 12 casos. A função diastólica neste grupo foi considerada normal em 16 indivíduos e com disfunção grau 1 (relaxamento alterado) em 4 indivíduos, todos acima de 60 anos de idade.

Nos pacientes com miocardiopatia chagásica, foi observada disfunção diastólica grau 1 em 9 pacientes, grau 2 em 4 pacientes e grau 3 em 5 pacientes. Todos os pacientes com miocardiopatia chagásica apresentavam regurgitação mitral (discreta em 6, moderada em 7 e importante em 5 pacientes). Em todos os pacientes hipertróficos, a disfunção diastólica foi grau 1 e havia regurgitação mitral discreta em 4 pacientes e moderada em 2 pacientes.

O *strain* longitudinal global estava, significativamente, diminuído nos pacientes com miocardiopatia chagásica e nos pacientes com hipertrofia do VE. O teste de Tukey evidenciou diferença significativa para todos os grupos. O *strain* radial estava, significativamente, diminuído nos pacientes com miocardiopatia chagásica, mas sem diferença significativa entre os indivíduos saudáveis e os pacientes com hipertrofia do VE pelo teste de Tukey.

Tabela 2 : *Strain* longitudinal global e *strain* radial do VE

	<i>Strain</i> Longitudinal Global (%)	<i>Strain</i> Radial (%)
Grupo Normal	-17,84 ± 1,83	39,71 ± 5,32
Grupo Chagas	11 07 2 64	22 43 7 69
Grupo HVE	-13,25 ± 2,25	40,71 ± 6,00
ANOVA (p)	<0,0001	<0,0001
Tukey	1-2 <0,01	1-2 <0,01
	1-3 <0,01	1-3 ns
	2-3 <0,05)	2-3 <0,01

Os resultados encontram-se na Tabela 2.

A rotação basal, de sentido horário, foi maior na região endocárdica do que na epicárdica nos indivíduos normais e nos pacientes portadores de miocardiopatia chagásica e hipertrofia ventricular. A rotação apical, em sentido anti-horário, também foi maior no endocárdio do que no epicárdio em todos os grupos. As rotações basal e apical encontravam-se, significativamente, diminuídas nos pacientes com miocardiopatia chagásica e, significativamente, aumentadas nos pacientes com hipertrofia ventricular. O teste de Tukey mostrou diferença significativa em todos os grupos, exceto na rotação apical epicárdica que não foi significativa entre os indivíduos saudáveis e os pacientes com miocardiopatia chagásica. Os dados referentes às rotações basal e apical, subendocárdica e subepicárdica, encontram-se na Tabela 3.

O *twisting* endocárdico foi maior do que o epicárdico em todos os grupos. No grupo com miocardiopatia cha-

**Tabela 3 :** Rotação basal e apical endocárdica, epicárdica e global do VE

	Rotação Basal do VE (°)			Rotação Apical do VE (°)		
	Endocárdica	Epicárdica	Global	Endocárdica	Epicárdica	Global
Grupo Normal	-6,19 ± 2,21	-3,58 ± 1,32	-4,88 ± 1,34	6,04 ± 1,48	3,42 ± 1,16	4,73 ± 1,09
Grupo Chagas	-3,96 ± 1,52	-2,47 ± 1,26	-3,21 ± 1,26	4,13 ± 2,13	2,50 ± 1,20	3,31 ± 1,60
Grupo HVE	-9,31 ± 4,28	-4,72 ± 0,91	-7,01 ± 2,46	8,73 ± 1,81	5,38 ± 1,32	7,06 ± 1,06
ANOVA (p)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Tukey	1-2 <0,05	1-2 <0,05	1-2 <0,01	1-2 <0,01	1-2 ns	1-2 <0,01
	1-3 <0,01	1-3 <0,05	1-3 <0,01	1-3 <0,01	1-3 <0,01	1-3 <0,01
	2-3 <0,01	2-3 <0,01	2-3 <0,01	2-3 <0,01	2-3 <0,01	2-3 <0,01

gásica, estava significativamente diminuído e, no grupo com hipertrofia ventricular, significativamente aumentado. O teste de Tukey mostrou diferenças significativas em todos os grupos. Os dados encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 : *Twisting* endocárdico, epicárdico e global do VE

	Twisting Ventricular Esquerdo (°)		
	Endocárdico	Epicárdico	Global
Grupo Normal	12,23 ± 2,86	7,00 ± 1,81	9,61 ± 1,75
Grupo Chagas	8,08 ± 2,97	4,97 ± 1,49	6,53 ± 2,18
Grupo HVE	18,03 ± 5,04	10,11 ± 0,89	14,07 ± 2,39
ANOVA (p)	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Tukey	1-2 <0,01	1-2 <0,01	1-2 <0,01
	1-3 <0,01	1-3 <0,01	1-3 <0,01
	2-3 <0,01	2-3 <0,01	2-3 <0,01

O eixo longitudinal do VE, aferido no final da sístole, não apresentou diferença significativa entre os indivíduos saudáveis e os pacientes com miocardiopatia chagásica e foi, significativamente, maior nos pacientes com hipertrofia do VE, como demonstrado pelo teste de Tukey.

A torção endocárdica foi maior do que a epicárdica em todos os grupos. A torção ventricular estava, significativamente, diminuída nos pacientes com miocardiopatia chagásica e, significativamente, aumentada nos pacientes com hipertrofia do VE. O teste de Tukey mostrou diferença, estatisticamente significativa entre todos os grupos. Os dados de eixo longitudinal do VE e de torção encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 : Torção endocárdica, epicárdica e global do VE

	Eixo Longitudinal do VE (cm)	Torção Ventricular Esquerda (°/cm)		
		Endocárdica	Epicárdica	Global
Grupo Normal	6,43 ± 0,62	1,91 ± 0,47	1,09 ± 0,28	1,50 ± 0,27
Grupo Chagas	6,57 ± 0,70	1,24 ± 0,49	0,77 ± 0,25	1,00 ± 0,36
Grupo HVE	7,50 ± 0,67	2,44 ± 0,77	1,36 ± 0,18	1,90 ± 0,41
ANOVA (p)	<0,003	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Tukey	1-2 ns	1-2 <0,01	1-2 <0,01	1-2 <0,01
	1-3 <0,01	1-3 <0,05	1-3 <0,05	1-3 <0,01
	2-3 <0,01	2-3 <0,01	2-3 <0,01	2-3 <0,01



Tabela 6 : Avaliação Interobservador do *Strain* Longitudinal e Radial e da Torção global do VE

	Strain Longitudinal (%)	Strain Radial (%)	Rotação Ba sal (°)	Rotação Apical (°)
Observador 1	13,55 ± 4,00	30 23 ± 11 91	5,29 ± 2,81	4,78 ± 1 73
Observador 2	-13,68 ± 4,11	31,53 ± 11,86	-6,05 ± 2 81	5,33 ± 1,65
Pearson	R = 0,97 p <0,0001	R = 0,94 p <0,0001	R = 0,95 p <0,0001	R = 0,92 p <0,0001

A reproducibilidade interobservador, para as deformidades longitudinal e radial e para a rotação basal e apical, apresentou correlação superior a 0,92 (Tabela 6).

Discussão

As rotações basal e apical, o *twisting* e a torção miocárdica são parâmetros bastante sensíveis para detectar, precocemente, alterações da função ventricular esquerda¹³. Essas observações já foram constatadas com ressonância magnética, mas este método apresenta a limitação da velocidade de aquisição das imagens, da portabilidade e do custo¹⁴. A ecocardiografia bidimensional, com a técnica do *speckle tracking*, é um método sensível e reproduzível para avaliar a rotação do miocárdio, eliminando simultaneamente os problemas de taxa de aquisição e ângulo de insonação.

A complexa conformação do miocárdio, constituído por uma única banda muscular enrolada em si mesma, ancorada nos anéis pulmonar e aórtico sofrendo reflexão na região apical, associado à mudança de direção das fibras miocárdicas na espessura parietal, confere diferentes deformidades às várias regiões do VE¹⁵. Planos de clivagem entre feixes de miócitos permitem o deslizamento de camadas na espessura miocárdica, melhorando a eficiência mecânica do coração. Esse tipo de deformidade denomina-se cisalhamento ou *shear strain*, e contribui com mais de 50% para a ejeção ventricular. O encurtamento dos miócitos contribui com apenas 8%¹⁶.

A rotação miocárdica corresponde à combinação dessas deformidades, sendo a deformidade resultante horária na região basal e anti-horária na região apical. A diferença angular dessas rotações opostas é o *twisting*, e o quociente do pico do *twisting* pelo comprimento longitudinal sistólico do VE é a torção. A rotação, *twisting* e torção endocárdica são maiores no nível do endocárdio

e menores no epicárdio. O *twisting*, normalmente utilizado nos trabalhos encontrados na literatura, é o global, calculado com os valores da rotação global basal e apical. Essas deformidades correspondem, aproximadamente, à deformidade da camada média do miocárdio.

No grupo de indivíduos sadios analisado, no presente trabalho, notamos coincidência dos valores do *twisting* global e da rotação miocárdica global com os valores normais encontrados na literatura^{8,10}, o que permite usar estes dados como valores de referência.

Observamos, também, diminuição do *strain* longitudinal global, do *strain* radial, do *twisting* e da rotação miocárdica nos pacientes com miocardiopatia chagásica. Esses dados estão de acordo com os encontrados na literatura, para pacientes com cardiomiopatia dilatada do VE¹⁷. Nos pacientes com hipertrofia ventricular, observamos importante aumento da rotação apical, do *twisting* e da torção miocárdica, de forma semelhante aos dados observados na literatura¹⁸. Observa-se, nesses casos, diminuição do *strain* longitudinal e manutenção do *strain* radial, provável mecanismo de adaptação do miocárdio, que aumenta o predomínio das fibras circulares necessárias para vencer o aumento da resistência sistêmica¹⁹.

A reproducibilidade dos dados interobservador apresentou correlação, estatisticamente significativa para a aferição das deformidades longitudinal e radial e para as rotações basal e apical.

Limitações

A principal limitação ocorre na obtenção de imagens adequadas para aferir a rotação apical. É necessário realizar as imagens abaixo dos músculos papilares, na região onde desaparecem os ecos do ventrículo direito, obrigando, frequentemente, a deslocar caudalmente o



transdutor um ou dois espaços intercostais, para obter um corte adequado.

Há dois importantes motivos para isso: primeiro, a necessidade de incidir o mais perpendicularmente possível ao eixo longitudinal da cavidade ventricular²⁰; segundo, o VE roda em sentido horário entre a base (nível do plano mitral) até a região dos músculos papilares, principalmente, nos pacientes com hipertrofia ventricular. Apenas a região apical roda em sentido anti-horário^{21,22}. Em nosso estudo, não foram incluídos quatro pacientes, um sadio e três hipertróficos, pela impossibilidade de se obter uma imagem apical adequada. Na hipertrofia ventricular, esse fato parece mais crítico devido ao maior comprimento da cavidade e à posição mais medial do coração. Nos pacientes com miocardiopatia chagásica, a obtenção das imagens apicais apresentou menor dificuldade, provavelmente devido à maior dimensão da cavidade ventricular esquerda.

Outra limitação importante é de ordem técnica. A maioria dos equipamentos ainda não dispõe de cálculo automático do *twisting*, pelo qual é necessário realizar esta aferição, exportando para uma planilha de cálculo os dados da rotação (deslocamento angular) basal e apical, medidos em graus. É um método que requer maior consumo de tempo e deve ser realizado *off-line*.

Conclusão

A ecocardiografia bidimensional, utilizando a tecnologia do *speckle tracking*, permite a avaliação das rotações basal e apical do ventrículo esquerdo com boa acurácia e reprodutibilidade. Destas aferições derivam os cálculos do *twisting* e da torção apical, importantes parâmetros de função ventricular. Nos indivíduos sadios e nos pacientes estudados no presente trabalho, predomina a rotação endocárdica. O *twisting* e a torção encontram-se diminuídos na miocardiopatia chagásica e aumentados na hipertrofia ventricular, o que permite separar os pacientes dos indivíduos normais em grupos bem diferenciados.

Referências

1. Torrent-Guasp F. La estructuración macroscópica del miocardio ventricular. Rev Esp Cardiol. 1980; **33**(3):265-87.
2. LeGrice IJ, Takayama Y, Covell JW. Transverse shear along myocardial cleavage planes provides a mechanism of normal systolic wall thickening. Circ Res. 1995; **77**(1):182-93.
3. Ballester-Rodes M, Flotats A, Torrent-Guasp F, Carrio-Gasset I, Ballester-Alomar M, Carreras F, et al. The sequence of regional ventricular motion. Eur J Cardio Thorac Surg. 2006; **29**(Suppl 1): S139-S144.
4. D'Hooge J. Principles and different techniques for speckle tracking. In: Marwick TH, Yu CM, Sun JP.(eds) . Myocardial imaging: tissue Doppler and speckle tracking. Atlanta: Blackwell; 2007. p.17-24.
5. Del Castillo JM, Herszkowicz N, Boschilia T, Capuano RL, Cortese MDS. Deformação miocárdica tangencial (shear strain) em indivíduos normais: o seu significado. Rev bras ecocardiogr imagem cardiovasc. 2009; **22**(4):20-6.
6. Helle-Valle T, Crosby J, Edvardsen T, Lyseggen E, Amundsen BH, Smith HJ, et al. New noninvasive method for assessment of left ventricular rotation. Speckle tracking echocardiography. Circulation. 2005; **112**(20):3149-56.
7. Caiado N, Cunha IF, Casagrande TP, Monaco CG, Gil MA, Ferreira LDC, et al. Comparison between block-matching and optical flow techniques for myocardial strain quantification by two dimensional speckle tracking echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 2011; **24**:B2-B71.
8. Goffinet C, Chenot F, Robert A, Pouleur AC, Waroux JBP, Vancraynest D, et al. Assessment of subendocardial vs subepicardial left ventricular rotation and twist using two-dimensional speckle tracking echocardiography: comparison with tagged cardiac magnetic resonance. Eur Heart J. 2009; **30**(5):608-17.
9. Mor-Avi V, Lang RM, Badano LP, Belohlavek M, Cardim NM, Derrumieux G, et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE Consensus Statement on Methodology and Indications. Endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 2011; **24**(3):277-313.
10. Deng Y, Alharthi MS, Thota VR, Yin L, Li C, Emani UR, et al. Evaluation of left ventricular rotation in obese subjects by velocity vector imaging. Eur J Echocardiogr. 2010; **11**(5):424-8.
11. Nagueh SF, Appleton CP, Gillebert TC, Marino PN, Oh JK, Smiseth OA, et al. Recommendations for evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 2009; **22**(2):107-33.
12. Sengupta PP, Tajik AJ, Chandrasekaran K, Khandheria BK. Twist mechanics of the left ventricle: principles and application. JACC imaging. 2008; **1**(3):366-76.
13. Kim HK, Sohn DW, Lee SE, Choi SY, Park JS, Kim YJ, et al. Assessment of left ventricular rotation and torsion with two-dimensional speckle tracking echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 2007; **20**(1):45-53.
14. Paetsh I, Foll D, Kaluza A, Luechinger R, Stuber M, Bornstedt A, et al. Magnetic resonance stress tagging in ischemic heart disease. Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2005; **288**(6):H2708-H2714.
15. Kocica MJ, Corno AF, Carreras-Costa F, Ballester-Rodes M, Moghbel MC, Cueva CNC, et al. The helical ventricular myocardial band: global, three-dimensional, functional architecture of the ventricular myocardium. Eur J Cardio-Thorac Surg. **29**(Suppl1):S61-8.
16. Arts T, Costa KD, Covell JW, McCulloch AD. Relating myocardial laminar architecture to shear strain and muscle fiber orientation. Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2001; **280**(5):H2222-H2229.



17. Mornos C, Rusinaru D, Manolis AJ, Zacharopoulou I, Pittaras A, Ionnac A. The value of a new speckle tracking index including left ventricular global longitudinal strain and torsion in patients with dilated cardiomyopathy. *Hellenic J Cardiol.* 2011; **52**(4):299-306.
18. Santoro A, Caputo M, Antonelli G, Lisi M, Padeletti M, D'Ascenzi F, et al. Left ventricular twisting as determinant of diastolic function: a speckle tracking study in patients with cardiac hypertrophy. *Echocardiography.* 2011; **28**(8):892-8.
19. Abozquia K, Shivu GN, Phan TT, Ahmed I, Kalra R, Weaver RA, et al. Left ventricular strain and untwisting in hypertrophic cardiomyopathy: relation to exercise capacity. *Am Heart J.* 2010; **159**(5):825-32.
20. Van Dalen BM, Vletter WB, Soliman OII, Ten Cate FJ, Geleijnse ML. Importance of transducer position in the assessment of apical rotation by speckle tracking echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2008; **21**(8):895-8.
21. Yang H, Carasso S, Woo A, Jamorski M, Nikonova A, Wigle ED, et al. Hypertrophy pattern and regional myocardial mechanics are related in septal and apical hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010; **23**(10):1081-9.
22. Jin SM, Noh CI, Bae EJ, Choi JY, Yun YS. Decreased left ventricular torsion and untwisting in children with dilated cardiomyopathy. *J Korean Med Sci.* 2007; **22**(4):633-40.