

# Avaliação da Contratilidade Segmentar na Doença de Chagas Utilizando a Integral do Gradiente Intramiocárdico de Velocidade (*Strain* Miocárdico) Obtida pela Ecocardiografia com Doppler Tecidual

*Evaluation of Segmentary Contractility in Chagas' Disease by Using the Integral of the Myocardial Velocity Gradient (Myocardial Strain) Obtained Through Tissue Doppler Echocardiography*

Carlos Eduardo Suaide Silva, Luiz Darcy Cortez Ferreira, Luciana Braz Peixoto, Claudia Gianini Monaco, Manuel Adán Gil, Juarez Ortiz, Bárbara Maria Ianni, José Lázaro Andrade, Wilson Mathias Júnior, Antônio Carlos Pereira Barretto  
São Paulo, SP

## Objetivo

Quantificar o percentual de contratilidade dos diversos segmentos miocárdicos, em portadores de doença de Chagas, através da medida do *strain* miocárdico e verificar diferenças na função contrátil radial e longitudinal ventricular entre as formas indeterminada e dilatada da miocardiopatia chagásica crônica quando comparadas a um grupo de indivíduos normais.

## Métodos

Foram estudados 39 indivíduos, 20 (51,3%) do sexo masculino divididos em quatro grupos: NI: 17 (43,6%) indivíduos normais; Ind: 7 (17,9%) portadores de doença de Chagas forma indeterminada; C1, 7 (17,9%) portadores de doença de Chagas forma crônica com fração de ejeção < 50% e C2: 8 (20,5%) portadores de doença de Chagas forma crônica com fração de ejeção > 50%. Após realização de ecocardiograma basal foram registradas as imagens em Doppler tecidual para a medida do *strain* miocárdico nos diversos segmentos aos cortes paraesternais, longitudinal e transversal, e apicais, de duas e quatro câmaras.

## Resultados e Conclusão

O percentual de contração dos diversos segmentos miocárdicos, tanto em seu componente radial quanto longitudinal é maior nos indivíduos normais do que em portadores da forma crônica da doença de Chagas e naqueles com a forma indeterminada da doença quando comparado com chagásicos crônicos com FE < 50%. A contratilidade radial do ventrículo esquerdo é maior que a longitudinal nos três grupos (NI, Ind e Crônico). Os dados apresentados nos permitem propor um caráter progressivo do acometimento miocárdico em portadores da doença de Chagas.

## Palavras-chave

doença de Chagas, ecocardiografia, doppler tecidual, *strain* miocárdico

## Objective

To quantify the percentage of contractility of different myocardial segments in patients with Chagas' disease by measuring myocardial strain and to assess the differences in the radial and longitudinal ventricular contractile function in the undetermined and dilated forms of chronic chagasic cardiomyopathy as compared with those in a group of healthy individuals.

## Methods

The study comprised 39 individuals [20 (51.3%) of the male sex] divided into the following 4 groups: 1) NI: 17 (43.6%) healthy individuals; 2) Und: 7 (17.9%) patients with the undetermined form of Chagas' disease; 3) C1: 7 (17.9%) patients with the chronic form of Chagas' disease with ejection fraction < 50%; and 4) C2: 8 (20.5%) patients with the chronic form of Chagas' disease with ejection fraction > 50%. After performing baseline echocardiography, Doppler tissue images were recorded to measure myocardial strain in different segments on longitudinal and transversal parasternal, and apical 2- and 4-chamber views.

## Results and Conclusion

The percentage of contractility in the different myocardial segments, both the radial and longitudinal components, is greater in healthy individuals than in patients with the chronic form of Chagas' disease, and in those with the undetermined form of the disease as compared with that of chronic chagasic patients with EF < 50%. Left ventricular radial contractility is greater than left ventricular longitudinal contractility in all groups (NI, Und, and Chronic). The data presented allow us to propose a progressive character of myocardial impairment in patients with Chagas' disease.

## Key words

Chagas' disease, echocardiography, tissue Doppler, myocardial strain

Incor do Hospital das Clínicas da FMUSP e OMNI-CCNI Medicina Diagnóstica

Endereço para correspondência: Carlos Eduardo Suaide Silva

Rua Cubatão, 726 - Cep 04013-002 - São Paulo - SP

E-mail: csuaide@cardiol.br

Enviado em 12/07/2004 - Aceito em 29/10/2004

A doença de Chagas tornou-se mundialmente conhecida pelo trabalho pioneiro de Carlos Chagas que, em 1909, descreveu, não somente as manifestações clínicas, como o agente etiológico, o transmissor e os reservatórios desta doença<sup>1</sup>. É considerada um grande problema de saúde pública, principalmente nos países subdesenvolvidos. Segundo a Organização Mundial de Saúde existem mais de 20 milhões de infectados no continente americano, dos quais mais de seis milhões se encontram no Brasil<sup>2</sup>.

Clinicamente, pode ser dividida em duas fases: aguda e crônica, sendo que após a regressão da fase aguda os indivíduos passam por um período variável caracterizado por sorologia positiva e ausência de manifestações clínicas, eletrocardiográficas e radiológicas. Este período é denominado forma indeterminada<sup>3</sup>.

A fase crônica ocorre em 25 a 30% dos infectados, acometendo predominantemente indivíduos adultos do sexo masculino na 3ª ou 4ª década de vida. Clinicamente, pode ser classificada em dilatada, arritmogênica, tromboembólica, mista e silenciosa, e cerca de 10% dos pacientes evoluem para formas graves da doença<sup>3</sup>.

A ecocardiografia representa, atualmente, um dos métodos complementares mais importantes na avaliação da cardiopatia chagásica crônica. Permite avaliação funcional, anatômica e seu acompanhamento evolutivo. Os achados ecocardiográficos são variáveis, podendo-se observar desde exames normais até comprometimento funcional sistólico e diastólico graves. Aproximadamente 75% dos casos apresentam alterações contráteis segmentares, predominantemente da parede pósterio-inferior e da região apical do ventrículo esquerdo.

Recentemente, a incorporação da técnica do Doppler tecidual à ecocardiografia convencional permitiu avaliar mais detalhadamente as funções sistólica e diastólica de forma global e regional do miocárdio<sup>4-11</sup>.

As principais limitações do Doppler tecidual são a sua dependência do ângulo de incidência do feixe de ultra-som em relação à movimentação do segmento a ser estudado e o fato de não diferenciar a presença de contração ativa de um segmento normal, da contração passiva de um segmento acinético que está se movendo à custa do miocárdio normal adjacente.

A busca por um método que pudesse superar estas limitações levou ao desenvolvimento de uma nova tecnologia derivada do Doppler tecidual: a medida do gradiente intramiocárdico de velocidade ou *strain rate*<sup>12-15</sup>.

Em termos gerais, *strain* representa a deformação de um tecido quando a ele é aplicada uma dada força. O conceito de *strain* foi descrito em 1973 por Mirsky e Parmley<sup>16</sup> e expressa a dinâmica local do desempenho miocárdico. De maneira diferente do Doppler tecidual o *strain rate* fornece informações sobre a medida instantânea local da taxa de compressão ou expansão do miocárdio, independente do movimento de translação cardíaca<sup>17</sup>.

Há uma tendência em se considerar o espessamento miocárdico, ou sua função contrátil radial, como o principal componente da função sistólica ventricular. Entretanto, sabe-se que a excursão da base ventricular em direção ao ápice é de aproximadamente de 1,5 a 2 cm na sístole, enquanto que o espessamento da parede não ultrapassa 0,5 cm<sup>18-20</sup>. Ainda assim, a análise visual é muito falha para detectar estas sutilezas, e dados mais precisos sobre a função contrátil ventricular, radial e longitudinal, ainda são necessários.

O músculo pode ser considerado um tecido incompressível, o

que significa que sua deformação longitudinal é inversamente proporcional às alterações observadas em sua espessura. Ou seja, quanto mais o músculo se alonga, mais se adelgaça e quanto mais ele se encurta, mais se espessa. Desta forma, ao se quantificar o alongamento/encurtamento da fibra miocárdica podemos inferir seu grau de relaxamento/contratilidade<sup>21</sup>.

O *strain rate* é a medida da velocidade de deformação do miocárdio, definido pela fórmula  $(V2-V1)/d$ , onde  $V2$  e  $V1$  são as velocidades de encurtamento do miocárdio (cm/s) em dois pontos separados por uma distância  $d$  (cm)<sup>16</sup> (fig. 1). Esta distância  $d$  pode ser ajustada pelo operador e deve, em geral, ser de aproximadamente 9 mm. Distâncias menores aumentam o grau de ruído, enquanto distâncias maiores diminuem a resolução do método.

Esta medida fornece o gradiente intramiocárdico de velocidades por unidade de tempo e representa o grau de deformidade da fibra. Como o gradiente intramiocárdico de velocidade representa a diferença de velocidades em cm/s entre dois pontos, dividida pela distância em cm destes mesmos pontos, sua unidade é  $s^{-1}$  [(cm/s)/cm].

O Doppler tecidual, utilizado nos cortes paraesternais, avalia o componente radial da contratilidade miocárdica, enquanto que quando utilizado nos cortes apicais, avalia muito bem a contratilidade longitudinal do músculo. Baseado nestas observações foi desenvolvida esta nova técnica que avalia o gradiente de velocidades entre dois pontos próximos do miocárdio. Em outras palavras, quantifica o alongamento/encurtamento da fibra e, indiretamente, seu espessamento, o que parece ser um método muito mais eficaz para avaliação da contratilidade miocárdica.

Uma outra forma de avaliar a deformidade dos segmentos miocárdicos é através da integral do *strain rate*. Esta medida, chamada simplesmente de *strain* miocárdico, fornece informações sobre a deformação da fibra em termos percentuais.

O objetivo deste trabalho é medir o percentual de contratilidade dos diversos segmentos miocárdicos, em portadores de doença

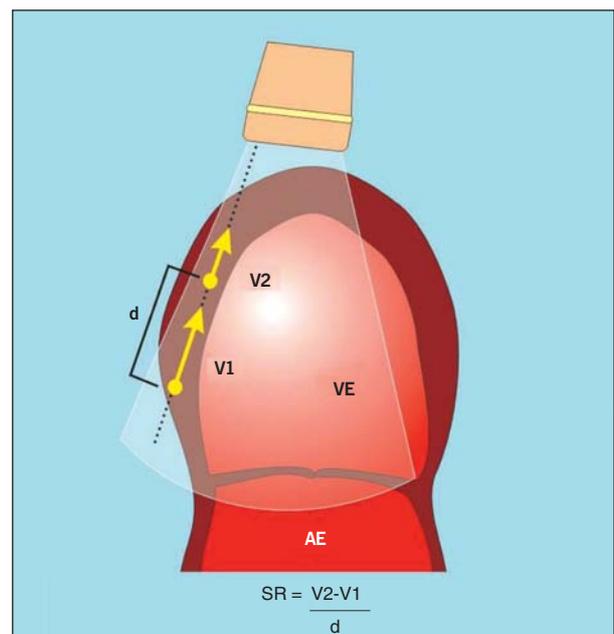


Fig. 1 - O *strain rate* (SR), mede o gradiente intramiocárdico de velocidade entre dois pontos próximos de um segmento muscular ( $V1$  e  $V2$ ) em relação à distância ( $d$ ) entre esses pontos.

de Chagas, através da medida do *strain* miocárdico obtido pela ecocardiografia com Doppler tecidual e definir se existem diferenças na função contrátil radial e longitudinal do miocárdio entre as formas indeterminada e crônica da doença quando comparadas a um grupo de indivíduos normais.

## Métodos

Foram incluídos neste estudo prospectivo indivíduos adultos normais e portadores de doença de Chagas, de ambos os sexos, com janela ecocardiográfica satisfatória e que concordaram em assinar o consentimento livre e esclarecido. Foram estudados 39 indivíduos sendo 20 (51,3%) do sexo masculino e assim divididos em quatro grupos: Grupo NI, composto de 17 (43,6%) indivíduos assintomáticos, com eletrocardiograma e ecocardiograma normais, constituindo o grupo controle de normais; Grupo Ind, formado por 7 (17,9%) indivíduos com sorologia positiva para a doença de Chagas, assintomáticos, com eletrocardiograma, radiografia de tórax, estudo contrastado de esôfago e enema opaco normais, caracterizando a forma indeterminada da doença de Chagas; Grupo C1 composto por 7 (17,9%) portadores de doença de Chagas na sua forma crônica e que apresentavam, além de alterações eletrocardiográficas e/ou radiológicas, fração de ejeção do ventrículo esquerdo < 50% ao ecocardiograma e Grupo C2 constituído de 8 (20,5%) portadores de doença de Chagas na sua forma crônica e que apresentavam, além das alterações eletrocardiográficas e/ou radiológicas, fração de ejeção do ventrículo esquerdo > 50%. Para comparação da contratilidade radial e longitudinal os grupos de chagásicos crônicos foram considerados um grupo único (C1+C2). Os grupos não diferiram quanto à idade ( $47,2 \pm 9,4$  anos) ou índice de massa corpórea ( $25,4 \pm 3,5$ ).

Foram excluídos portadores de doença valvar ou pulmonar significativas, coronariopatas, indivíduos com história recente de uso de drogas ou alcoolismo e gestantes.

Após a realização de exame clínico e caracterização de cada grupo os pacientes foram submetidos ao estudo ecocardiográfico em equipamento com segunda harmônica e Doppler tecidual colorido (*System V e Vivid Five, GE-Vingmed Ultrasound, Horten, Noruega*).

As imagens foram obtidas com o paciente em decúbito lateral esquerdo. O ecocardiograma foi registrado em formato digital com arquivo de imagens estáticas e dinâmicas dos diversos cortes ecocardiográficos. Foram medidas as dimensões da aorta (Ao), átrio esquerdo (AE), diâmetros diastólico e sistólico do ventrículo esquerdo (DDVE e DSVE), espessuras diastólicas do septo interventricular e da parede posterior do ventrículo esquerdo (EDSIV e EDPPVE) e fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FE) pelo método de Pombó<sup>22</sup>. Após realização de ecocardiograma completo basal foram registradas as imagens em Doppler tecidual para a medida das velocidades e do *strain* miocárdico. Foi registrado e armazenado digitalmente, um ciclo cardíaco completo em quatro diferentes cortes ecocardiográficos: paraesternal longitudinal, paraesternal transversal, apical de quatro câmaras e apical de duas câmaras. Nos dois primeiros foi avaliado o componente radial da contratilidade (fig. 2) miocárdica nos segmentos basal e médio das paredes septal e posterior (no corte paraesternal longitudinal) e segmentos médios da parede septal e posterior (ao corte paraesternal transversal). Nos cortes apicais foi avaliado o componente longitu-

dinal da contratilidade miocárdica nos segmentos basais, médios e apicais das paredes septal, lateral, anterior e inferior (fig. 3).

As imagens digitais em movimento foram transferidas para um computador Macintosh (*Apple Computer Inc., Cupertino, Califórnia EUA.*) acoplado ao ecocardiógrafo. As medidas do *strain* miocárdico foram obtidas posteriormente através de programa específico de computador (*EchoPAC GE-Vingmed Ultrasound, Horten, Noruega*). A distância entre os pontos onde foram colhidas as velocidades do miocárdio para o cálculo do *strain* foi fixada em 9,2 mm.

Os dados foram digitados em planilha Microsoft Excel 2000® e os cálculos e análises estatísticas foram realizados com o programa SigmaStat® para Windows, versão 2.0 (*Jandel Corporation, 1992-1995*). Para as comparações dos valores obtidos nos diferentes segmentos aferidos, entre os quatro grupos estudados, empregamos a análise de variância por postos de Kruskal-Wallis. Quando se obteve valores de  $p < 0,05$ , utilizamos o método de Dunn para comparações múltiplas entre os quatro grupos, dois a dois. Para as comparações, em cada grupo, dos valores da média da contratilidade radial e da média da contratilidade longitudinal utilizamos o teste de Mann-Whitney. Para todos os testes empregados fixamos

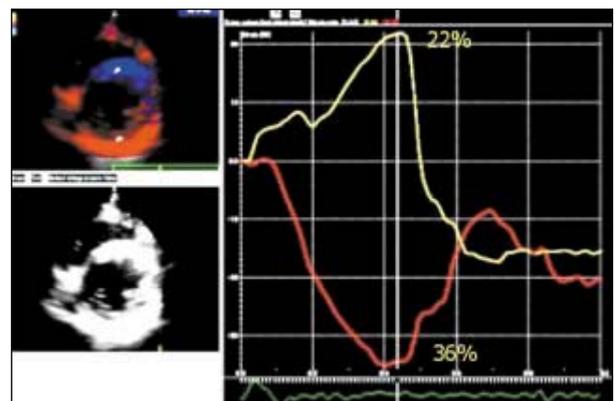


Fig. 2 - Aquisição do *strain* miocárdico radial nos segmentos médios das paredes septal (curva vermelha) e posterior (curva amarela), adquiridos no corte paraesternal transversal de um indivíduo do grupo de normais. Neste caso o percentual de contração foi de 36% na parede septal e 22% na parede posterior. Painel esquerdo superior - modo Doppler tecidual; painel esquerdo inferior - modo bidimensional; painel direito - curvas de *strain* miocárdico.

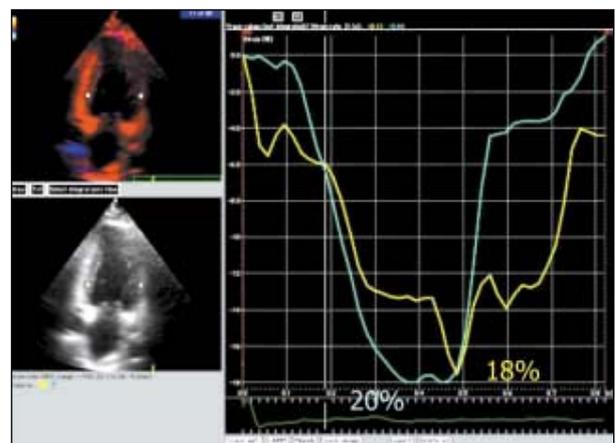


Fig. 3 - Medida do *strain* miocárdico longitudinal sendo realizada no corte apical de duas câmaras com as amostras posicionadas na região basal das paredes inferior (amarelo) e anterior (verde). Neste caso o percentual de contração foi aproximadamente 18% na parede inferior e 20% na anterior.

o valor do erro alfa em 0,05 ou 5%. Os valores apresentados representam a mediana seguida dos percentis 25 e 75 entre parêntesis.

Os estudos foram realizados no InCor da Faculdade de Medicina da USP e no laboratório da OMNI-CCNI Medicina Diagnóstica de São Paulo e o trabalho aprovado pelos Comitês de Ética das duas instituições.

## Resultados

Em relação às medidas ecocardiográficas habituais, os quatro grupos não apresentaram diferença estatística nos diâmetros da aorta e átrio esquerdo, e nas espessuras diastólicas do septo interventricular e parede posterior do ventrículo esquerdo. Os grupos com a forma dilatada da miocardiopatia chagásica crônica (C1 e C2) apresentaram os diâmetros do ventrículo esquerdo (diastólico e sistólico) maiores e a fração de ejeção inferior aos grupos de normais e da forma indeterminada da doença de Chagas (NI e Ind) (tab. I).

Quanto às medidas do *strain* miocárdico, quando cada segmento foi avaliado individualmente entre os grupos, observou-se que a contratilidade foi significativamente menor em todos os segmentos das paredes septal, posterior, e inferior, e médio da parede anterior no grupo C1 quando comparado ao grupo NI. O grupo C2 apresentou *strain* diminuído nos segmentos basal, médio e apical da parede septal, basal e médio da parede posterior, médio e apical da parede inferior e médio da parede anterior em comparação com os normais. Finalmente, o grupo Ind apresentou *strain* miocárdico diminuído apenas no segmento médio da parede posterior. Os demais segmentos dos três grupos (Ind, C1 e C2) não apresentaram diferença estatística nas medidas do *strain* apesar da leve tendência de sua mediana estar aumentada nos segmentos basal, médio e apical das paredes septal e lateral e nos segmentos basais das paredes inferior e anterior no grupo Ind quando comparado com os indivíduos normais.

Quando se avaliou a função contrátil ventricular (radial e longitudinal) observou-se que tanto a contratilidade radial quanto a longitudinal foram maiores no grupo NI que nos grupos C1 e C2 e no grupo Ind em relação ao grupo C1 (tab. IIa). Individualmente dentro de cada grupo a contratilidade radial foi maior que a longitudinal nos indivíduos normais e nos chagásicos crônicos (C1+C2) apresentando tendência de ser superior também na forma indeterminada ( $p=0,053$ ) (tab. IIb).

A mediana dos valores de *strain* radial (medidas realizadas nos cortes paraesternal longitudinal e transversal) foi de 33,7% (30,4%; 38,2%) nos indivíduos normais; 32,3% (28,7%; 33,6%) no grupo Ind; 21,7% (19,1%; 23,6%) no grupo C1 e 24,7% (15,2%; 27,8%) no grupo C2 (tab. III).

Na avaliação da função contrátil longitudinal (medidas realizadas nos cortes apicais de quatro e duas câmaras) o percentual médio de contração dos segmentos foi de 25,9% (24,5%; 30,7%) no grupo NI; 28% (24,7%; 29,7%) no grupo Ind; 16,8% (13,2%; 19,2%) no grupo C1 e 19,1% (15,8%; 22,3%) no grupo C2 (tab. IV).

## Discussão

A avaliação da função contrátil do ventrículo esquerdo em cardiopatas é feita rotineiramente pela ecocardiografia. Entretanto, a avaliação visual da contratilidade segmentar não deixa de ser uma limitação relativa do método. Apesar de índices objetivos de quantificação da função ventricular, como a fração de ejeção, volume diastólico final, volume sistólico e fração de encurtamento, serem usados de rotina, esses parâmetros ainda sofrem grande influência das variações de pré e pós-cargas.

A técnica da *color-kinesis* também pode ser utilizada para quantificar a função contrátil pela ecocardiografia, mas por depender da adequada identificação da excursão dos segmentos miocárdicos pode ser de difícil realização em indivíduos com janela ecocardiográfica pouco satisfatória<sup>23-24</sup>.

Recentemente, Yamada e cols.<sup>25</sup> mostraram que a velocidade sistólica de pico medida pelo Doppler tecidual se correlacionou com a  $dP/dt_{max}$  em indivíduos submetidos ao cateterismo cardíaco.

O *strain* miocárdico, também foi proposto como um índice de contratilidade da fibra muscular<sup>16</sup>.

O efeito Doppler foi descrito em 1842 pelo físico austríaco Christian Johann Doppler, mas sua utilização em medicina, basicamente na ecocardiografia, começou cerca de 100 anos mais tarde<sup>26</sup>.

Quando o feixe de ultra-som atinge uma estrutura em movimento (como as células sanguíneas, por exemplo), a onda refletida sofre uma alteração na sua frequência, retornando ao transdutor com frequência diferente daquela emitida. Assim, quando esse feixe atinge as células sanguíneas que estão se movimentando em direção ao transdutor, a frequência da onda refletida aumenta, e, portanto, será maior do que a da onda originalmente emitida. Ao contrário, se as células sanguíneas estiverem se afastando do transdutor, a onda refletida terá frequência menor do que a emiti-

Tabela I - Características gerais dos pacientes segundo os grupos envolvidos

	NI	Ind	C1	C2	p
Idade (anos)	44 (39;49)	49 (41;58)	53 (44;60)	43 (37;51)	0,0928
IMC	25,8 (24,6;28,7)	26,2 (23,3;28,7)	22,9 (18,9;26,6)	24,4 (22,0;26,5)	0,3663
FC (bpm)	68,0 (65,0;80,0)	72,0 (64,0;74,0)	70,5 (60,0;77,5)	65,0 (62,0;82,0)	0,9531
Ao (cm)	3,2 (2,3;3,4)	3,0 (3,0;3,2)	3,2 (2,1;3,4)	3,1 (2,9;3,3)	0,856
AE (cm)	3,3 (3,1;3,9)	3,5 (3,0;3,8)	4,3 (3,4;5,2)	3,6 (3,3;3,9)	0,069
DDVE (cm)	4,8 (4,3;4,9)	4,4 (4,4;4,9)	6,4 (5,8;8,9)	5,7 (5,3;6,5)	<0,001*
DSVE (cm)	3,0 (2,9;3,2)	3,0 (2,7;3,1)	5,1 (4,2;7,6)	4,4 (3,9;4,8)	<0,001*
EDSIV (cm)	1,0 (0,9;1,0)	0,9 (0,8;1,0)	1,0 (0,8;1,1)	1,0 (1,0;1,0)	0,380
EDPPVE (cm)	0,9 (0,8;1,0)	0,9 (0,8;1,0)	1,0 (0,8;1,1)	1,0 (1,0;1,0)	0,150
FE (%)	75,0 (72,0;76,0)	76,0 (74,0;77,0)	40,0 (30,0;44,8)	58,0 (51,5;63,5)	<0,001**

IMC - índice de massa corpórea; Ao - aorta; AE - átrio esquerdo; DDVE - diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo; DSVE - diâmetro sistólico do ventrículo esquerdo; EDSIV - espessura diastólica do septo interventricular; EDPPVE - espessura diastólica da parede posterior do ventrículo esquerdo; FE - fração de ejeção do ventrículo esquerdo; \*C1 > Ind, C1 > NI, C2 > Ind, C2 > NI; \*\*NI > C1, NI > C2, Ind > C1, Ind > C2.

	NI	Ind	C1	C2	p
MedRadial	33,7 (30,4;38,2)	32,3 (28,7;33,6)	21,7 (19,1;23,6)	24,7 (15,2;27,8)	<0,001*
MedLong	25,9 (24,5;30,7)	28,0 (24,7;29,7)	16,8 (13,3;19,2)	19,1 (15,8;22,3)	<0,001*

MedRadial - mediana do *strain* radial; MedLong - mediana do *strain* longitudinal; \*NI>C1; NI>C2; Ind>C1. Os valores representam as medianas do *strain* miocárdico e entre parêntesis os percentis 25 e 75.

	NI	Ind	C1+C2
Radial	33,7 (30,4;38,2)	32,3 (28,7;33,6)	21,8 (18,5;25,3)
Longitudinal	25,9 (24,5;30,7)	28,0 (24,7;29,7)	17,6 (15,7;20,9)
p	< 0,001	0,053	0,044

Os valores representam as medianas do *strain* miocárdico e entre parêntesis os percentis 25 e 75.

da. Há, portanto, uma variação de frequência que pode ser medida pelo equipamento e é proporcional à velocidade do sangue.

Da mesma maneira que o Doppler pode ser utilizado para medir a velocidade do fluxo sanguíneo dentro do coração e vasos, o método permite igualmente identificar e medir a velocidade de movimentação de outros tecidos que também se movimentam, como por exemplo, o miocárdio. Esta técnica é denominada *tissue Doppler imaging* (TDI), ou Doppler tecidual.

Vários trabalhos já foram publicados mostrando os padrões normais de velocidades sistólica e diastólica para cada segmento miocárdico<sup>27-29</sup>. A utilização do Doppler tecidual permite a avaliação, não apenas das funções sistólica e diastólica globais, como regionais<sup>24</sup>. Entretanto, possui a limitação de ser dependente do ângulo de incidência do feixe de ultra-som e de não conseguir avaliar separadamente a movimentação de um segmento analisado de seu adjacente.

A técnica do *strain* consegue, em parte, solucionar esse problema. Apesar de possuir uma dependência ainda maior do ângulo de incidência do feixe, o fato de avaliar a diferença de velocidades entre dois segmentos próximos do miocárdio, diminui a influência dos movimentos de rotação e translação cardíacos e da movimentação de segmentos adjacentes (*tethering*)<sup>30-31</sup>.

A medida do gradiente intramiocárdico de velocidade, técnica utilizada para calcular o *strain* miocárdico pela ecocardiografia com Doppler, já foi abordada por vários autores<sup>32-33</sup>.

Em nosso estudo, utilizamos esta técnica para quantificar a contratilidade segmentar em indivíduos normais e em portadores de doença de Chagas, além de comparar os componentes radial e longitudinal da função contrátil ventricular.

As medidas ecocardiográficas basais, como era esperado, apresentaram apenas dimensões aumentadas dos diâmetros do ventrículo esquerdo nos grupos C1 e C2 (forma dilatada da miocardiopatia chagásica crônica), além da fração de ejeção diminuída nos mesmos grupos, quando comparados com os grupos NI e Ind.

Na quantificação da contratilidade segmentar pela técnica do *strain* pudemos observar alguns dados bastante interessantes. No grupo de miocardiopatia chagásica crônica dilatada com fração de ejeção < a 50% (C1) observou-se um percentual de contratilidade diminuído em todos os segmentos das paredes septal, posterior e inferior, além do segmento médio da parede anterior, confirmando a natureza segmentar da miocardiopatia chagásica e sua predileção pelas regiões apical e pósterio-inferior do ventrículo esquerdo. No grupo C2, onde o comprometimento sistólico era mais discreto (fração de ejeção > a 50%), observou-se *strain* miocárdico diminuído em menor número de segmentos (médio da parede septal, basal e médio da parede posterior, médio e apical da parede inferior e médio da parede anterior).

Na forma indeterminada, entretanto, pôde-se observar um comportamento interessante. Apesar de em sua definição congregar pacientes com sorologia positiva sem alterações de eletrocardiograma ou radiografia de tórax, e em nosso estudo a fração de ejeção deste grupo não ter apresentado diferença do grupo normal, a forma indeterminada se comportou de uma maneira intermediária entre normais e forma dilatada da miocardiopatia chagásica crônica. O segmento médio da parede posterior mostrou contratilidade diminuída como nos grupos C1 e C2, enquanto alguns segmentos mostraram inclusive uma tendência de apresentar contratilidade maior que no grupo de normais (principalmente na parede lateral e segmentos médio e basal da parede septal). Uma possível explicação para esse achado poderia ser uma vicariância de segmentos são após a agressão miocárdica nesta doen-

	NI	Ind	C1	C2	p
SepBas PL	32,0 (28,5;33,3)	35,0 (30,0;41,5)	26,0 (20,3;26,0)	31,0 (19,5;39,0)	0,110
SepMed PL	32,0 (28,8;34,7)	32,0 (27,8;38,7)	19,0 (13,0;24,5)	23,0 (17,5;28,5)	<0,001*
PostBas PL	42,0 (28,8;45,3)	38,0 (29,0;41,5)	19,0 (14,5;30,5)	18,0 (13,0;21,0)	<0,001**
PostMed PL	32,0 (25,8;38,2)	15,0 (12,8;21,2)	15,0 (9,5;22,0)	14,5 (11,0;21,0)	<0,001***
AntMed PT	33,0 (28,8;37,0)	32,0 (29,3;39,0)	32,0 (24,0;37,3)	26,0 (17,5;33,2)	0,430
PostMed PT	35,0 (33,3;43,0)	38,0 (33,5;49,5)	17,0 (11,3;29,8)	23,0 (14,3;31,0)	0,002****
Mediana	33,7 (30,4;38,2)	32,3 (28,7;33,6)	21,7 (19,1;23,6)	24,7 (15,2;27,8)	<0,001**

SepBas - segmento basal da parede septal; SepMed - segmento medial da parede septal; PostBas - segmento basal da parede posterior; PostMed - segmento médio da parede posterior; AntMed - segmento médio da parede anterior; PL - paraesternal longitudinal; PT - paraesternal transversal; \*C1<Ind; C1<NI; C2<NI; \*\*NI>C1; NI>C2; Ind>C2; \*\*\*NI>I; NI>C1; NI>C2; \*\*\*\* C1<NI; C1<Ind. Os valores representam as medianas do *strain* miocárdico e entre parêntesis os percentis 25 e 75.

Tabela IV - Medidas do <i>strain</i> miocárdico de cada segmento segundo os grupos envolvidos para a avaliação da contratilidade longitudinal					
	NI	Ind	C1	C2	p
SepBasPost A4	26,0 (23,8;30,8)	32,0 (30,3;38,3)	19,0 (16,8;28,0)	15,5 (10,5;25,5)	0,015*
LatBas A4	25,0 (23,5;29,3)	31,0 (26,5;33,5)	27,0 (22,5;29,8)	27,0 (19,5;31,0)	0,360
SepMedPostA4	26,0 (24,8;36,3)	33,0 (30,3;43,0)	13,0 (9,3;18,0)	25,5 (18,5;29,5)	0,001**
LatMed A4	27,0 (23,0;30,3)	29,0 (24,3;29,8)	22,0 (16,0;28,8)	21,0 (16,5;25,5)	0,250
SepApic A4	25,0 (22,0;29,5)	17,0 (12,7;32,5)	16,0 (11,0;19,0)	12,0 (11,0;21,3)	0,001***
LatApic A4	22,0 (19,0;25,3)	25,0 (6,3;32,0)	17,0 (10,8;24,0)	15,5 (13,0;18,0)	0,170
AntBas A2	31,0 (27,3;34,3)	34,0 (28,8;35,0)	23,5 (19,0;39,0)	29,5 (21,1;33,5)	0,360
InfBas A2	25,0 (20,8;32,8)	28,0 (22,3;34,0)	13,5 (12,0;16,0)	16,0 (12,5;24,5)	0,005**
AntMed A2	30,0 (25,3;33,8)	25,0 (21,0;27,3)	13,0 (11,0;27,0)	16,5 (15,5;25,5)	0,013***
InfMed A2	26,0 (22,3;35,3)	29,0 (24,0;33,8)	10,0 (8,0;11,0)	15,5 (12,0;20,5)	<0,001****
AntApic A2	20,0 (17,0;23,0)	14,0 (3,0;34,0)	14,0 (7,0;14,0)	11,0 (8,5;24,0)	0,130
InfApic A2	30,0 (23,8;33,0)	25,0 (13,8;29,5)	11,5 (9,0;17,0)	14,0 (5,5;22,0)	0,008*****
Mediana	25,9 (24,5;30,7)	28,0 (24,7;29,7)	16,8 (13,3;19,2)	19,1 (15,8;22,3)	<0,001*****

SepBasPost - segmento basal posterior da parede septal; LatBas - segmento basal da parede lateral; SepMedPost - segmento medial posterior da parede septal; LatMed - segmento medial da parede lateral; SepApic - segmento apical da parede septal; LatApic - segmento apical da parede lateral; AntBas - segmento basal da parede anterior; InfBas - segmento basal da parede inferior; AntMed - segmento médio da parede anterior; InfMed - segmento medial da parede inferior; AntApic - segmento apical da parede anterior; InfApic - segmento apical da parede inferior; A4 - apical de quatro câmaras; A2 - apical de duas câmaras; \*C2 < Ind; \*\*C1 < Ind, C1 < NI; \*\*\*NI > C1, NI > C2; \*\*\*\*NI > C1, NI > C2, Ind > C1, Ind > C2; \*\*\*\*\*NI > C2; \*\*\*\*\*NI > C1, NI > C2, Ind > C1. Os valores representam as medianas do *strain* miocárdico e entre parêntesis os percentis 25 e 75.

ça. Infelizmente, o número de pacientes neste grupo foi pequeno, e talvez por este motivo, não tenha acusado diferença estatística significativa.

Ao avaliarmos a função contrátil radial e longitudinal, apesar do encurtamento longitudinal do ventrículo esquerdo ser de até 2 cm e seu espessamento não ultrapassar 0,5 cm tanto o *strain* radial quanto o longitudinal foram maiores no grupo NI quando comparado com C1 e C2 e no grupo Ind quando comparado com C1, mostrando mais uma vez a característica intermediária da forma indeterminada. Quando analisamos individualmente cada grupo, o *strain* radial foi maior que o longitudinal nos normais, forma indeterminada e nos chagásicos crônicos (grupo C1 + C2).

As informações extraídas deste estudo mostram a importância desta nova técnica de quantificação da função contrátil do miocárdio que, seguramente, pode identificar sutilezas não evidenciadas na análise visual.

Recentemente, um trabalho com Doppler tecidual<sup>34</sup> mostrou algo semelhante. Estudando 339 pacientes, dos quais 92 com insuficiência cardíaca sistólica, 73 com insuficiência cardíaca diastólica, 68 com disfunção diastólica isolada ao ecocardiograma e 106 indivíduos normais para controle, os autores observaram que as velocidades sistólicas e diastólicas dos segmentos miocárdicos, medidas pelo Doppler tecidual, estavam significativamente diminuídas nos três grupos quando comparadas com as do grupo controle. Mais do que isso, uma velocidade de 4,4 cm/s foi preditiva para disfunção sistólica em 92% dos pacientes com insuficiência cardíaca sistólica, 52% daqueles com insuficiência cardíaca diastólica e 14% dos que apresentavam disfunção diastólica. Em outras palavras, através do Doppler tecidual foi possível detectar alterações da função sistólica em pacientes previamente rotulados com portadores de insuficiência cardíaca diastólica (portanto, com fração de ejeção normal), e até mesmo naqueles com disfunção diastólica isolada ao ecocardiograma. A nova pergunta seria: existe realmente insuficiência cardíaca diastólica pura? Ou será que os métodos diagnósticos utilizados até agora não eram sensíveis, o suficiente, para detectar alterações mais delicadas da função miocárdica? Voltando ao nosso estudo, com a quantificação da função contrátil (radial e longitudinal) pela técnica do *strain* foi possível detectar alterações subclínicas da contratilidade miocárdica

não perceptíveis à análise visual (fig. 4), o que pode ter grande significado prognóstico.

Estudos recentes em portadores de disfunção ventricular indicam que o tratamento precoce com betabloqueadores e bloqueadores da aldosterona reduz a morbimortalidade desses pacientes<sup>35,36</sup>. A identificação precoce desses indivíduos talvez possa permitir instituição de terapêutica adequada e conseqüente melhora do prognóstico.

Outro achado interessante foi o caráter progressivo do comprometimento miocárdico observado. Na forma indeterminada (forma mais inicial da doença) parece haver uma hipercinesia (compensatória?) de alguns segmentos miocárdicos enquanto a parede posterior já apresentou diminuição da sua contratilidade no segmento médio. No grupo C2 (forma crônica com fração de ejeção > a 50%), observou-se o comprometimento de 50% dos segmentos estudados, com predomínio das paredes pósterio-inferior, septal e apical. No grupo C1 (crônicos co FE < 50%) houve um comprometimento mais difuso (69% dos segmentos estudados).

Como limitações podemos citar aquelas inerentes do método (dependência do ângulo, freqüência de quadros ainda relativamente

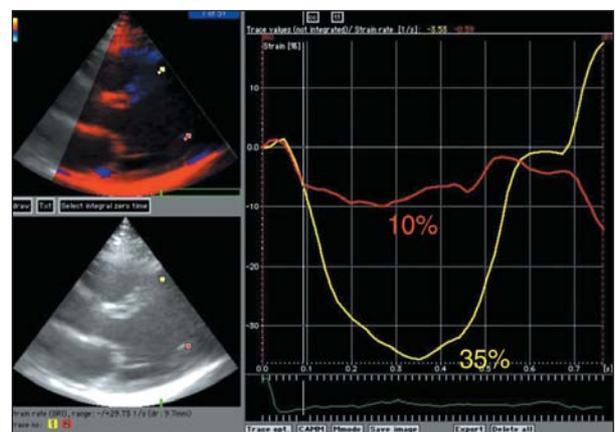


Fig. 4 - Paciente do grupo com a forma indeterminada da doença de Chagas evidenciando *strain* normal na parede septal (curva amarela) e anormal na parede posterior (curva vermelha). Não foram observadas alterações da contratilidade à análise visual do ecocardiograma bidimensional deste paciente.

baixa e impossibilidade de fixar o local das amostras devido à movimentação cardíaca) além do pequeno número de indivíduos estudados com a forma indeterminada da doença.

A medida do *strain* miocárdico pela ecocardiografia com Doppler tecidual nos pareceu de fácil realização e possui grande potencial para avaliar a função contrátil ventricular, permitindo a quantificação do percentual de contração dos diversos segmentos miocárdicos e detecção de alterações sutis de deformidade da fibra miocárdica.

Concluindo, o percentual de contração dos diversos segmen-

tos miocárdicos, tanto em seu componente radial quanto longitudinal, foi maior nos indivíduos normais do que em portadores da forma crônica da doença de Chagas (grupos C1 e C2) e naqueles com a forma indeterminada da doença quando comparado com o grupo C1 (chagásicos crônicos com FE < 50%). A contratilidade radial do ventrículo esquerdo é maior que a longitudinal nos três grupos (NI, Ind e Crônico). Os dados apresentados nos permitem propor um caráter progressivo do acometimento miocárdico em portadores da doença de Chagas.

## Referências

- Chagas C. Estudo sobre a morfologia e o ciclo evolutivo do *Schizotrypanum cruzi*, n. gen. sp. agente etiológico de uma nova entidade mórbida do homem. Mem Inst Oswaldo Cruz 1909;159-219.
- Panamerican Health Organization (Tropical Diseases Program). Status of Chagas' disease in the region of the Americas. Epidemiol Bull PAHO 1984;5:5-9.
- Maranhão EA, Correia CB, Silva RCB. Cardiopatia Chagásica em Castro I - Cardiologia, Princípios e Prática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999:845-65.
- 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;14:1143-52.
- Garcia MJ, Thomas JD, Klein AL. New Doppler echocardiographic applications for the study of diastolic function. J Am Coll Cardiol 1998 Oct;32(4):865-75.
- Ueno Y, Nakamura Y, Ohbayashi Y, Kinoshita M. Evaluation of left ventricular systolic and diastolic global function: peak positive and negative myocardial velocity gradients in M-mode Doppler tissue imaging. Echocardiography 2002;19(1):15-25.
- Fedele F, Trambaiolo P, Magni G, De Castro S, Cacciotti L. New modalities of regional and global left ventricular function analysis: state of the art. Am J Cardiol 1998;81(12A):49G-57.
- Wilkenshoff UM, Hatle L, Sovany A, Wranne B, Sutherland GR. Age-dependent changes in regional diastolic function evaluated by color Doppler myocardial imaging: a comparison with pulsed Doppler indexes of global function. J Am Soc Echocardiogr 2001;14(10):959-69.
- Gulati VK, Katz WE, Follansbee WF, Gorcsan J 3rd. Mitral annular descent velocity by tissue Doppler echocardiography as an index of global left ventricular function. Am J Cardiol 1996;77(11):979-84.
- Edvardsen T, Urheim S, Skulstad H, Steine K, Ihlen H, Smiseth OA. Quantification of left ventricular systolic function by tissue Doppler echocardiography: added value of measuring pre- and postejction velocities in ischemic myocardium. Circulation 2002;105(17):2071-7.
- Rychik J, Tian ZY. Quantitative assessment of myocardial tissue velocities in normal children with Doppler tissue imaging. Am J Cardiol 1996;77(14):1254-7.
- Abraham TP, Nishimura RA, Holmes DR Jr, Belohlavek M, Seward JB. Strain rate imaging for assessment of regional myocardial function: results from a clinical model of septal ablation. Circulation 2002;105(12):1403-6.
- Uematsu M, Miyatake K, Tanaka N, Matsuda H, Sano A, Yamazaki N, Hiramata M, Yamagishi M. Myocardial velocity gradient as a new indicator of regional left ventricular contraction: detection by a two-dimensional tissue Doppler imaging technique. J Am Coll Cardiol 1995;26(1):217-23.
- Stoylen A, Stordahl S, Skjelvan GK, Heimdal A, Skjaerpe T. Strain rate imaging in normal and reduced diastolic function: comparison with pulsed Doppler tissue imaging of the mitral annulus. J Am Soc Echocardiogr 2001;14(4):264-74.
- Greenberg NL, Firstenberg MS, Castro PL, Main M, Travaglini A, Odabashian JA, Drinko JK, Rodriguez LL, Thomas JD, Garcia MJ. Doppler-derived myocardial systolic strain rate is a strong index of left ventricular contractility. Circulation 2002;105(1):99-105.
- Mirsky I, Parmley W. Assessment of passive elastic stiffness for isolated heart muscle and the intact heart. Circ Res 1973;33:233-43.
- Belohlavek M, Pislaru C, Bae R, et al. Real-time strain rate echocardiographic imaging: temporal and spatial analysis of postsystolic compression in acutely ischemic myocardium. J Am Soc Echocardiogr 2001;14:360-9.
- Lundback S. Cardiac pumping and function of the ventricular septum. Acta Physiol Scand Suppl 1986;550:1-101.
- Alam M, Hoglund C, Thorstrand C. Longitudinal systolic shortening of the left ventricle: an echocardiographic study in subjects with and without preserved global function. Clin Physiol 1992;12(4):443-52.
- Simonson JS, Schiller NB. Descent of the base of the left ventricle: an echocardiographic index of left ventricular function. J Am Soc Echocardiogr 1989;2(1):25-35.
- Heimdal A, Stoylen A, Torp H, et al. Real-time strain rate imaging of the left ventricle by ultrasound. J Am Soc Echocardiogr 1998;11:1013-9.
- Pombo JF, Troy BL, Russel RO. Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. Circulation, 1972;46:26-35.
- Vitarelli A, Sciomer S, Penco M, Dagianti A, Pugliese M. Assessment of left ventricular dyssynergy by color kinesis. Am J Cardiol 1998;81(12A):86G-9.
- Perez JE, Waggoner AD, Barzilai B, Melton HE Jr, Miller JG, Sobel BE. On-line assessment of ventricular function by automatic boundary detection and ultrasonic backscatter imaging. J Am Coll Cardiol 1992;19(2):313-20.
- Yamada H, Oki T, Tabata T, Iuchi A, Ito S. Assessment of left ventricular systolic wall motion velocity with pulsed tissue Doppler imaging: comparison with peak dP/dt of the left ventricular pressure curve. J Am Soc Echocardiogr 1998;11(5):442-9.
- Satomura S. A study on examining the heart with ultrasonics. I Principles; II Instrument. Jpn Circ J 1956;20:227.
- Palka P, Lange A, Sutherland GR, et al. Doppler tissue imaging: Myocardial wall motion velocities in normal subjects. J Am Soc Echocardiogr 1995;8:659-668.
- Galiuto L, Ignone G, DeMaria NA, et al. Contraction and relaxation velocities of the normal left ventricle using pulsed-wave tissue Doppler echocardiography. Am J Cardiol 1998;81:607-14.
- Silva CES, Ferreira LDC, Peixoto LB, et al. Estudo das velocidades de contração e relaxamento do miocárdio pela ecocardiografia com Doppler tecidual. Nova alternativa na avaliação da função ventricular segmentar. Arq Bras Cardiol 2002;78:200-5.
- Stoylen A, Heimdal A, Bjornstad K, Wiseth R, Vik-Mo H, Torp H, Angelsen B, Skjaerpe T. Strain rate imaging by ultrasonography in the diagnosis of coronary artery disease. J Am Soc Echocardiogr 2000;13(12):1053-64.
- Heimdal A. Angle dependency of strain rate. In: Doppler based ultrasound imaging methods for noninvasive assessment of viability (dissertation). Trondheim: Norwegian University of Science and Technology; 1999, p 55-64.
- Fleming AD, Xia X, McDicken WN, Sutherland GR, Fenn L. Myocardial velocity gradients detected by Doppler imaging. Br J Radiol 1994;67(799):679-88.
- Miyatake K, Yamagishi M, Tanaka N, Uematsu M, Yamazaki N, Mine Y, Sano A, Hiramata M. New method for evaluating left ventricular wall motion by color-coded tissue Doppler imaging: in vitro and in vivo studies. J Am Coll Cardiol 1995;25(3):717-24.
- Yu CM, Lin H, Yang H, Kong SL, Zhang Q, Lee SWL. Progression of systolic abnormalities in patients with "isolated" diastolic heart failure and diastolic dysfunction. Circulation 2002;105:1195-1201.
- Dargie H.J. Effect of carvedilol on outcome after myocardial infarction in patients with left-ventricular dysfunction: the CAPRICORN randomised trial. Lancet 2001;357:1385-90.
- Pitt B.; Remme, W.; Zannad, F.; Neaton, J.; Martinez, F.; Roniker, B. et al. Eplerenone, a selective aldosterone blocker, in patients with left ventricular dysfunction after myocardial infarction. N Engl J Med 2003;348:1309-21. 2002;78:200-5.
- Stoylen A, Heimdal A, Bjornstad K, Wiseth R, Vik-Mo H, Torp H, Angelsen B, Skjaerpe T. Strain rate imaging by ultrasonography in the diagnosis of coronary artery disease. J Am Soc Echocardiogr 2000;13(12):1053-64.
- Heimdal A. Angle dependency of strain rate. In: Doppler based ultrasound imaging methods for noninvasive assessment of viability (dissertation). Trondheim: Norwegian University of Science and Technology; 1999, p 55-64.
- Fleming AD, Xia X, McDicken WN, Sutherland GR, Fenn L. Myocardial velocity gradients detected by Doppler imaging. Br J Radiol 1994;67(799):679-88.
- Miyatake K, Yamagishi M, Tanaka N, Uematsu M, Yamazaki N, Mine Y, Sano A, Hiramata M. New method for evaluating left ventricular wall motion by color-coded tissue Doppler imaging: in vitro and in vivo studies. J Am Coll Cardiol 1995;25(3):717-24.
- Yu CM, Lin H, Yang H, Kong SL, Zhang Q, Lee SWL. Progression of systolic abnormalities in patients with "isolated" diastolic heart failure and diastolic dysfunction. Circulation 2002;105:1195-1201.
- Dargie H.J. Effect of carvedilol on outcome after myocardial infarction in patients with left-ventricular dysfunction: the CAPRICORN randomised trial. Lancet 2001;357:1385-90.
- Pitt B.; Remme, W.; Zannad, F.; Neaton, J.; Martinez, F.; Roniker, B. et al. Eplerenone, a selective aldosterone blocker, in patients with left ventricular dysfunction after myocardial infarction. N Engl J Med 2003;348:1309-21.