

## Estudo Piloto com Eco 3D das Modificações Geométricas do VE após Infarto do Miocárdio

*3D Echo Pilot Study of Geometric Left Ventricular Changes after Acute Myocardial Infarction*

Marcelo Luiz Campos Vieira, Wercules Antonio Oliveira, Adriana Cordovil, Ana Clara Tude Rodrigues, Cláudia Gianini Mônaco, Tânia Afonso, Edgar Bezerra Lira Filho, Marco Perin, Cláudio Henrique Fischer, Samira Saady Morhy  
Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP - Brasil

### Resumo

**Fundamento:** Remodelamento ventricular esquerdo (RVE) após IAM caracteriza fator de mau prognóstico. Há pouca informação na literatura sobre o RVE analisado com ecocardiografia tridimensional (ECO 3D).

**Objetivo:** Analisar com ECO 3D as modificações geométricas e volumétricas do ventrículo esquerdo (VE) seis meses após IAM em pacientes submetidos a tratamento primário percutâneo.

**Métodos:** Estudo prospectivo com ECO 3D de 21 indivíduos (16 homens,  $56 \pm 12$  anos), acometidos por IAM com elevação do segmento ST. Foi feita a análise morfofuncional (VE) com ECO 3D (volumes, FEVE, índice de esfericidade 3D) até sete dias e seis meses após o IAM. RVE foi considerado para aumento  $> 15\%$  do volume diastólico final do VE (VDFVE) após seis meses do IAM, comparado ao VDFVE até sete dias do evento.

**Resultados:** Oito (38%) pacientes apresentaram RVE. Medidas ecocardiográficas ( $n = 21$  pacientes): I- até sete dias do IAM: 1- VDFVE:  $92,3 \pm 22,3$  mL; 2- FEVE:  $0,51 \pm 0,01$ ; 3- índice de esfericidade:  $0,38 \pm 0,05$ ; II- após seis meses: 1- VDFVE:  $107,3 \pm 26,8$  mL; 2- FEVE:  $0,59 \pm 0,01$ ; 3- índice de esfericidade:  $0,31 \pm 0,05$ . Coeficiente de correlação ( $r$ ) entre índice de esfericidade até sete dias do IAM e VDFVE aos seis meses ( $n = 8$ ) após o IAM:  $r: 0,74, p = 0,0007$ ; ( $r$ ) entre índice de esfericidade após seis meses do IAM e VDFVE aos seis meses do IAM:  $r: 0,85, p < 0,0001$ .

**Conclusão:** Nesta série, foi observado RVE em 38% dos pacientes seis meses após IAM. O índice de esfericidade tridimensional foi associado à ocorrência de RVE. (Arq Bras Cardiol. 2013;101(1):43-51)

**Palavras-chave:** Ecocardiografia Tridimensional, Infarto do Miocárdio, Stents, Angioplastia Coronária com Balão, Função Ventricular Esquerda.

### Abstract

**Background:** Left ventricular remodeling (LVR) after AMI characterizes a factor of poor prognosis. There is little information in the literature on the LVR analyzed with three-dimensional echocardiography (3D ECHO).

**Objective:** To analyze, with 3D ECHO, the geometric and volumetric modifications of the left ventricle (VE) six months after AMI in patients subjected to percutaneous primary treatment.

**Methods:** Prospective study with 3D ECHO of 21 subjects (16 men,  $56 \pm 12$  years-old), affected by AMI with ST segment elevation. The morphological and functional analysis (LV) with 3D ECHO (volumes, LVEF, 3D sphericity index) was carried out up to seven days and six months after the AMI. The LVR was considered for increase  $> 15\%$  of the end diastolic volume of the LV (LVEDV) six months after the AMI, compared to the LVEDV up to seven days from the event.

**Results:** Eight (38%) patients have presented LVR. Echocardiographic measurements ( $n = 21$  patients): I- up to seven days after the AMI: 1- LVEDV:  $92.3 \pm 22.3$  mL; 2- LVEF:  $0.51 \pm 0.01$ ; 3- sphericity index:  $0.38 \pm 0.05$ ; II- after six months: 1- LVEDV:  $107.3 \pm 26.8$  mL; 2- LVEF:  $0.59 \pm 0.01$ ; 3- sphericity index:  $0.31 \pm 0.05$ . Correlation coefficient ( $r$ ) between the sphericity index up to seven days after the AMI and the LVEDV at six months ( $n = 8$ ) after the AMI:  $r: 0.74, p = 0.0007$ ; ( $r$ ) between the sphericity index six months after the AMI and the LVEDV at six months after the AMI:  $r: 0.85, p < 0.0001$ .

**Conclusion:** In this series, LVR has been observed in 38% of the patients six months after the AMI. The three-dimensional sphericity index has been associated to the occurrence of LVR. (Arq Bras Cardiol. 2013;101(1):43-51)

**Keywords:** Echocardiography, Three-Dimensional; Myocardial Infarction; Stents; Angioplasty, Balloon, Coronary; Ventricular Function, Left.

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

Correspondência: Marcelo Luiz Campos Vieira •

Rua Cardoso de Melo, 463, Apto 21, Vila Olímpia, CEP 04548-060, São Paulo, SP - Brasil

E-mail: mlvieira@cardiol.br, mlui766@terra.com.br

Artigo recebido em 24/09/12; revisado em 08/10/12; aceito em 25/03/13.

DOI: 10.5935/abc.20130112

## Introdução

O prognóstico dos pacientes portadores de infarto agudo do miocárdico (IAM) com elevação do segmento ST está relacionado à mecânica cardíaca, assim como à geometria do ventrículo esquerdo (VE)<sup>1-5</sup>. O percentual de dilatação do VE (remodelamento ventricular) e a performance miocárdica espelhada pela variação dos volumes ventriculares (fração de ejeção), são aspectos de grande importância prognóstica na evolução clínica dos pacientes após IAM<sup>1-5</sup>.

A análise dos volumes, da geometria e da função ventricular esquerda tem sido realizada nas últimas décadas com o emprego do ecocardiograma ecocardiografia (ECO 2D). No entanto, este método apresenta limitações com relação à análise morfofuncional das estruturas cardíacas em razão da limitação dos planos espaciais de observação, das inferências geométricas para o cálculo dos volumes ventriculares e da possibilidade do encurtamento, "foreshortening", das formas geométricas quando da aquisição das imagens ecocardiográficas<sup>6-11</sup>. Nesse sentido, foi desenvolvido o ecocardiograma tridimensional (ECO 3D), que permite a análise estrutural cardíaca a partir de múltiplos planos espaciais de observação. A análise ecocardiográfica tridimensional do ventrículo esquerdo, em comparação com a análise bidimensional, apresenta maior proximidade com as medidas obtidas com métodos de melhor resolução espacial, como a tomografia ultrarrápida de 64 canais e a ressonância magnética nuclear<sup>8,12-14</sup>.

A ecocardiografia tridimensional possibilita também a análise da modificação geométrica do ventrículo esquerdo através da aferição do índice de esfericidade tridimensional (IE3D)<sup>2,15</sup>. Este novo índice relaciona o volume ventricular e o volume hipotético ventricular esquerdo se o VE apresentar formato esférico. Alguns estudos da literatura relacionaram este novo índice de análise geométrica ventricular ao remodelamento ventricular esquerdo após infarto do miocárdio<sup>2,15</sup>.

## Objetivo

O objetivo do estudo foi analisar com o ECO 3D as modificações geométricas e volumétricas do VE seis meses após IAM em pacientes submetidos a tratamento primário percutâneo por implante de endoprótese coronariana (Stent).

## Método

### População

#### Critérios de inclusão e de exclusão

O paciente foi elegível ao estudo após avaliação do médico assistente do pronto atendimento, tendo apresentado pelo menos dois dos seguintes critérios para o diagnóstico de infarto do miocárdio:

- 1 - quadro clínico compatível com IAM;
- 2 - supradesnivelamento do seguimento ST > 1mm em pelo menos duas derivações ao ECG de 12 derivações;

3 - dosagem de marcadores de necrose miocárdica compatível IAM;

Além dos critérios para o diagnóstico de IAM, o paciente deveria apresentar:

- 1 - Realização de tratamento coronariano percutâneo primário com tempo de 'porta-balão' de até 90 minutos;
- 2 - Estabilidade hemodinâmica no momento da realização da intervenção coronariana percutânea;
- 3 - Assinatura do consentimento livre e informado para a realização do estudo.

Como critérios de exclusão ao estudo foram observados:

- 1 - Imagem considerada inadequada à análise ecocardiográfica tridimensional;
- 2 - Presença de grande irregularidade do ritmo cardíaco pré-intervenção percutânea (p. ex: fibrilação atrial, em decorrência da dificuldade à análise ecocardiográfica tridimensional).

Os pacientes foram analisados quanto a evidência de hipertensão arterial sistêmica, diabetes mellitus, dislipidemia, tabagismo, história familiar de doença arterial coronariana, de acordo com critérios previamente determinados<sup>16-20</sup>.

### Ecocardiografia

Foram realizadas a análise ecocardiográfica bidimensional, com Doppler convencional e tecidual, e a análise transtorácica tridimensional em tempo real. Os exames ecocardiográficos bidimensionais foram realizados de acordo com as recomendações da Sociedade Americana de Ecocardiografia<sup>21,22</sup>, em equipamento comercialmente disponível (Philips IE33, Philips Medical System, Andover, MA, EUA), equipado com transdutor de 2-5 MHZ, e transdutor matricial X3 para a aquisição das imagens tridimensionais. O programa utilizado para a análise de imagens de ecocardiografia tridimensional foi Q-Lab, versão 5.0, Philips Medical System, Andover, MA, EUA. Foram estudados os seguintes parâmetros ecocardiográficos:

I - Ecocardiograma Bidimensional:

- 1-Volume diastólico final do ventrículo esquerdo (VDFVE);
- 2- Volume sistólico final do ventrículo esquerdo (VSFVE);
- 3- Fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE), método de Simpson.

Foram aferidos os diâmetros ventriculares esquerdos com o emprego do modo unidimensional guiado pela ecocardiografia bidimensional.

Foi também calculado o índice de esfericidade bidimensional do ventrículo esquerdo, levando em consideração a relação entre os eixos longo e curto do ventrículo esquerdo (projeção apical de quatro câmaras, em diástole)<sup>23</sup>, e o índice de contratilidade segmentar do ventrículo esquerdo, considerando-se modelo de 17 segmentos ventriculares.

II- Ecocardiografia Tridimensional:

- 1- VDFVE; 2- VSFVE; 3- FEVE (Figura 1); 4- índice de dissincronia tridimensional ventricular esquerda % (ID3D); 5- IE 3D (Figura 2). O índice de dissincronia tridimensional corresponde ao desvio padrão % da média do tempo

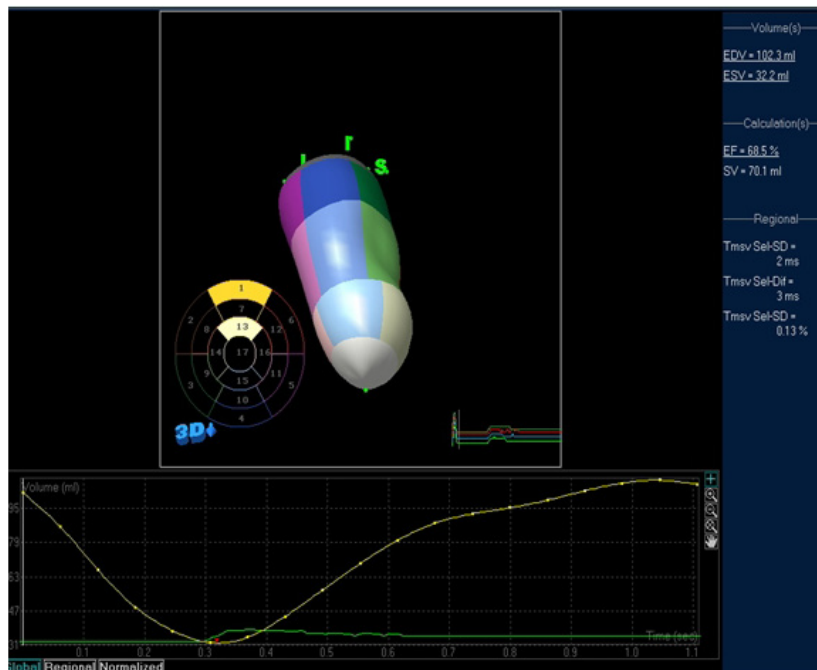


Figura 1 - Aferição dos volumes ventriculares e da fração de ejeção do ventrículo esquerdo medidos com o emprego de ecocardiografia transtorácica tridimensional; EDV (volume diastólico final): 102,3 mL; ESV (volume sistólico final): 32,2 mL; EF (fração de ejeção): 68,5%; SV (volume sistólico ejetado): 70,1 mL.

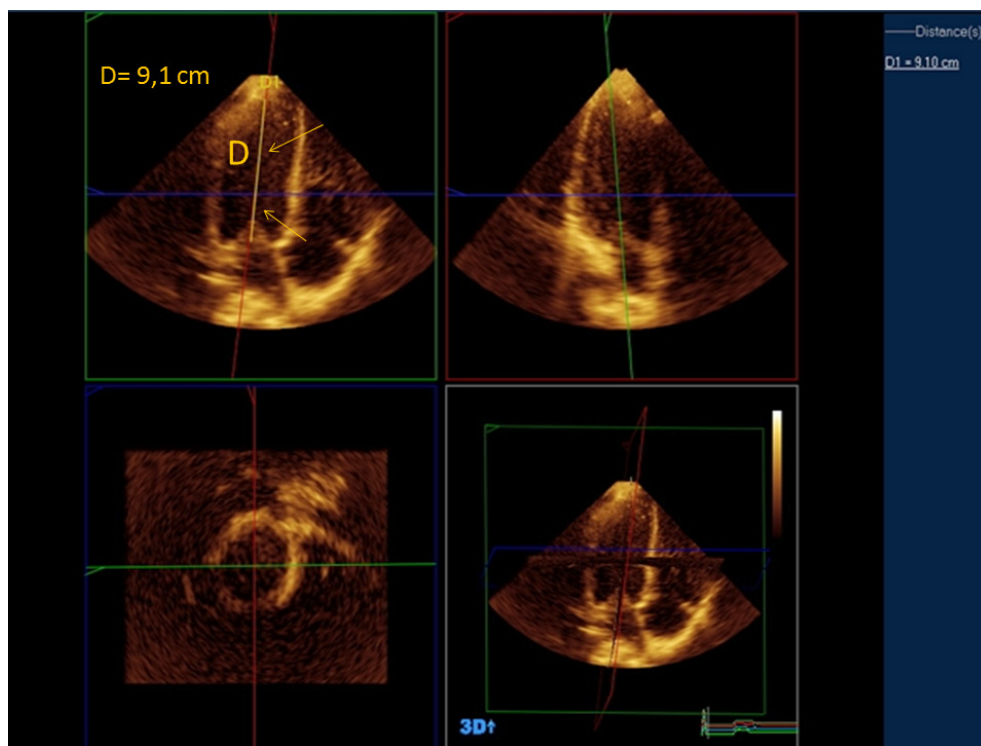


Figura 2 - Demonstração da aferição do índice de esfericidade tridimensional (IE3D): 0,26, de acordo com;  $IE3D = VDFVE \frac{4}{3} \pi (D/2)^3$ , para VDFVE: 102,3 mL (Figura 1); (D): 9,1 cm; Setas: demonstração do diâmetro longitudinal do ventrículo em projeção apical de quatro câmaras.

de contração sistólica final dos segmentos do ventrículo esquerdo, para modelo matemático de 17 segmentos do ventrículo esquerdo.

O índice de esfericidade tridimensional do ventrículo esquerdo corresponde à razão entre o VDFVE e o volume que o ventrículo esquerdo apresentaria se o seu formato fosse esférico, de acordo com a expressão abaixo:

Índice de esfericidade tridimensional do VE:  $VDFVE / 4/3 \pi (D/2)^3$  onde, VDFVE: volume diastólico final do ventrículo esquerdo (aferido com eco 3D);

D: diâmetro do ventrículo esquerdo mensurado na projeção apical de quatro câmaras.

A aquisição das imagens tridimensionais foi realizada após o estudo ecocardiográfico bidimensional. As imagens tridimensionais foram obtidas com o emprego de transdutor matricial, estando o paciente em apneia expiratória, com a imagem acoplada ao registro eletrocardiográfico. As imagens ecocardiográficas tridimensionais foram adquiridas a partir de pontos de referência do ventrículo esquerdo, tomando-se em consideração o anel valvar mitral e o ápice ventricular, em projeções sagital e coronal. Os pontos de referência do anel mitral observaram pontos específicos do anel mitral, considerando-se a confluência do anel com o septo, a parede lateral, a parede inferior e a parede anterior do ventrículo esquerdo. Considerou-se a maior densidade possível de linhas ecocardiográficas para o delineamento dos elementos volumétricos (voxels) durante a aquisição das imagens. As imagens foram armazenadas em disco rígido do equipamento ecocardiográfico e analisadas "off-line" em software específico do próprio aparelho. As análises foram realizadas por dois observadores independentes (MLCV e WAO).

Remodelamento ventricular esquerdo (RVE) foi considerado quando da ocorrência de aumento  $\geq 15\%$  do VDFVE após seis meses do IAM, comparado ao VDFVE até sete dias do evento<sup>24</sup>.

O primeiro exame ecocardiográfico (bidimensional e tridimensional) foi feito em até sete dias após o IAM e o segundo exame, após seis meses do IAM.

#### Análise laboratorial

Foram estudados marcadores séricos de necrose miocárdica (considerando-se seus maiores valores durante a evolução do IAM), e do peptídeo atrial natriurético (BNP). Desta forma, foram analisados:

- 1 - Creatina cinase (CK) fração MB e CK-MB massa;
- 2 - Mioglobina;
- 3 - Troponina I;
- 4 - BNP.

#### Análise estatística

A análise estatística das variáveis quantitativas foi feita pela descrição dos valores mínimos e máximos, e do cálculo das médias e desvios-padrão. Com relação às variáveis qualitativas foram calculadas as frequências absolutas e relativas. A análise de correlação entre os achados

bioquímicos e os achados ecocardiográficos bidimensionais e tridimensionais foi realizada empregando-se o método de correlação de Pearson (r), 95% de intervalo de confiança. Foram calculadas variação intra e interobservador para os parâmetros tridimensionais aferidos,  $p < 0,05$ . Os dados foram processados com o sistema de análise estatística MedCalc, Mariakerke, Bélgica.

Este estudo foi aprovado pelo comitê de Ética em Pesquisas do Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, Brasil, e protocolado no Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa Albert Einstein - IIEPAE, sob número 293-07.

## Resultados

No período de março de 2007 a dezembro de 2008 foram estudados de forma prospectiva 23 pacientes, com exclusão posterior de 2/23 (8,7%) pacientes da casuística inicial em decorrência de imagem considerada inadequada à análise ecocardiográfica. Dessa forma, dos 21 pacientes considerados ao estudo, 16 (76%) homens, com média etária de  $56 \pm 12$  (41-87) anos de idade, que foram acometidos por infarto agudo do miocárdio com supradesnivelamento do segmento ST, receberam tratamento por intervenção coronariana percutânea primária (implante de endoprótese coronariana - Stent).

As características demográficas, clínicas, os achados hemodinâmicos pré e após tratamento percutâneo primário da população estudada estão demonstrados na Tabela 1. A maioria dos pacientes do estudo apresentava história progressiva de hipertensão arterial sistêmica (52%), e cerca de ¼ deles apresentava diabetes mellitus, ou história de dislipidemia ou de tabagismo. A ocorrência de história familiar de doença aterosclerótica também foi expressiva (43%). Os pacientes apresentaram evolução clínica em grupo I de Killip e Kimball: 18/21 (86%); ou em grupo II: 3/21 (14%), durante o período de internação hospitalar.

As medidas ecocardiográficas bidimensionais e tridimensionais e as dosagens séricas de marcadores enzimáticos e de BNP do grupo de pacientes que apresentou remodelamento reverso do ventrículo esquerdo (n = 8 pacientes) e do grupo de pacientes que não apresentou remodelamento reverso (n = 13) são demonstradas na Tabela 2. A evolução do VDFVE da população total do estudo (n = 21) após seis meses do IAM é demonstrada no Gráfico 1. No grupo de pacientes com remodelamento do ventrículo esquerdo, observou-se aumento de 15,7%,  $p < 0,05$ , do VDFVE (análise com ECO 3D), e de 9,5% do VDFVE com a análise ecocardiográfica bidimensional, após seis meses do infarto do miocárdio. No grupo de pacientes sem remodelamento do ventrículo esquerdo, observou-se aumento de 6,1%, do VDFVE (análise com ECO 3D), e de 9,6% do VDFVE com a análise ecocardiográfica bidimensional, após seis meses do infarto do miocárdio. Os pacientes (n = 21) apresentaram padrão diastólico de alteração do relaxamento ventricular (n = 7) e fluxo pseudonormal (n = 4) até sete dias após IAM, e padrão diastólico de alteração do relaxamento ventricular (n = 8) e fluxo pseudonormal (n = 2) seis meses após IAM. Não foi evidenciada associação entre disfunção diastólica e RVE.

**Tabela 1 - Características demográficas, clínicas e angiográficas pré e pós-procedimento coronariano percutâneo, e fatores de risco para doença arterial coronária da população total do estudo (n = 21), dos pacientes que apresentaram remodelamento do ventrículo esquerdo (n = 8) e dos pacientes que não apresentaram remodelamento do ventrículo esquerdo (n = 13) após infarto do miocárdio**

Características	Grupo Total (n = 21)	Pacientes com Remodelamento (n = 8)	Pacientes sem Remodelamento (n = 13)
Idade (anos)	56 ± 12 (41-87)	55 ± 12 (41-83)	54 ± 12 (42-87)
Sexo (M/F)	16/5	5/3	11/2
Tabagismo	6 (28,5%)	2 (25%)	4 (31%)
Diabetes Mellitus	5 (24%)	2 (25%)	3 (23%)
HAS	11 (52%)	4 (50%)	7 (53%)
DAC prévia	4 (19%)	2 (25%)	2 (15%)*
Dislipidemia	6 (28,6 %)	3 (37%)	3 (23%)*
História Familiar DAC	9 (43%)	3 (37%)	6 (46%)
Artéria Coronária Culpada (%)	DA: 11 casos (52%) CX: 6 casos (28%) CD: 4 casos (19%)	DA: 4 casos (50%) CX: 2 casos (25%) CD: 2 casos (25%)	DA: 7 casos (53%) CX: 3 casos (23%) CD: 3 casos (23%)
Lesão Coronária Secundária	DA: 6 casos (29%) Diagonal: 3 casos (14 %) CX: 2 casos (9,5%)	DA: 2 casos (25%) CX: 2 casos (25%) -	DA: 3 casos (23%) CX: 3 casos (23%) -
<b>IAM Localização</b>			
Anterior	11 casos (52%)	4 casos (50%)	7 casos (53%)
Anterolateral	1 caso (4,7%)	-	1 caso (7,7%)
Inferior	4 casos (19%)	2 casos (25%)	2 casos (15,4%)
Ínferolateral	3 casos (14%)	2 casos (25%)	1 caso (7,7%)
Lateral	2 casos (9,5%)	-	2 casos (15,4 %)
% de Obstrução da artéria coronária culpada Pré-procedimento	100%: 17 casos (81%) 95%: 3 casos (14%) 99%: 1 caso (4,7%)	100%: 6 casos (75%) 95%: 1 caso (25%) 99%: 1 caso (25%)	100%: 10 casos (77%) 95%: 1 caso (7,7%) 99%: 2 casos (15,4%)
% de Obstrução da artéria coronária culpada Pós-procedimento	0% : 16 casos (76%) 10%: 4 casos (19%) 20%: 1 caso (4,7%)	0%: 6 casos (75%) 10%: 2 casos (25%) -	0%: 10 casos (77%) 10%: 3 casos (23%)
Fluxo TIMI da artéria coronária culpada Pré -procedimento	TIMI 0: 18 casos (86%) TIMI 2: 3 casos (14%)	TIMI 0: 7 casos (87,25%) TIMI 2: 1 caso (13%)	TIMI 0: 11 casos (85%) TIMI 2: 2 casos (15,4%)
Fluxo TIMI da artéria coronária tratada Pós-procedimento	TIMI 3: 21 casos (100%)	8 casos (100%)	13 casos (100%)

M: masculino; F: feminino; DAC: doença arterial coronariana; N: normal; DA: artéria descendente anterior (interventricular anterior); CX: artéria circunflexa; CD: artéria coronária direita; IAM: infarto agudo do miocárdio.

\*p<0,05 (diferença entre os pacientes que apresentaram remodelamento e entre os pacientes que não apresentaram remodelamento após infarto do miocárdio)

Também não foi observada associação entre o índice de esfericidade 2D, o índice de contratilidade segmentar do ventrículo esquerdo e o remodelamento ventricular após 6 meses do IAM. O tempo médio de realização do primeiro exame ecocardiográfico (bidimensional e tridimensional) após o IAM foi de 2 ± 0,4 dias.

A variação do índice de esfericidade tridimensional (3D) do ventrículo esquerdo até sete dias e após seis meses (6M) do infarto do miocárdio da população total do estudo (n=21) é demonstrada no Gráfico 2. A análise de correlação (Pearson: r) entre o Índice de Esfericidade Tridimensional (3D) e os volumes diastólicos finais do ventrículo esquerdo (VDFVE), até sete dias e após seis meses (6M) do infarto do miocárdio (IAM), na população total do estudo (n=21), é

demonstrada na Tabela 3. Foi observado remodelamento do ventrículo esquerdo em 38% dos pacientes acometidos por IAM. A correlação entre o índice de esfericidade 3D aferido até sete dias do IAM e o VDFVE em seis meses foi de 0,69, p = 0,007. Para o grupo de pacientes com remodelamento reverso do VE, a correlação entre o índice de esfericidade 3D aferido até sete dias do IAM e o VDFVE em seis meses foi de 0,74, p = 0,001. Para o grupo de pacientes com remodelamento reverso do VE, a correlação entre o índice de esfericidade 3D aferido em seis meses do IAM e o VDFVE em seis meses foi de 0,85, p = 0,001. Para o grupo de pacientes sem remodelamento reverso do VE, a correlação entre o índice de esfericidade 3D aferido até sete dias do IAM e o VDFVE em seis meses foi de 0,54, p = 0,001.

**Tabela 2 -** Medidas ecocardiográficas e dosagens séricas de marcadores enzimáticos e de BNP dos pacientes que apresentaram remodelamento do ventrículo esquerdo (n = 8) e dos pacientes que não apresentaram remodelamento do ventrículo esquerdo (n = 13), 6 meses após infarto do miocárdio

Parâmetros	1º ECO até 7 dias após IAM Grupo Remodelamento Ventricular (n = 8)	2º ECO 6M após IAM Grupo Remodelamento Ventricular (n = 8)	1º ECO até 7 dias após IAM Grupo Sem Remodelamento Ventricular (n = 13)	2º ECO 6M após IAM Grupo Sem Remodelamento Ventricular (n = 13)
Eco 3D FEVE	0,49 ± 0,02 (0,35-0,65)	0,57 ± 0,01 (0,37-0,71)	0,52 ± 0,01 (0,36-0,69)	0,60 ± 0,01 (0,41-0,71)
Eco 3D VSFVE (mL)	44,5 ± 8,4 (31,2-58,3)	46,4 ± 8,3 (32,8-58,3)	42,5 ± 7,7 (29,6-57,3)	44,7 ± 6,3 (30,8-56,3)
Eco 3D VDFVE (mL)	94,3 ± 23,6 (74,5-103,7)	109,1 ± 23,2* (75,3-120,1)	91,3 ± 21,6 (72,5-111,1)	97,4 ± 18,8 (75,3-116,3)
Eco 3D 17 ID % VN (<5%)	6,71 ± 4,32 (0,59-14,6)	4,11 ± 1,31 (0,55-6,2)	3,31 ± 0,95 (0,51-6,2)	3,01 ± 0,76 (0,53-4,2)
Índice de Esfericidade 3D	0,40 ± 0,05* (0,28-0,43)	0,35 ± 0,05* (0,25-0,37)	0,30 ± 0,05 (0,26-0,30)	0,27 ± 0,05 (0,22-0,29)
Eco 2D DDVE (cm)	5,0 ± 0,2 (4,5-6)	5,2 ± 0,1 (4,8-6,2)	4,7 ± 0,1 (4,5-5,3)	5,0 ± 0,1 (4,7-6,0)
Eco 2D FEVE (Simpson)	0,51 ± 0,05 (0,40-0,64)	0,59 ± 0,06 (0,41-0,65)	0,54 ± 0,04 (0,41-0,70)	0,62 ± 0,03 (0,41-0,72)
Eco 2D VSFVE (mL)	49,1 ± 16,2 (19,6-42,2)	49,8 ± 18,3 (22,6-44,6)	47,6 ± 18,45 (19,6-39,3)	47,5 ± 17,4 (21,6-42,9)
Eco 2D VDFVE (mL)	105,7 ± 21,3 (58,9-104,6)	115,8 ± 20,9 (58,7-129,1)	102,4 ± 21,7 (57,6-103,2)	112,3 ± 23,1 (56,4-123,8)
Índice de Esfericidade 2D	1,77 ± 0,13	1,83 ± 0,11	1,78 ± 0,12	1,86 ± 0,10
Escore de contratilidade VE (VN = 1)	1,30 ± 0,12	1,24 ± 0,11	1,26 ± 0,15	1,20 ± 0,13
Troponina I (ng/mL) VN (0-0,04)	12,3 ± 8,61 (2,70-33,3)	-	11,7 ± 9,56 (2,30-31,8)	-
CKMB (ng/mL) VN (0-3,40)	92,1 ± 77,8 (5,9-256)	-	90,6 ± 76,4 (5,5-256)	-
Mioglobina (ng/mL) VN (0-62,5)	583,5 ± 227,6 (109-880)	-	569,8 ± 219,6 (104-880)	-
BNP (pg/mL) VN (5-100)	269,8 ± 121 (29-1054)	-	263,9 ± 120 (23-1054)	-

ECO: Ecocardiograma; FEVE: fração de ejeção do ventrículo esquerdo; VSFVE: volume sistólico final do ventrículo esquerdo; VDFVE: volume diastólico final do ventrículo esquerdo; ID: índice de dissincronia; DDVE: diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo; VN: valor normal; ID: índice de dissincronia de 17 segmentos do ventrículo esquerdo; Índice de Esfericidade 3D: Índice de Esfericidade Tridimensional.

\*p<0,05 (diferença entre os pacientes que apresentaram remodelamento e entre os pacientes que não apresentaram remodelamento após infarto do miocárdio)

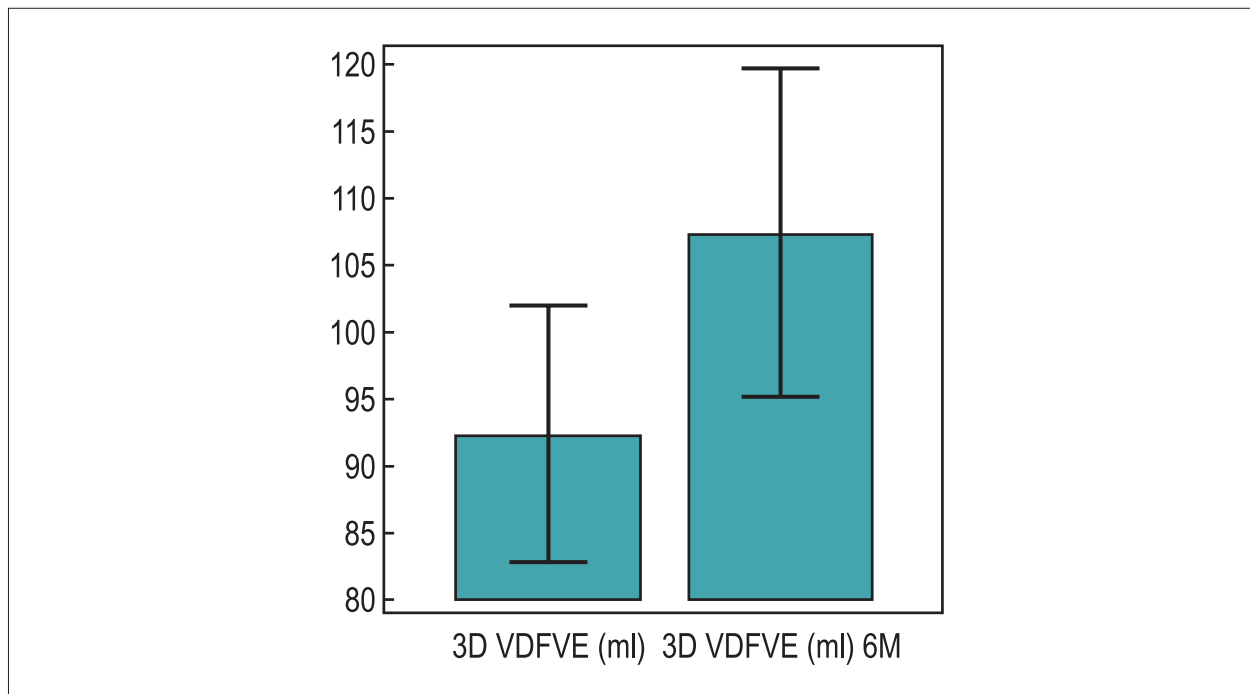
Não houve associação entre os marcadores séricos de necrose miocárdica e a ocorrência de remodelamento ventricular esquerdo. Não foi observada associação entre o índice de dissincronia ventricular tridimensional e o remodelamento ventricular esquerdo.

O coeficiente de variação intraobservador para a aferição do VDFVE com ECO 3D foi 0,94 (IC 95%: 0,81-0,97); o coeficiente de variação interobservador para a aferição do VDFVE com ECO 3D foi 0,92 (IC 95%: 0,80-0,96). O coeficiente de variação intraobservador para a aferição do IE 3D foi 0,93 (IC 95%: 0,80-0,95), e o coeficiente de variação interobservador para a aferição do IE 3D foi 0,91 (IC 95%: 0,77-0,94).

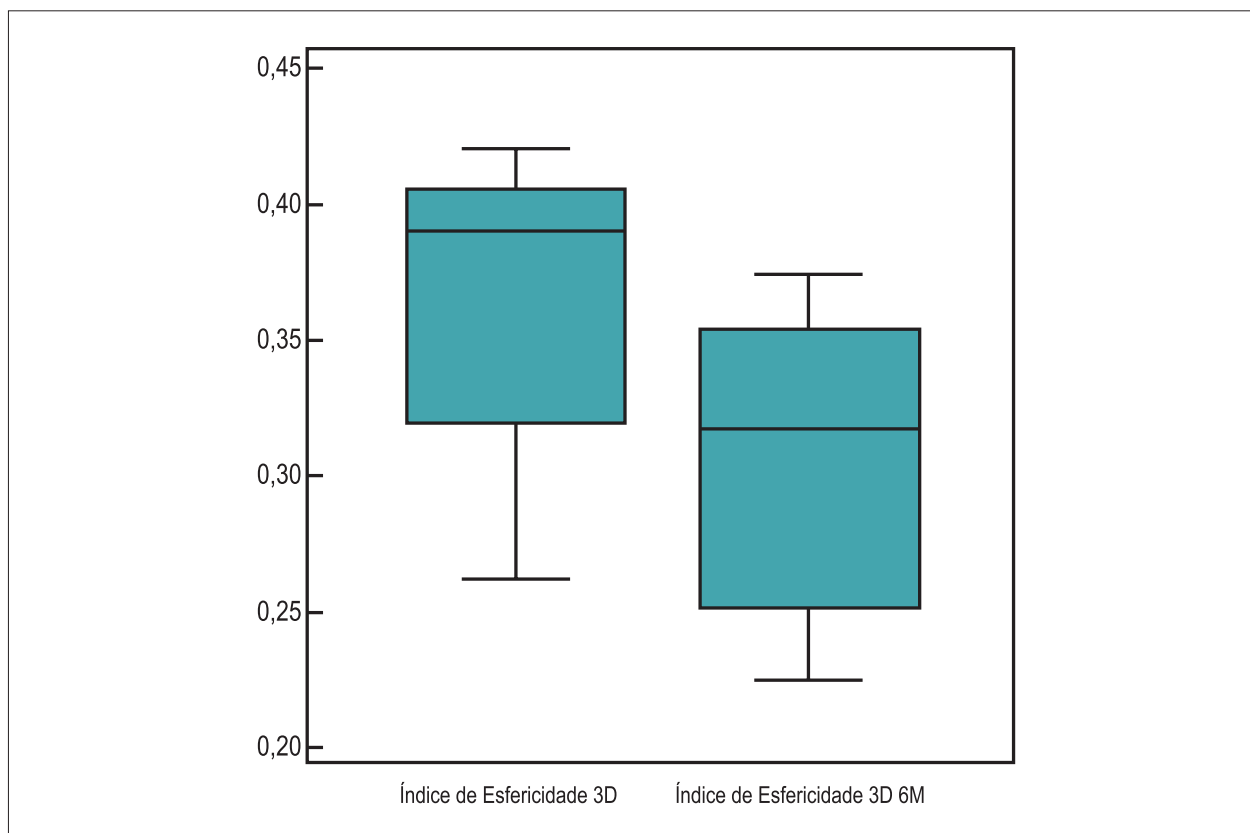
## Discussão

O remodelamento ventricular esquerdo após a ocorrência de IAM reflete as modificações mecânicas

de adaptação do VE frente ao evento isquêmico, sendo fator de importante prognóstico na evolução clínica dos pacientes<sup>1-5</sup>. A dilatação ventricular esquerda, assim como a redução da fração de ejeção do VE, os níveis séricos de BNP e a classe funcional representam importantes fatores de mau prognóstico relacionados à insuficiência cardíaca após IAM. No presente estudo, 38% dos pacientes apresentaram evidências ecocardiográficas de remodelamento ventricular, apesar de apresentarem pequena redução da FEVE no período intra-hospitalar (0,49 ± 0,02 ao ECO 3D, 0,51 ± 0,05 ao ECO 2D), da evidência de elevação discreta do BNP (269 ± 121 pg/mL), e de estarem todos em classe I ou II de Killip e Kimball. Este percentual de remodelamento ventricular esquerdo foi semelhante aos achados de estudo com 33 pacientes em que a análise ecocardiográfica tridimensional identificou RVE em 13 (39%) dos pacientes estudados<sup>2</sup>.



**Gráfico 1** - Histograma para a demonstração dos volumes diastólico final do ventrículo esquerdo aferidos com ecocardiografia tridimensional (VDFVE) até sete dias e após seis meses (6M) do infarto do miocárdio da população total do estudo (n = 21) 3D VDFVE: 92,3 ± 22,3 mL; 3D VDFVE 6M: 107,3 ± 26,8 mL.



**Gráfico 2** - Demonstração em Box-Plot do índice de esfericidade tridimensional (3D) do ventrículo esquerdo até sete dias e após seis meses (6M) do infarto do miocárdio da população total do estudo (n=21). Índice de esfericidade 3D: 0,38 ± 0,05; índice de esfericidade 3D: 0,31 ± 0,05.

**Tabela 3 - Correlação (Pearson: r), Intervalo de confiança (IC) 95%, entre o índice de esfericidade tridimensional (3D) e os volumes diastólicos finais do ventrículo esquerdo (VDFVE), até sete dias e após seis meses (6M) do infarto do miocárdio (IAM) na população total do estudo (n = 21)**

Parâmetro	Eco 3D VDFVE	Eco 3D VDFVE 6M
Índice de Esfericidade 3D até 7 dias do IAM	r: 0,79	r: 0,69
IC	0,5539-0,9134 p < 0,0001	0,3611-0,8690 p = 0,0007
Índice de Esfericidade 3D 6M	-	r: 0,83
	-	0,6147-0,9312
	-	p < 0,0001

*Índice de Esfericidade 3D: Índice de Esfericidade Tridimensional até sete dias do infarto do miocárdio; Índice de Esfericidade 3D 6M: Índice de Esfericidade Tridimensional seis meses após infarto do miocárdio; Eco 3D VDFVE: volume diastólico final do ventrículo esquerdo até sete dias do infarto do miocárdio; Eco 3D VDFVE 6M: volume diastólico final do ventrículo esquerdo seis meses após infarto do miocárdio.*

Constatou-se também que o RVE não teria sido diagnosticado se a análise volumétrica tivesse sido realizada com o emprego da ecocardiografia bidimensional (observou-se aumento médio de 9,5% do VDFVE com a análise ecocardiográfica bidimensional). A possibilidade da detecção precoce do remodelamento ventricular esquerdo ganha importância no sentido do tratamento farmacológico mais agressivo para a prevenção da progressão da dilatação ventricular. Na análise intra-hospitalar de 23 pacientes acometidos por IAM (os 21 pacientes do estudo atual faziam parte desta casuística), observou-se também maior associação entre a liberação sérica de BNP e a fração de ejeção do ventrículo esquerdo aferida com o ECO 3D do que com a ecocardiografia bidimensional (r: - 0,7427, p < 0,0001; - 0,5478, p = 0,001, respectivamente)<sup>25</sup>. Observa-se, então, a maior associação entre a análise ecocardiográfica tridimensional e os eventos celulares (espelhados pela liberação sérica de BNP) e o efeito morfofuncional do infarto no ventrículo esquerdo (demonstrados pela FEVE e pelo remodelamento ventricular), quando comparados com a análise ecocardiográfica bidimensional.

Com relação aos índices ecocardiográficos tridimensionais novos destinados ao estudo da função e da geometria do ventrículo esquerdo (índice de sincronia tridimensional e índice de esfericidade tridimensional), foi observado comportamento diverso em relação ao remodelamento ventricular esquerdo em seis meses após IAM. Não foi detectada associação entre o índice de dissincronia ventricular (o que poderia representar o desacoplamento eletromecânico intraventricular esquerdo) e o remodelamento ventricular esquerdo. No entanto, foi verificada a associação entre o índice de esfericidade tridimensional e o RVE, de forma semelhante em dois estudos anteriores com 19 e 33 pacientes acometidos por IAM<sup>2,15</sup>. No estudo com 33 pacientes, demonstrou-se que valores acima de 0,25 para o índice de esfericidade tridimensional apresentavam sensibilidade de 100%, especificidade de 90%, valor preditivo positivo de 87% e valor preditivo negativo de 100%, para a predição de RVE<sup>2</sup>. No presente estudo, no grupo de pacientes com remodelamento do VE, a correlação (r) entre o índice de esfericidade 3D aferido até sete dias do IAM e o VDFVE em seis meses foi de 0,74, p = 0,001. A diferença temporal entre os dois estudos é relacionada ao período de observação após IAM – no

estudo com 33 pacientes a análise foi realizada após 12 meses do evento e em nosso estudo a análise foi após seis meses.

Dessa forma, com a progressão do desenvolvimento e do uso mais rotineiro da análise ecocardiográfica tridimensional, acredita-se que esta técnica de imagem possa vir a substituir a investigação ecocardiográfica bidimensional no acompanhamento clínico dos pacientes acometidos por infarto do miocárdio.

### Limitação do Estudo

O número de pacientes estudados foi pequeno, necessitando de outras análises com número maior de pacientes. Ainda há necessidade da presença de imagem ecocardiográfica considerada boa para que a análise ecocardiográfica tridimensional possa ser realizada (dois pacientes, 8,7% da casuística inicial, foram excluídos do estudo). Foram estudados pacientes acometidos por infarto do miocárdio em diferentes segmentos ventriculares (acometimento de diferentes leitos vasculares), o que pode ter ocasionado heterogeneidade e não uniformidade nos dados obtidos para a análise. O aspecto temporal é importante para as alterações morfofuncionais do ventrículo esquerdo. O estudo deverá ser repetido em período mais longo (12 e 24 meses) após o evento isquêmico.

### Conclusão

Nesta série de pacientes acometidos por infarto agudo do miocárdio com elevação do segmento ST, tratados por via percutânea, foi observado remodelamento do ventrículo esquerdo em 38% dos pacientes acometidos por IAM. O índice de esfericidade tridimensional foi associado à ocorrência de remodelamento do ventrículo esquerdo.

### Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Vieira MLC, Oliveira WA, Rodrigues ACT, Mônaco CG, Afonso T; Obtenção de dados: Vieira MLC, Oliveira WA, Cordovil A, Rodrigues ACT, Mônaco CG, Lira Filho EB, Perin M, Fischer CH, Morhy SS; Análise e interpretação dos dados: Vieira MLC, Oliveira WA, Cordovil A, Rodrigues ACT, Mônaco CG, Afonso T, Lira Filho



EB, Perin M, Fischer CH, Morhy SS; Análise estatística: Vieira MLC; Redação do manuscrito: Vieira MLC, Oliveira WA, Rodrigues ACT, Mônico CG; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual: Vieira MLC, Oliveira WA, Cordovil A, Afonso T.

### Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

## Referências

1. Kapetanakis S, Kearney MT, Siva A, Gall N, Cooklin M, Monaghan MJ. Real-time three-dimensional echocardiography: a novel technique to quantify global left ventricular mechanical dyssynchrony. *Circulation*. 2005;112(7):992-1000.
2. Mannaerts HF, van der Heide JA, Kamp O, Stoel MG, Twisk J, Visser CA. Early identification of left ventricular remodeling after myocardial infarction, assessed by transthoracic 3D echocardiography. *Eur Heart J*. 2004;25(8):680-7.
3. Korup E, Dalsgaard D, Nyvad O, Jensen TM, Toft E, Berning J. Comparison of degrees of left ventricular dilation within three hours and up to six days after onset of first acute myocardial infarction. *Am J Cardiol*. 1997;80(4):449-53.
4. Erlebacher JA, Weiss JL, Eaton LW, Kallman C, Weisfeldt ML, Bulkley BH. Late effects of acute infarct dilation on heart size: a two dimensional echocardiographic study. *Am J Cardiol*. 1982;49(5):1120-6.
5. Sharpe N, Smith H, Murphy J, Greaves S, Hart H, Gamble G. Early prevention of left ventricular dysfunction after myocardial infarction with angiotensin-converting-enzyme inhibition. *Lancet*. 1991;337(8746):872-6.
6. Ahmad M. Real-time three-dimensional echocardiography in assessment of heart disease. *Echocardiography*. 2001;18(1):73-7.
7. Hotta VT, Martinelli Filho M, Mady C, Mathias W Jr, Vieira ML. Comparison between 2D and 3D echocardiography in the evaluation of reverse remodeling after CRT. *Arq Bras Cardiol*. 2011;97(2):111-21.
8. Vieira ML, Nomura CH, Tranchesi B Jr, de Oliveira WA, Naccarato G, Serpa BS, et al. Real-time three-dimensional echocardiographic left ventricular systolic assessment: side-by-side comparison with 64-slice multi-detector cardiac computed tomography. *Eur J Echocardiogr*. 2010;11(3):257-63.
9. Gimenes VM, Vieira ML, Andrade MM, Pinheiro J Jr, Hotta VT, Mathias W Jr. Standard values for real-time transthoracic three-dimensional echocardiographic dyssynchrony indexes in a normal population. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008;21(11):1229-35.
10. Endo Y, Maddukuri PV, Vieira ML, Pandian NG, Patel AR. Quantification of right ventricular volumes and function by real time three-dimensional echocardiographic longitudinal axial plane method: validation in the clinical setting. *Echocardiography*. 2006;23(10):853-9.
11. Oliveira W, Campos O, Cintra F, Matos L, Vieira ML, Rollim B, et al. Impact of continuous positive airway pressure treatment on left atrial volume and function in patients with obstructive sleep apnoea assessed by real-time three-dimensional echocardiography. *Heart*. 2009;95(22):1872-8.
12. Mannaerts HF, Van Der Heide JA, Kamp O, Papavassiliou T, Marcus JT, Beek A, et al. Quantification of left ventricular volumes and ejection fraction using freehand transthoracic three-dimensional echocardiography: comparison with magnetic resonance imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2003;16(2):101-9.
13. Qi X, Cogar B, Hsiung MC, Nanda NC, Miller AP, Yelamanchili P, et al. Live/real time three-dimensional transthoracic echocardiographic assessment of left ventricular volumes, ejection fraction, and mass compared with magnetic resonance imaging. *Echocardiography*. 2007;24(2):166-73.
14. Ferencik M, Gregory SA, Butler J, Achenbach S, Yeh RW, Hoffmann U, et al. Analysis of cardiac dimensions, mass and function in heart transplant recipients using 64-slice multi-detector computed tomography. *J Heart Lung Transplant*. 2007;26(5):478-84.
15. Yang NI, Hung MJ, Cherg WJ, Wang CH, Cheng CW, Kuo LT. Analysis of left ventricular changes after acute myocardial infarction using transthoracic real-time three-dimensional echocardiography. *Angiology*. 2009;59(6):688-94.
16. Sociedade Brasileira de Cardiologia / Sociedade Brasileira de Hipertensão / Sociedade Brasileira de Nefrologia. VI Diretrizes brasileiras de hipertensão. *Arq Bras Cardiol*. 2010;95(1 supl.1):1-51.
17. Sposito AC, Caramelli B, Fonseca FA, Bertolami MC, Afiune Neto A, Souza AD, et al.; Sociedade Brasileira de Cardiologia. IV Diretriz brasileira sobre dislipidemias e prevenção da aterosclerose. *Arq Bras Cardiol*. 2007;88(supl 1):1-18.
18. Brandão AP, Brandão AA, Nogueira AR, Suplicy H, Guimarães JJ, Oliveira JEP, et al.; Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz brasileira de diagnóstico e tratamento da síndrome metabólica. *Arq Bras Cardiol*. 2005;84(supl 1):1-28.
19. Reichert J, Araújo AJ, Gonçalves CM, Godoy I, Chatkin JM, Sales MP, et al. Diretrizes para cessação do tabagismo. *J Bras Pneumol*. 2008;34(10):845-80.
20. Kannel WB, McGee D, Gordon TA. General cardiovascular risk profile: the Framingham Study. *Am J Cardiol*. 1976;38(1):46-51.
21. Henry WL, de Maria A, Gramiak R, King DL, Kisslo JA, Popp RL. Report of the American Society of Echocardiography Committee on Nomenclature and Standards in Two-Dimensional Echocardiography. *Circulation*. 1980;62(2):212-7.
22. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr*. 2005;18(12):1440-63.
23. Lowes BD, Gill EA, Abraham WT, Larrain JR, Robertson AD, Bristow MR, et al. Effects of carvedilol on left ventricular mass, chamber geometry, and mitral regurgitation in chronic heart failure. *Am J Cardiol*. 1999;83(8):1201-5.
24. Yu CM, Gorcsan J 3rd, Bleeker GB, Zhang Q, Schalij MJ, Suffoletto MS, et al. Usefulness of tissue Doppler velocity and strain dyssynchrony for predicting left ventricular reverse remodeling response after cardiac resynchronization therapy. *Am J Cardiol*. 2007;100(8):1263-70.
25. Vieira ML, Oliveira WA, Cury AF, Cordovil A, Rodrigues ACT, Naccarato G, et al. Relação entre a análise bioquímica e ecocardiográfica tridimensional e bidimensional em pacientes com infarto do miocárdio com supradesnívelamento do segmento ST tratados por via percutânea. *Einstein*. 2010;8(1):53-61.

### Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

### Vinculação Acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.