

Comparação entre a Ecocardiografia 2D e 3D na Avaliação do Remodelamento Reverso após a TRC

Comparison between 2D and 3D Echocardiography in the Evaluation of Reverse Remodeling after CRT

Viviane Tiemi Hotta^{1,2}, Martino Martinelli Filho¹, Charles Mady¹, Wilson Mathias Jr¹, Marcelo Luiz Campos Vieira^{1,3}

Instituto do Coração (InCor) da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo¹, Fleury Medicina e Saúde², Hospital Israelita Albert Einstein³, São Paulo, SP - Brasil

Resumo

Fundamento: A ecocardiografia consiste em método muito útil para seleção e avaliação de resposta à terapia de ressincronização cardíaca (TRC). O ecocardiograma tridimensional já tem seu papel estabelecido na avaliação dos volumes ventriculares e fração de ejeção ventricular esquerda (FEVE) com excelente correlação de resultados quando comparado à ressonância nuclear magnética (RNM).

Objetivo: Comparar a avaliação dos volumes ventriculares (VDVE, VSVE), FEVE e massa do VE antes e após a TRC pela ecocardiografia bi (Eco 2D) e tridimensional (Eco 3D).

Métodos: Foram avaliados 24 pacientes com insuficiência cardíaca (IC), classe funcional (CF) III ou IV (NYHA), ritmo sinusal QRS ≥ 120 ms, em vigência de terapêutica otimizada para IC submetidos a TRC. Foram realizados eletrocardiograma (ECG), avaliação clínica, Eco 2D e 3D antes, três e seis meses após a TRC. A comparação entre as técnicas foi realizada utilizando-se a correlação de Pearson (r).

Resultados: No momento basal, a correlação entre os métodos foi de 0,96 para avaliação do VDVE, 0,95 para avaliação do VSVE, 0,87 para FEVE, e 0,72 para massa do VE. Após três meses da TRC, a correlação entre os métodos para análise do VDVE foi de 0,96, 0,95 para VSVE, 0,95 para FEVE, e 0,77 para massa do VE. Após seis meses da TRC, a correlação entre o Eco 2D e 3D para análise do VDVE foi de 0,98, 0,91 para VSVE, 0,96 para FEVE, e 0,85 para massa do VE.

Conclusão: Neste estudo foi observada redução dos VDVE, VSVE, além de melhora da FEVE após a TRC. Houve excelente correlação entre o Eco 2D e o 3D para avaliação dos volumes ventriculares e FEVE, e boa correlação entre os métodos para avaliação da massa ventricular esquerda antes e após a TRC. (Arq Bras Cardiol 2011; 97(2) : 111-121)

Palavras-chave: Ecocardiografia, ecocardiografia tridimensional, volume sistólico, disfunção ventricular esquerda.

Abstract

Background: Echocardiography is a useful method for screening and assessing response to cardiac resynchronization therapy (CRT). 3D echocardiography has already established its role in the evaluation of ventricular volumes and ejection fraction (LVEF) with excellent correlation of results when compared with magnetic resonance imaging (MRI).

Objective: To compare the evaluation of ventricular volumes (LVDV, LVSV), LVEF, and LV mass before and after CRT by 2D echocardiography and three-dimensional echocardiography.

Methods: We evaluated 24 patients with heart failure (HF), functional class (FC) III or IV (NYHA), sinus rhythm QRS ≥ 120 ms, during an optimized therapy for HF undergoing CRT. We conducted electrocardiogram (ECG), clinical evaluation, 2D and 3D echocardiography before, three and six months after CRT. The comparison between the techniques was performed using Pearson's correlation (r).

Results: At baseline, the correlation between methods was 0.96 for evaluation of LVDV, 0.95 for evaluation of LVSV, 0.87 for LVEF and 0.72 for LV mass. After three months of CRT, the correlation between methods for analysis of LVDV was 0.96, 0.95 for LVSV, 0.95 for LVEF, and 0.77 for LV mass. After six months of CRT, the correlation between 2D and 3D echocardiography for analysis of LVDV was 0.98, 0.91 for LVSV, 0.96 for LVEF, and 0.85 for LV mass.

Conclusion: This study reported a reduction of LVDV, LVSV, besides improvement in LVEF after CRT. There was an excellent correlation between the 2D and 3D echocardiography for evaluation of ventricular volumes and LVEF, and a good correlation between methods for evaluation of left ventricular mass before and after CRT. (Arq Bras Cardiol 2011; 97(2) : 111-121)

Keywords: Echocardiography; echocardiography, three-dimensional; stroke volume; ventricular dysfunction, left.

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

Correspondência: Viviane Tiemi Hotta •

Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44 - Cerqueira César - 05403-000 - São Paulo, SP - Brasil

E-mail: viviane.hotta@fleury.com.br, vivianeth@uol.com.br

Artigo recebido em 22/09/10; revisado recebido em 08/11/10; aceito em 28/01/11.

Introdução

A ecocardiografia consiste em método muito útil para seleção e avaliação de resposta à terapia de ressincronização cardíaca (TRC) para pacientes com insuficiência cardíaca (IC) grave e distúrbio da condução ventricular¹⁻⁴. O ecocardiograma tridimensional (Eco 3D) já tem seu papel estabelecido na avaliação dos volumes ventriculares e fração de ejeção ventricular esquerda (FEVE) com excelente correlação de resultados quando comparado à ressonância magnética cardíaca^{5,6}. Em relação ao ecocardiograma bidimensional (Eco 2D), o Eco 3D apresenta maior proximidade à anatomia real em razão da ausência de inferências geométricas.

Uma vez que o Eco 2D tem maior disponibilidade e tem sido o método mais utilizado para o acompanhamento desses pacientes, demonstramos nesse estudo sua correlação com o Eco 3D na avaliação dos volumes ventriculares (volume diastólico final do ventrículo esquerdo e volume sistólico final do ventrículo esquerdo), fração de ejeção e massa ventricular esquerda antes e após a TRC.

Métodos

Foi realizado estudo prospectivo e observacional, no período de 1/1/2007 a 1/6/2009. O projeto foi aprovado pela Comissão Científica e de Ética do InCor - HCFMUSP, pela Comissão de Ética para a Análise de Projetos de Pesquisa (CAPPesq), da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo. Este estudo apresenta os resultados parciais de tese de doutorado, realizada no período descrito, baseando-se em uma amostra de conveniência.

Foram estudados pacientes com diagnóstico de miocardiopatia de etiologia não isquêmica que preenchessem os seguintes critérios:

1. Idade entre 18 e 75 anos;
2. Tratamento medicamentoso otimizado na dose máxima tolerada pelo paciente por pelo menos um mês antes da inclusão no estudo;
3. Ritmo sinusal;
4. QRS \geq 120 ms ao ECG de 12 derivações;
5. FEVE $<$ 0,35 (medida ao ecocardiograma bidimensional pelo método de Simpson);
6. Diâmetro diastólico final do ventrículo esquerdo (DDVE) $>$ 55 mm;
7. Presença de sinais e sintomas de IC classe funcional (CF) III ou IV (NYHA).

Os pacientes com idade maior que 40 anos e fatores de risco para doença arterial coronariana foram submetidos à realização de cineangiogramia para exclusão de etiologia isquêmica.

Foram considerados critérios de exclusão: 1) imagem ecocardiográfica inadequada à análise tridimensional; o bloco do exame tridimensional foi considerado inadequado para a análise quando dois ou mais segmentos não foram visibilizados; 2) presença de artefatos de translação cardíaca; 3) fibrilação atrial ou de grande irregularidade do ritmo cardíaco pré-TRC; 4) pacientes impossibilitados de permanecer em pequeno período de apneia (15 a 20 segundos) para aquisição das

imagens ecocardiográficas tridimensionais; 5) morte antes de completar pelo menos a primeira reavaliação (aos três meses após TRC).

Os pacientes que preencheram os critérios de inclusão foram encaminhados ao implante de marca-passo atrioventricular (MPaBiv). Antes da alta hospitalar, os pacientes foram submetidos a avaliação ecocardiográfica, para programação do intervalo atrioventricular (IAV) ótimo, por meio da fórmula de Ritter^{7,8}.

Após a alta hospitalar, a programação eletrônica do MPaBiv foi reavaliada no décimo dia após implante do marca-passo e, após um e, também, três meses do implante, de acordo com a rotina da Unidade Clínica de Arritmia e Estimulação Cardíaca Artificial do InCor. O objetivo dessas avaliações foi garantir o funcionamento adequado dos MPaBiv, em cada paciente.

Foram realizados ECG, avaliação clínica, ecocardiograma bidimensional (2D), e tridimensional (3D) antes, três e seis meses após a TRC. Foram avaliados os seguintes parâmetros: volumes do ventrículo esquerdo (diastólico - VDVE, e sistólico - VSVE), fração de ejeção ventricular esquerda (FEVE) e massa ventricular esquerda.

Foram avaliados os blocos volumétricos de oito pacientes, incluídos no protocolo, para análise da variação intra e interobservador. Foram avaliadas as seguintes variáveis: volume diastólico e sistólico do ventrículo esquerdo, fração de ejeção ventricular esquerda, obtidos pela análise tridimensional. Para a análise intraobservador, foram realizadas duas análises do mesmo bloco volumétrico, por um mesmo observador, com intervalo mínimo de um mês entre as leituras.

Análise clínica

Todos os pacientes foram submetidos a uma avaliação clínica composta por anamnese, exame físico, realização de eletrocardiograma de 12 derivações, e classificação da classe funcional segundo classificação da NYHA (*New York Heart Association*), além de avaliação da qualidade de vida pelo "Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire" (MLHFQ).

A classe funcional pela classificação da NYHA estratifica o grau de limitação imposto pela IC nas atividades cotidianas do paciente. Essa classificação, além de possuir caráter funcional, é também uma maneira de avaliar a qualidade de vida ante a IC². Já o MLHFQ é composto por 21 perguntas que avaliam como o paciente percebe os efeitos da doença e do seu tratamento em sua vida diária. As questões enfocam sintomas como dispnéia, fadiga, edema, assim como o estado psicológico e o impacto da doença na rotina diária e laborativa⁹.

Análise ecocardiográfica

Os estudos ecocardiográficos foram realizados com o equipamento iE33 Philips Medical Systems, Andover, MA, EUA. Foram realizados os estudos ecocardiográficos bidimensional, análise de fluxos cardíacos pelo estudo Doppler e avaliação tridimensional em tempo real. As imagens foram adquiridas nos planos paraesternal longitudinal de câmaras esquerdas, transversal e apical 2, 3 e 4 câmaras, de acordo com padronização da Sociedade Americana de Ecocardiografia¹⁰.

Análise bidimensional

Foram avaliados os seguintes parâmetros nos estudos ecocardiográficos: 1) diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo e diâmetro sistólico do ventrículo esquerdo em projeção paraesternal longitudinal de câmaras esquerdas; 2) volume diastólico final do ventrículo esquerdo (VDVE) (método de Simpson); 3) volume sistólico final do ventrículo esquerdo (VSVE) (método de Simpson); 4) FEVE (método de Simpson); 5) avaliação do fluxo mitral para a análise da diástole ventricular com o emprego do estudo Doppler pulsado.

Análise tridimensional

Os pacientes foram posicionados em decúbito lateral esquerdo e foi utilizado transdutor matricial X3, compatível com o equipamento iE33, Philips Medical Systems. As imagens tridimensionais, em tempo real, foram adquiridas em apneia expiratória (15 a 20 segundos), com a observação do ciclo cardíaco a partir do registro eletrocardiográfico. Para a avaliação dos volumes ventriculares e FEVE, os ajustes de ganho e compressão foram realizados de forma a permitir a obtenção de imagens de boa qualidade técnica e identificação clara das bordas endocárdicas.

A obtenção do bloco volumétrico (*Full Volume*) foi feita a partir da aquisição de quatro pequenos subvolumes, em ciclos cardíacos consecutivos, que, combinados, fornecem um bloco piramidal de maior volume (110° x 100°). Em cada aquisição, os ajustes foram feitos de modo que a totalidade do volume ventricular esquerdo estivesse contida no bloco avaliado.

Os VDVE, VSVE, e FEVE foram avaliados, posteriormente, em estação de trabalho equipada com programa específico (Q-Lab, versões 5.0. e 6.0., Philips Medical System, Andover, MA, EUA) por um algoritmo semiautomático para a identificação das bordas endocárdicas. Esse programa fornece, para cada quadro adquirido, a visão dos planos apical quatro câmaras, apical duas câmaras e transversal. Para a reconstrução volumétrica do VE, são identificados cinco pontos de referência. A partir desses pontos de referência, são identificadas as bordas endocárdicas para o cálculo automático de VDVE, VSVE e FEVE. Nos casos em que a detecção automática apresentou qualidade subótima (falha na identificação das bordas endocárdicas), foi realizada edição das imagens.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada para as variáveis quantitativas contínuas, pelo cálculo dos valores mínimos, máximos, médias e desvios-padrão. As variáveis qualitativas foram apresentadas em números absolutos, e calculadas as frequências absolutas e relativas (porcentagem).

A comparação entre os parâmetros aferidos pela ecocardiografia bidimensional e tridimensional foi efetuada com o emprego de testes de regressão linear e correlação de Pearson (*r*). Foi realizada a análise da variação intraobservador e interobservador das medidas dos volumes diastólico e sistólico do ventrículo esquerdo, fração de ejeção ventricular esquerda, por meio do cálculo do coeficiente de correlação de concordância.

Foram utilizados o Excel (2007), para a tabulação e organização dos resultados, e um programa computacional para realização da análise estatística (SPSS versão 13.0, Chicago, IL, EUA).

Resultados

Foram avaliados 63 pacientes que preencheram os critérios de inclusão no período de 1/1/2007 a 1/6/2009. Este trabalho apresenta parte dos resultados de tese de doutorado (1/6/2006 a 18/6/2010), e os pacientes foram selecionados no período de coleta dos dados para a tese. Dos 63 pacientes avaliados no período, apenas 35 foram encaminhados à TRC. Desses, oito pacientes evoluíram a óbito antes da primeira reavaliação e foram excluídos da análise, uma vez que o objetivo do estudo era a avaliação do remodelamento reverso.

Dos oito óbitos que ocorreram antes da primeira reavaliação aos três meses: um paciente necessitou de transplante cardíaco, evoluindo a óbito após o transplante por complicações infecciosas; um paciente apresentou parada cardiorrespiratória (AESP - atividade elétrica sem pulso) no centro cirúrgico, sendo reanimado com sucesso e transferido para UTI após o procedimento, porém faleceu por choque cardiogênico; um paciente faleceu por choque séptico, secundário a infecção de loja de marca-passo; cinco pacientes faleceram por insuficiência cardíaca congestiva refratária. A decisão de encaminhar o paciente à TRC foi realizada, em conjunto, pelas equipes do marcapasso e miocardiopatias do InCor.

Assim, durante o período do estudo, foram avaliados 35 pacientes submetidos ao implante de MPaBiv. Ocorreram oito óbitos, antes dos três meses de reavaliação. Dos 27 pacientes restantes, dois foram excluídos por imagem ecocardiográfica inadequada, e uma paciente recusou a realização dos exames de acompanhamento, após a TRC. Dessa forma, 24 pacientes realizaram reavaliação antes, três e seis meses após a TRC (figura 1). Todos os pacientes concordaram em participar do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

A média etária dos 27 pacientes analisados foi de 58,9 ± 9,7 anos, sendo 10/27 (37%) dos pacientes do sexo masculino e 17/27 (63%) do sexo feminino. A etiologia da miocardiopatia foi idiopática, na maioria dos pacientes (24/27 pacientes; 89%), e chagásica em 3/27 pacientes (11%). A maioria dos pacientes (21/27 pacientes; 77,8%) era portadora de hipertensão arterial sistêmica, enquanto 6/27 pacientes (22,2%) apresentavam antecedente de diabetes melito (tab. 1).

Em relação ao tratamento medicamentoso, 26/27 pacientes (96,3%) estavam em uso de inibidores da enzima de conversão da angiotensina (iECAs) ou bloqueadores do receptor da angiotensina II (BRAs); 26/27 pacientes (96,3%), em uso de betabloqueadores e diuréticos; 25/27 pacientes (92,3%), em uso de espironolactona; e 16/27 pacientes (59,3%), em uso de digoxina. O tratamento foi mantido, sem alterações, durante todo o período de seguimento (tab. 1).

Com relação à evolução clínica, após três meses da TRC, houve melhora da CF (NYHA), $p < 0,001$, de pelo menos um grau em 18/24 (75%) dos pacientes e manutenção da CF em 6/24 (25%) dos pacientes. Aos seis meses após a

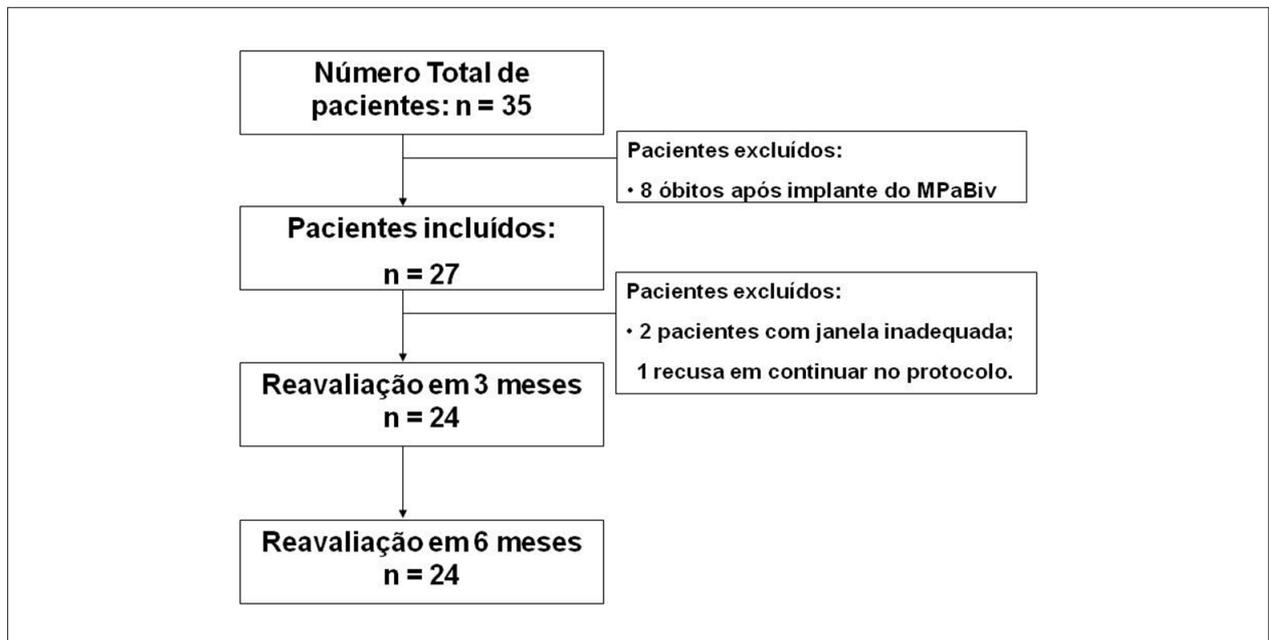


Fig. 1 - Fluxograma.

Tabela 1 - Características clínicas da amostra total do estudo

Características	Total (n = 27) %
Idade (média ± DP)	58,9 ± 9,7 anos
Sexo	
Masculino	10 (37%)
Feminino	17 (63%)
Etiologia	
Idiopática	24 (89%)
Chagásica	3 (11%)
Hipertensão arterial	21 (77,8%)
Diabete melito	6 (22,2%)
Tratamento medicamentoso	
iECAs ou BRAs	26 (96,3%)
Betabloqueadores	26 (96,3%)
Espironolactona	25 (92,3%)
Diuréticos	26 (96,3%)
Digoxina	16 (59,3%)

iECAs - inibidores da enzima de conversão do angiotensinogênio; BRA - bloqueadores do receptor de angiotensina.

TRC, 19/24 (79%) mantiveram a melhora na CF (NYHA) e 5/24 (21%) não apresentaram alterações da CF, $p < 0,001$ (fig. 2A). Também foi evidenciada melhora da qualidade de vida, avaliada pelo escore de Minnesota (MLHFQ), aos três meses após TRC, em 21/24 (88%) dos pacientes, piora em 1/24 (4%), e 2/24 (8%) dos pacientes não apresentaram alterações ($p < 0,001$). Aos seis meses após a TRC, 20/24 (83%) dos pacientes apresentaram melhora do MLHFQ,

3/24 (13%) apresentaram piora e 1/24 (4%) paciente não apresentou alterações, $p < 0,001$ (fig. 2B).

A análise dos volumes ventriculares pelo modo bidimensional, por meio do método de Simpson (VDVE: 283 ± 117 ml; VSVE: 219 ± 93 ml no momento basal), revelou redução dos volumes ventriculares diastólico e sistólico do ventrículo esquerdo (VDVE: 262 ± 124 ml, $p = 0,018$; VSVE: 196 ± 105 ml, $p = 0,007$) após três meses da TRC. Essa redução manteve-se na avaliação após seis meses da TRC (VDVE: 256 ± 137 ml, $p = 0,038$; VSVE: 185 ± 114 ml, $p = 0,027$) (tab. 2; fig. 3 e 4).

A fração de ejeção ventricular esquerda ($0,23 \pm 0,05$), avaliada pelo método de Simpson, também apresentou melhora aos três meses ($0,28 \pm 0,07$, $p = 0,028$) após TRC, e a qual se manteve aos seis meses ($0,28 \pm 0,10$, $p = 0,006$), após TRC (tab. 2) (fig. 5).

A análise pelo Eco 3D evidenciou médias e desvio-padrão dos volumes ventriculares diastólico e sistólico de 252 ± 105 ml e 194 ± 86 ml, respectivamente, no momento basal. Após a TRC, houve redução não significativa dos volumes ventriculares, avaliados ao Eco 3D. Aos três meses após TRC, houve redução de 25 ml (10%) da média dos valores de VDVE e de 26 ml (13%) da média dos valores de VSVE, em relação ao momento basal (VDVE: 227 ± 113 ml, $p = 0,187$; VSVE: 168 ± 95 ml, $p = 0,065$). Aos seis meses após TRC, a redução do VDVE foi de 13 ml (5%) e de 6 ml (6%) do VSVE, em relação ao momento basal (VDVE: 239 ± 129 ml, $p = 0,163$; VSVE: 183 ± 115 ml, $p = 0,347$) (tab. 2; fig. 2 e 3). Com relação à FEVE, houve melhora (21,7%), em relação ao momento basal (FEVE: $0,23 \pm 0,05$), evidenciada aos três meses, após TRC (FEVE: $0,28 \pm 0,07$, $p = 0,008$) e que se manteve aos seis meses (FEVE: $0,28 \pm 0,10$; $p = 0,033$) (tab. 2; fig. 5).

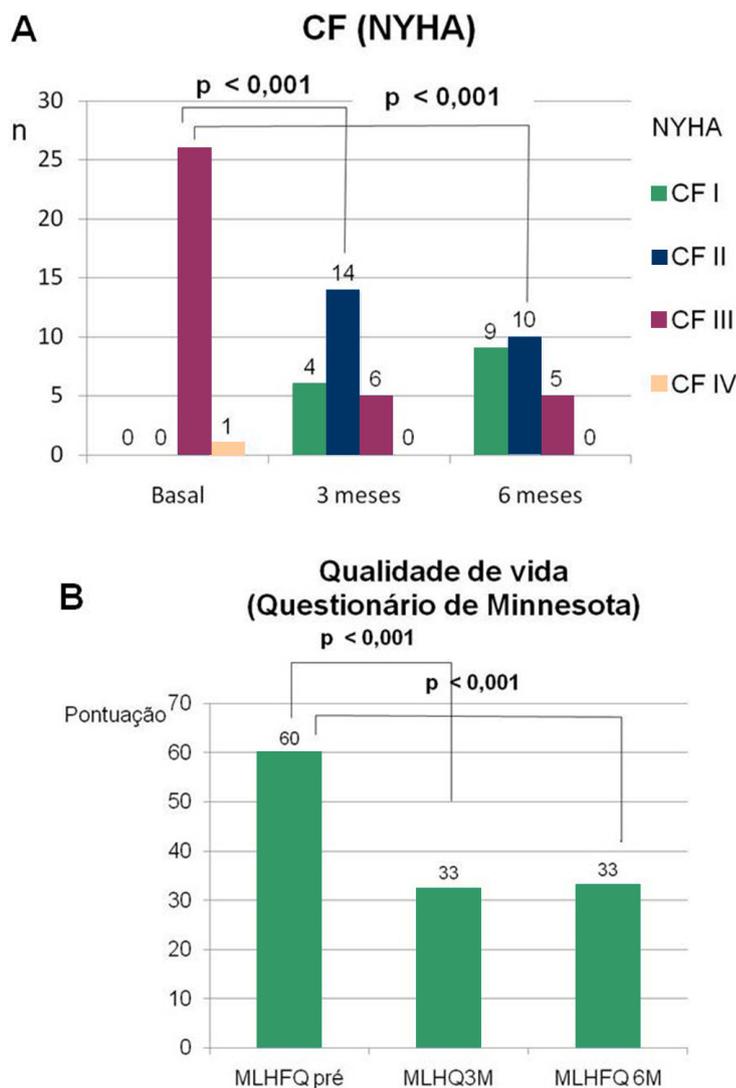


Fig. 2 - A) Evolução da CF (NYHA) nos períodos basal (pré-TRC), três e seis meses após implante de MPaBiv. Após TRC, houve melhora da CF na maioria dos pacientes. No momento basal, a maioria dos pacientes encontrava-se em CF III ou IV. Aos três meses de TRC, a maioria dos pacientes encontra-se em CF I e II (NYHA). A melhora foi mantida aos seis meses de reavaliação. **B)** As médias dos escores de qualidade de vida avaliadas pelo MLHFQ nos momentos basal, três e seis meses após TRC são representadas. Observa-se melhora significativa da qualidade de vida a partir dos três meses ($p < 0,001$), a qual é mantida aos seis meses de reavaliação ($p < 0,001$).

Não houve variação da massa ventricular esquerda aos três meses ($p = 0,511$ pelo Eco 3D) e seis meses ($p = 0,706$ ao Eco 2D, $p = 0,479$ ao Eco 3D), após a TRC (tab. 2).

No momento basal, a correlação entre os métodos foi de 0,96 para avaliação do VDVE, 0,95 para avaliação do VSVE, 0,87 para FEVE e 0,72 para massa do VE. Após três meses da TRC, a correlação entre o Eco 2D e 3D para análise do VDVE foi de 0,96, 0,95 para VSVE, 0,95 para FEVE e 0,77 para massa do VE. Após seis meses da TRC, a correlação entre o Eco 2D e 3D para análise do VDVE foi de 0,98, 0,91 para VSVE, 0,96 para FEVE e 0,85 para massa do VE (fig. 6 e 7).

Com relação à avaliação da variação intra e interobservador pelo Eco 3D, o coeficiente de correlação de concordância

(CCC) da análise do VDVE intraobservador foi de 0,95 (95% Intervalo de confiança: 0,80 a 0,99) e o do interobservador foi de 0,95 (95% Intervalo de confiança: 0,77 a 0,99). O CCC da análise do VSVE intraobservador foi de 0,97 (95% Intervalo de confiança: 0,86 a 0,99) e o do interobservador foi de 0,95 (95% Intervalo de confiança: 0,81 a 0,99). O CCC da análise da FEVE intraobservador foi de 0,97 (95% Intervalo de confiança: 0,86 a 0,99) e o do interobservador foi de 0,92 (95% Intervalo de confiança: 0,71 a 0,98).

Discussão

Em pacientes com IC avançada, a dilatação ventricular esquerda importante é considerada fator independente de

Tabela 2 - Evolução da amostra total do estudo

Parâmetro	Basal (pré TRC) (n = 27)	3 meses (após TRC) (n = 21)	p	6 meses (após TRC) (n = 24)	p
Escore de Minnesota	60 ± 21	33 ± 21	<0,001	33 ± 24	<0,001
Classe funcional					
I	0 (0%)	4 (19%)	<0,001	9 (37%)	<0,001
II	0 (0%)	12 (57%)		10 (42%)	
III	26 (96%)	5 (24%)		5 (21%)	
IV	1 (4%)	0 (0%)		0 (0%)	
ECG					
FC (bpm)	72 ± 13	70 ± 8	NS	68 ± 8	NS
Intervalo PR (ms)	204 ± 36	164 ± 37	<0,001	155 ± 20	<0,001
Duração do QRS (ms)	164 ± 23	153 ± 33	0,075	146 ± 28	0,003
BRE	96,3% (1)				
DDVE (2D) (mm)	74 ± 9	72 ± 12	NS	72 ± 13	NS
DSVE (2D) (mm)	67 ± 7	64 ± 13	NS	65 ± 13	NS
VDVE (2D) (ml)	283 ± 117	262 ± 124	0,018	256 ± 137	0,038
VSVE (2D) (ml)	219 ± 93	196 ± 105	0,007	185 ± 114	0,027
FEVE (2D)	0,23 ± 0,05	0,27 ± 0,08	0,028	0,28 ± 0,10	0,006
VDVE (3D) (ml)	252 ± 105	227 ± 113	0,187	239 ± 129	0,163
VSVE (3D) (ml)	194 ± 86	168 ± 95	0,065	183 ± 115	0,347
FEVE (3D)	0,23 ± 0,05	0,28 ± 0,07	0,008	0,28 ± 0,10	0,033
Massa (2D)(g)	188 ± 51	173 ± 51	0,024	177 ± 48	0,706
Massa (3D) (g)	252 ± 66	263 ± 110	0,511	263 ± 108	0,479

ECG - eletrocardiograma; FC - frequência cardíaca; DDVE - Diâmetro diastólico final do ventrículo esquerdo; VDVE - volume do ventrículo esquerdo diastólico; VSVE - volume do ventrículo esquerdo sistólico; FEVE - fração de ejeção do VE; DSVE - diâmetro sistólico do ventrículo esquerdo.

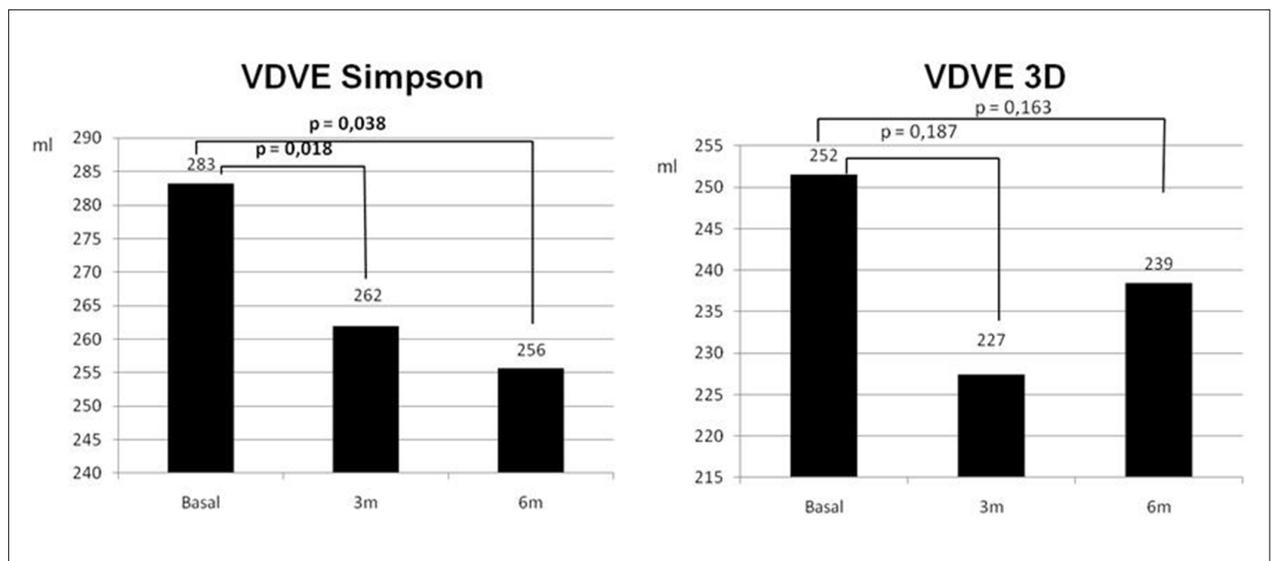


Fig. 3 - Avaliação dos VDVE nos momentos basal, três e seis meses após TRC pelo método de Simpson (à esquerda) e Eco 3D (à direita).

pior prognóstico¹¹. Pacientes com miocardiopatia dilatada idiopática e dilatação ventricular importante apresentam diminuição da reserva de fluxo coronariano, detectada em

estudos de perfusão miocárdica com técnicas de medicina nuclear e pela ecocardiografia sob estresse farmacológico com dipiridamol¹²⁻¹⁴. Esses achados estão associados ao maior

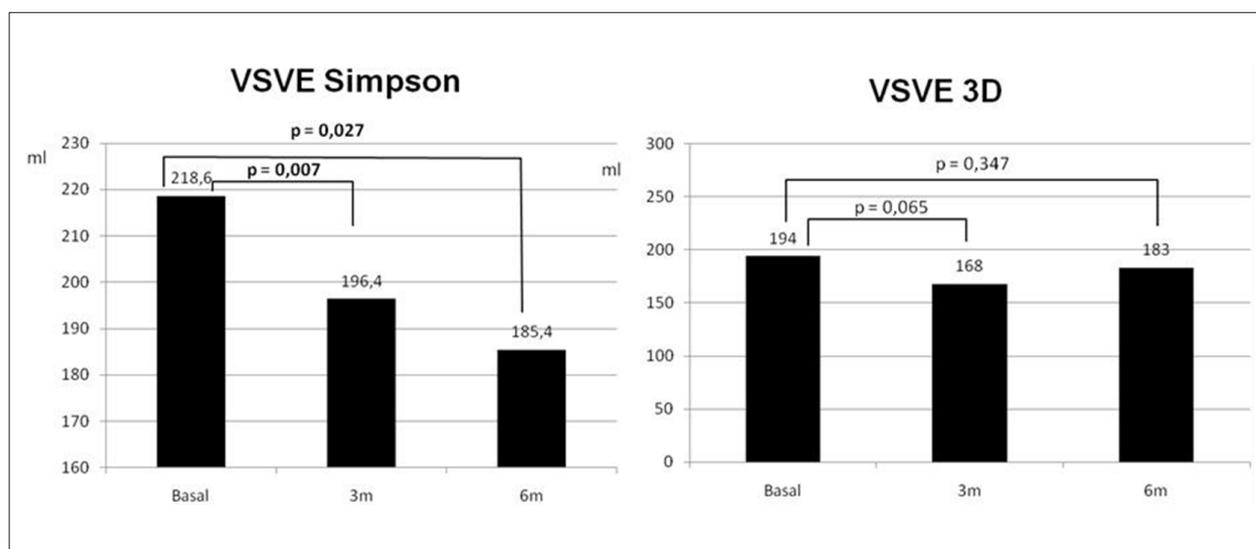


Fig. 4 - Avaliação dos VSVE nos momentos basal, três e seis meses após TRC pelo método de Simpson (à esquerda) e Eco 3D (à direita).

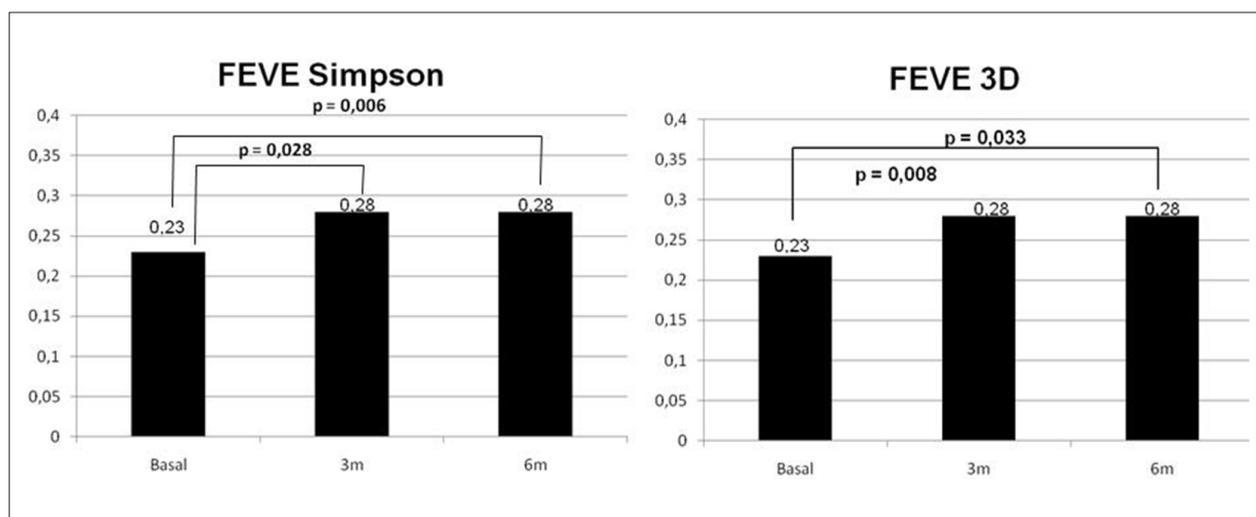


Fig. 5 - Avaliação da FEVE nos momentos basal, três e seis meses após TRC pelo método de Simpson (à esquerda) e pelo Eco 3D (à direita).

estresse sistólico na parede ventricular esquerda e a áreas de consumo anormal de oxigênio sugerindo a presença de isquemia e pior prognóstico nestes pacientes.

Portanto, pacientes com IC grave e dilatação ventricular importante, evidenciada pelo aumento do DDVE e dos volumes ventriculares, podem apresentar pior resposta à TRC em razão de menor reserva de fluxo coronariano e de presença de áreas com padrão anormal do consumo de oxigênio. A avaliação do grau de dilatação ventricular analisada pela ecocardiografia 2D e 3D no momento basal fornece informações importantes a respeito da evolução dos pacientes após a TRC. Assim, sabe-se da importância da avaliação dos VSVE e VDVE antes da TRC.

Em estudo de Antônio e cols.¹⁵, pacientes em fases mais precoces de miocardiopatia e menores alterações na geometria ventricular apresentaram maior probabilidade de resposta com a TRC. Adicionalmente, a avaliação das

alterações volumétricas após a TRC fornece informações preditivas importantes a respeito dos desfechos clínicos na evolução natural da doença, conforme demonstrado inicialmente por Yu e cols.¹⁶ e confirmado em estudo recente de Ypenburg e cols.¹⁷. Dados a respeito da utilização de terapias farmacológicas enfatizam a importância do remodelamento reverso ventricular esquerdo no prognóstico em longo prazo, tornando, dessa forma, essa variável muito útil como marcador de melhora clínica. No estudo de Ypenburg e cols.¹⁷, a extensão do remodelamento reverso apresentou ainda correlação com o prognóstico em longo prazo: quanto maior a taxa de remodelamento reverso, melhor a evolução clínica e vice-versa.

O valor da ecocardiografia tridimensional na avaliação dos volumes ventriculares, fração de ejeção e massa ventricular esquerda já foi comprovado em diversos estudos, com excelente correlação de resultados quando comparado à ressonância

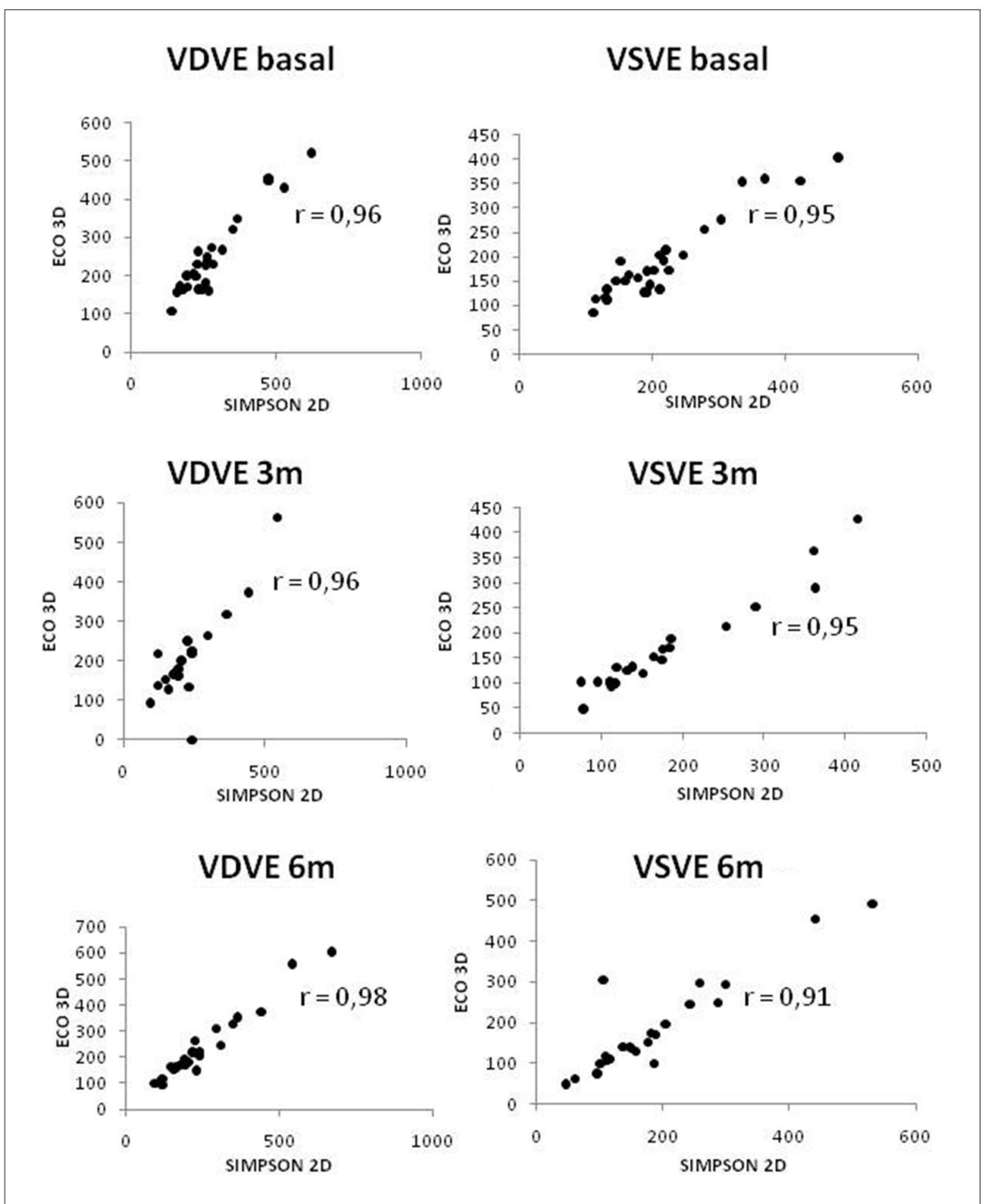


Fig. 6 - A comparação entre os métodos de Simpson (Eco 2D) e Eco 3D para a avaliação dos volumes ventriculares é mostrada a seguir. Houve ótima correlação entre os dois métodos para a avaliação do VDVE e VSVE nos momentos basal, três e seis meses após a TRC.

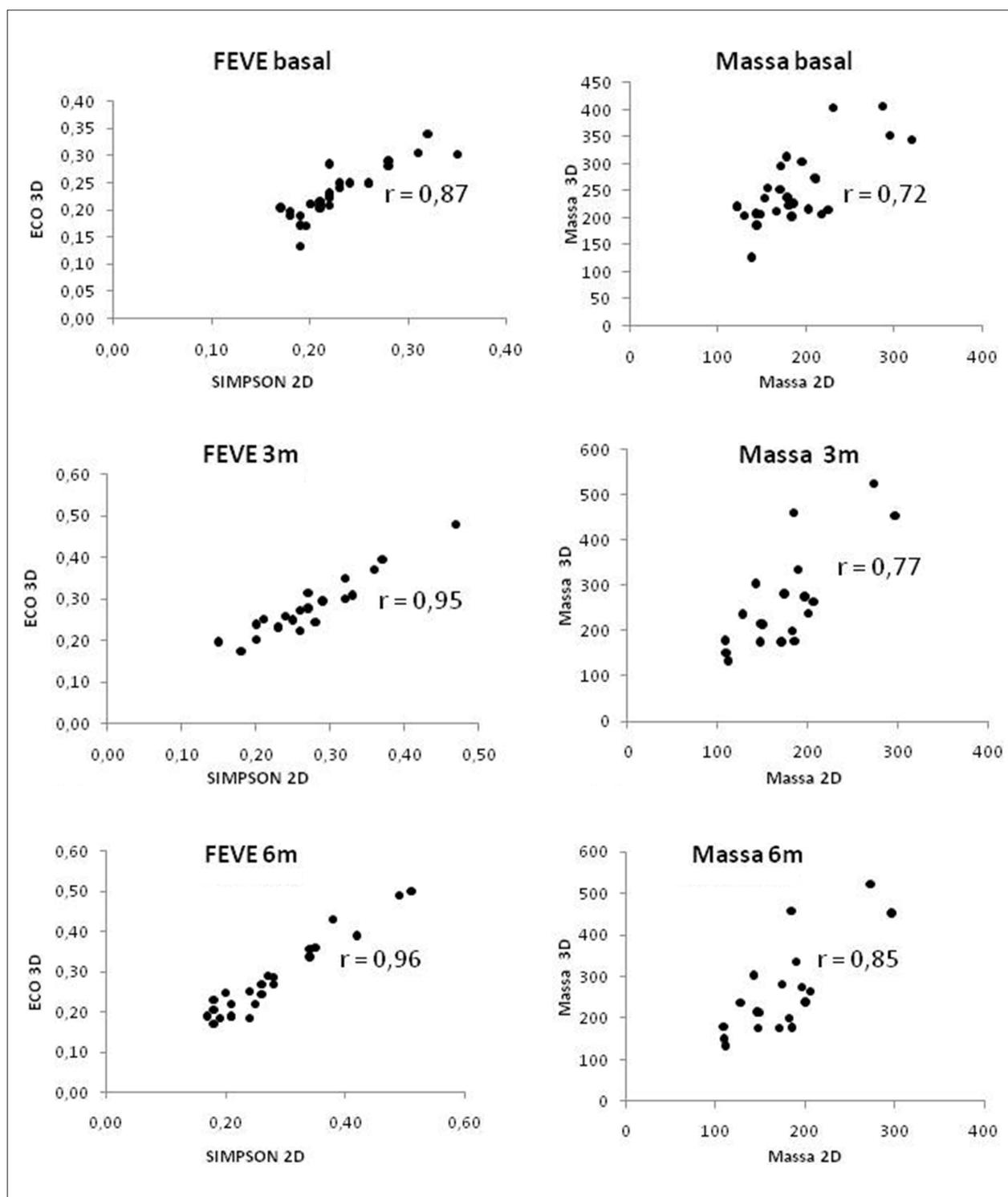


Fig. 7 - São representadas as correlações entre a FEVE avaliada pelo Eco 2D e Eco 3D. Houve excelente correlação (r) entre os dois métodos em todos os momentos de avaliação (à esquerda). Houve também boa correlação entre a massa do VE avaliada nos momentos avaliados (basal, três e seis meses após TRC) (à direita).

magnética cardíaca^{5,6}. A aquisição dos blocos volumétricos, por meio do Eco 3D, para avaliação desses parâmetros, pode ser realizada rapidamente, com a utilização de um transdutor matricial, e a quantificação dos dados, por um operador treinado e experiente, dura em média de seis a oito minutos^{18,19}.

Desse modo, o Eco 3D constitui-se em uma ferramenta muito útil na avaliação ecocardiográfica, aumentando a precisão dos cálculos dos volumes, FEVE e massa ventricular esquerda, sem aumentar de maneira significativa a duração do exame. Porém, atualmente, o Eco 3D ainda não é

amplamente disponível, requer equipamentos e programas computacionais específicos para a quantificação dos dados, além de exigir treinamento adequado para a aquisição de blocos volumétricos de boa qualidade técnica.

A ecocardiografia bidimensional, por sua vez, é amplamente disponível e tem sido o método mais utilizado na avaliação de pacientes candidatos à TRC e na avaliação da resposta após essa terapêutica.

Neste estudo, foi comparada a avaliação dos dados a respeito da morfologia e função ventricular esquerda pelo Eco 2D e 3D, no momento pré-TRC, o que auxilia na seleção dos candidatos a TRC, e três e seis meses após a TRC, a fim de se avaliar a resposta ao tratamento.

A avaliação dos volumes ventriculares após a TRC é importante no reconhecimento do remodelamento reverso ventricular esquerdo, definido como redução dos volumes diastólico e sistólico do ventrículo esquerdo e melhora da FEVE. A identificação do remodelamento reverso pela ecocardiografia tem importância prognóstica, uma vez que a resposta volumétrica tem apresentado melhor valor preditivo de sobrevida livre de eventos e mortalidade, quando comparada com a resposta clínica avaliada pela melhora da classe funcional (NYHA) e da qualidade de vida^{16,20}. Uma vez comprovada a superioridade do Eco 3D, em relação ao Eco 2D, na avaliação dos volumes ventriculares, massa e FEVE, é fundamental avaliar a concordância entre essas duas técnicas, pois o Eco 2D é o método mais utilizado em pacientes submetidos a TRC.

Os volumes ventriculares (VDVE e VSVE) avaliados tanto pelo método de Simpson como pelo Eco 3D fornecem informações adicionais à seleção dos pacientes e à taxa de resposta à TRC. A melhora e o grau de melhora da FEVE avaliada após a TRC apresentam boa correlação com a melhora na evolução clínica dos pacientes submetidos à TRC. Segundo Di Biase e cols.²¹, o aumento de seis pontos ou mais na FEVE aos três meses após a TRC apresenta taxa ao redor de 66% livre de eventos em cinco anos de seguimento.

Neste estudo, houve melhora significativa da FEVE avaliada por ambos os métodos (Simpson e Eco 3D) três meses após a TRC e que se manteve aos seis meses da TRC na amostra total do estudo. Houve ainda excelente correlação entre os métodos para a aferição volumétrica ventricular esquerda durante todas as fases do estudo, o que demonstra a utilidade da ecocardiografia bidimensional no acompanhamento e avaliação do remodelamento reverso dos pacientes submetidos a TRC, enquanto o Eco 3D não é parte da avaliação ecocardiográfica na prática clínica diária.

A avaliação da massa do VE pelo Eco 3D é superior ao Eco 2D, quando comparada à RMC. É importante notar que apesar da boa correlação entre os Ecos 2D e 3D para avaliação da massa, o Eco 3D é mais acurado, justificando seu uso quando disponível. Porém, apesar da superioridade do Eco 3D para avaliação dos volumes, massa e função ventricular esquerda em relação ao Eco 2D (quando comparados à RMC, que é atualmente o método padrão de referência para essas análises), o Eco 2D é o método mais utilizado na prática clínica por sua disponibilidade e custo. Dessa forma, os resultados deste estudo, ao demonstrar a excelente correlação entre os

métodos (Ecos 2D e 3D), torna o Eco 2D um método confiável para a avaliação do remodelamento reverso após a TRC.

Limitações do estudo

Houve discreto aumento do volume ventricular entre os três e seis meses após a TRC, detectado ao Eco 3D. Acreditamos que esse achado ainda seja decorrente das limitações inerentes à tecnologia atual dos equipamentos de Eco 3D. Os pacientes incluídos neste estudo apresentavam valores muito altos de DDVE e dilatação importante dos volumes ventriculares, o que dificultou a inclusão de todo o ventrículo esquerdo na aquisição do bloco tridimensional. Apesar de terem sido excluídos os blocos com impossibilidade de avaliação de dois ou mais segmentos miocárdicos, a dificuldade na avaliação da parede lateral ao plano coronal e das paredes inferior e anterior, no plano sagital, podem ter limitado o cálculo dos volumes ventriculares esquerdos ao Eco 3D. Além disso, limitações no grau de abertura do feixe ultrassônico e o baixo *frame rate* (20 a 30 volumes/segundo) do Eco 3D, também, podem ter resultado na diferença não significativa entre os volumes ventriculares esquerdos dos GI e GII, antes da TRC.

O Eco 3D, apesar de disponível há cerca de quatro décadas, ainda não chegou a seu formato definitivo e apresenta limitações físicas e em seu formato de apresentação em diferentes programas de aquisição, leitura e de interpretação. O desenvolvimento do Eco 3D irá sem dúvida permitir trabalhar em futuro próximo com pacientes que apresentem grandes dilatações ventriculares e que apresentem acentuada variação de ritmo cardíaco (fibrilação atrial) e ritmo respiratório.

Outra limitação refere-se à não utilização da ressonância magnética cardíaca na avaliação dos volumes ventriculares e FEVE para comparação com os Ecos 2D e 3D, uma vez que esse é o método considerado padrão de referência para essa finalidade.

Conclusão

Neste estudo, foi observada redução dos volumes diastólico e sistólico do ventrículo esquerdo, além de melhora da FEVE após a TRC. Houve excelente correlação entre os Ecos 2D e 3D para avaliação dos volumes ventriculares e fração de ejeção ventricular esquerda, e boa correlação entre os métodos para avaliação da massa ventricular esquerda antes e após a TRC.

Potencial conflito de interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de financiamento

O presente estudo foi parcialmente financiado pela SOCESP (Bolsa de estudos de julho 2009 a julho 2010).

Vinculação acadêmica

Este artigo é parte da tese de Doutorado de Viviane Tiemi Hotta pela Faculdade de Medicina da USP.

Referências

1. Jessup M, Abraham WT, Casey DE, Feldman AM, Francis GS, Ganiats TG, et al. 2009 focused update: ACCF/AHA Guidelines for the Diagnosis and Management of Heart Failure in Adults: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines: developed in collaboration with the International Society. *Circulation*. 2009;119(14):1977-2016.
2. Bocchi EA, Marcondes-Braga FG, Ayub-Ferreira SM, Rohde LE, Oliveira WA, Almeida DR, et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretriz brasileira de insuficiência cardíaca crônica. *Arq Bras Cardiol*. 2009;93(1 supl.1):1-71.
3. Bradley DJ, Bradley EA, Baughman KL, Berger RD, Calkins H, Goodman SN, et al. Cardiac resynchronization and death from progressive heart failure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *JAMA*. 2003;289(6):730-40.
4. Cleland JGF, Daubert JC, Erdmann E, Freemantle N, Gras D, Kappenberger L, et al. Cardiac Resynchronization-Heart Failure (CARE-HF) Study Investigators. The effect of cardiac resynchronization on morbidity and mortality in heart failure. *N Engl J Med*. 2005;352(15):1539-49.
5. 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.
6. Hotta VT, Cruz CBBV, Rassi DC, Vieira MLC, Mathias Jr W, Avila LFR, et al. Subvalvular mitral pseudoaneurysm evaluated by three-dimensional echo. *Echocardiography*. 2010;27(4):473-5.
7. Ritter P, Padeletti L, Gillio-Meina L, Gaggini G. Determination of the optimal atrioventricular delay in DDD pacing: comparison between echo and peak endocardial acceleration measurements. *Europace*. 1999;1(2):126-30.
8. Ritter P, Dib JC, Lelievre T. Quick determination of the optimal AV delay at rest in patients paced in DDD mode for complete AV block. *Eur J Cardiac Pacing Electrophysiol*. 1994;4:A163.
9. Carvalho VO, Guimarães GV, Carrara D, Bacal F, Bocchi EA. Validação da versão em português do Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire. *Arq Bras Cardiol*. 2009;93(1):39-44.
10. Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, Jacobs AK, Kaul S, Laskey WK, et al. Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart: a statement for healthcare professionals from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association. *Circulation*. 2002;105(4):539-42.
11. Lee TH, Hamilton MA, Stevenson LW, Moriguchi JD, Fonarow GC, Child JS, et al. Impact of left ventricular cavity size on survival in advanced heart failure. *Am J Cardiol*. 1993;72(9):672-6.
12. Neglia D, Michelassi C, Trivieri MG, Sambuceti G, Giorgetti A, Pratali L, et al. Prognostic role of myocardial blood flow impairment in idiopathic left ventricular dysfunction. *Circulation*. 2002;105(2):186-93.
13. Morales MA, Neglia D, L'Abbate A. Reduction of myocardial blood flow reserve in idiopathic dilated cardiomyopathy without overt heart failure and its relation with functional indices: an echo-Doppler and positron emission tomography study. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*. 2008;9(8):778-82.
14. van den Heuvel AF, van Veldhuisen DJ, van der Wall EE, Blanksma PK, Siebelink HM, Vaalburg WM, et al. Regional myocardial blood flow reserve impairment and metabolic changes suggesting myocardial ischemia in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol*. 2000;35(1):19-28.
15. António N, Teixeira R, Coelho L, Lourenço C, Monteiro P, Ventura M, et al. Identification of 'super-responders' to cardiac resynchronization therapy: the importance of symptom duration and left ventricular geometry. *Europace*. 2009;11(3):343-9.
16. Yu CM, Bleeker GB, Fung JW, Schalij MJ, Zhang Q, van der Wall EE, et al. Left ventricular reverse remodeling but not clinical improvement predicts long-term survival after cardiac resynchronization therapy. *Circulation*. 2005;112(11):1580-6.
17. Ypenburg C, van Bommel RJ, Borleffs CJ, Bleeker GB, Boersma E, Schalij MJ, et al. Long-term prognosis after cardiac resynchronization therapy is related to the extent of left ventricular reverse remodeling at midterm follow-up. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53(6):483-90.
18. 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.
19. Marsan NA, Bleeker GB, Ypenburg C, Ghio S, van de Veire NR, Holman ER, et al. Real-time three-dimensional echocardiography permits quantification of left ventricular mechanical dyssynchrony and predicts acute response to cardiac resynchronization therapy. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2008;19(4):392-9.
20. Bleeker GB, Bax JJ, Fung JW, van der Wall EE, Zhang Q, Schalij MJ, et al. Clinical versus echocardiographic parameters to assess response to cardiac resynchronization therapy. *Am J Cardiol*. 2006;97(2):260-3.
21. Di Biase L, Auricchio A, Sorgente A, Civello K, Klersy C, Faletra F, et al. The magnitude of reverse remodeling irrespective of aetiology predicts outcome of heart failure patients treated with cardiac resynchronization therapy. *Eur Heart J*. 2008;29(20):2497-505.