

Comparación entre la Ecocardiografía 2D y 3D en la Evaluación del Remodelado Reverso después de la TRC

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

Resumen

Fundamento: La ecocardiografía consiste en método muy útil para selección y evaluación de respuesta a la terapia de resincronización cardíaca (TRC). El ecocardiograma tridimensional ya tiene su papel establecido en la evaluación de los volúmenes ventriculares y fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI) con excelente correlación de resultados cuando es comparado a la resonancia nuclear magnética (RNM).

Objetivo: Comparar la evaluación de los volúmenes ventriculares (VDVI, VSVI), FEVI y masa del VI antes y después de la TRC por la ecocardiografía bi (Eco 2D) y tridimensional (Eco 3D).

Métodos: Fueron evaluados 24 pacientes con insuficiencia cardíaca (IC), clase funcional (CF) III o IV (NYHA), ritmo sinusal QRS \geq 120 ms, en vigencia de terapéutica optimizada para IC sometidos a TRC. Fueron realizados electrocardiograma (ECG), evaluación clínica, Eco 2D y 3D antes, tres y seis meses después de la TRC. La comparación entre las técnicas fue realizada utilizando la correlación de Pearson (r).

Resultados: En el momento basal, la correlación entre los métodos fue de 0,96 para evaluación del VDVI, 0,95 para evaluación del VSVI, 0,87 para FEVI, y 0,72 para masa del VI. Después de tres meses de la TRC, la correlación entre los métodos para análisis del VDVI fue de 0,96, 0,95 para VSVI, 0,95 para FEVI, y 0,77 para masa del VI. Después de seis meses de la TRC, la correlación entre el Eco 2D y 3D para análisis del VDVI fue de 0,98, 0,91 para VSVI, 0,96 para FEVI, y 0,85 para masa del VI.

Conclusión: En este estudio fue observada reducción de los VDVI, VSVI, además de mejora de la FEVI después de la TRC. Hubo excelente correlación entre el Eco 2D y el 3D para evaluación de los volúmenes ventriculares y FEVI, y buena correlación entre los métodos para evaluación de la masa ventricular izquierda antes y después de la TRC. (Arq Bras Cardiol 2011; 97(2) : 111-121)

Palabras clave: Ecocardiografía, ecocardiografía tridimensional, volumen sistólico, disfunción ventricular izquierda.

Introducción

La ecocardiografía consiste en método muy útil para selección y evaluación de respuesta a la terapia de resincronización cardíaca (TRC) para pacientes con insuficiencia cardíaca (IC) grave y trastorno de la conducción ventricular¹⁻⁴. El ecocardiograma tridimensional (Eco 3D) ya tiene su papel establecido en la evaluación de los volúmenes ventriculares y fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI) con excelente correlación de resultados cuando es comparado a la resonancia magnética cardíaca^{5,6}. En relación al ecocardiograma bidimensional (Eco 2D), el Eco 3D presenta mayor proximidad a la anatomía real en razón de la ausencia de inferencias geométricas.

Una vez que el Eco 2D tiene mayor disponibilidad y ha sido el método más utilizado para el control de esos pacientes, demostramos en este estudio su correlación con el Eco 3D en la evaluación de los volúmenes ventriculares (volumen diastólico final del ventrículo izquierdo y volumen sistólico final del ventrículo izquierdo), fracción de eyección y masa ventricular izquierda antes y después de la TRC.

Métodos

Fue realizado estudio prospectivo y observacional, en el período de 1/1/2007 a 1/6/2009. El proyecto fue aprobado por la Comisión Científica y de Ética del InCor - HCFMUSP, por la Comisión de Ética para el Análisis de Proyectos de Investigación (CAPPesq), de la Dirección Clínica del Hospital das Clínicas de la Universidad de São Paulo. Este estudio presenta los resultados parciales de tesis de doctorado, realizada en el período descrito, basándose en una muestra de conveniencia.

Fueron estudiados pacientes con diagnóstico de miocardiopatía de etiologías no isquémica que llenasen los siguientes criterios:

Correspondencia: 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

Artículo recibido el 22/09/10; revisado recibido el 08/11/10; aceptado el 28/01/11.

1. Edad entre 18 y 75 años;
2. Tratamiento medicamentoso optimizado en la dosis máxima tolerada por el paciente por al menos un mes antes de la inclusión en el estudio;
3. Ritmo sinusal;
4. QRS \geq 120 ms al ECG de 12 derivaciones;
5. FEVI $<$ 0,35 (medida al ecocardiograma bidimensional por el método de Simpson);
6. Diámetro diastólico final del ventrículo izquierdo (DDVE) $>$ 55 mm;
7. Presencia de señales y síntomas de IC clase funcional (CF) III o IV (NYHA).

Los pacientes con edad mayor de 40 años y factores de riesgo para enfermedad arterial coronaria fueron sometidos a la realización de cineangiografiografía para exclusión de etiología isquémica.

Fueron considerados criterios de exclusión: 1) imagen ecocardiográfica inadecuada al análisis tridimensional; el bloque del examen tridimensional fue considerado inadecuado para el análisis cuando dos o más segmentos no fueron visibilizados; 2) presencia de artefactos de translación cardíaca; 3) fibrilación atrial o de gran irregularidad del ritmo cardíaco pre-TRC; 4) pacientes imposibilitados de permanecer en pequeño período de apnea (15 a 20 segundos) para adquisición de las imágenes ecocardiográficas tridimensionales; 5) muerte antes de completar por lo menos la primera reevaluación (a los tres meses después de TRC).

Los pacientes que llenaron los criterios de inclusión fueron encaminados al implante de marcapasos atriobiventricular (MPaBiv). Antes del alta hospitalaria, los pacientes fueron sometidos a la evaluación ecocardiográfica, para programación del Intervalo Atrioventricular (IAV) óptimo, por medio de la fórmula de Ritter^{7,8}.

Después del alta hospitalaria, la programación electrónica del MPaBiv fue reevaluada en el décimo día después de implante del marcapasos y, después de un y, también, tres meses del implante, de acuerdo con la rutina de la Unidade Clínica de Arritmia e Estimulação Cardíaca Artificial do InCor. El objetivo de esas evaluaciones fue garantizar el funcionamiento adecuado de los MPaBiv, en cada paciente.

Fueron realizados ECG, evaluación clínica, ecocardiograma bidimensional (2D), y tridimensional (3D) antes, tres y seis meses después de la TRC. Fueron evaluados los siguientes parámetros: volúmenes del ventrículo izquierdo (diastólico - VDVI, y sistólico - VSVI), fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI) y masa ventricular izquierda.

Fueron evaluados los bloques volumétricos de ocho pacientes, incluidos en el protocolo, para análisis de la variación intra y interobservador. Fueron evaluadas las siguientes variables: volumen diastólico y sistólico del ventrículo izquierdo, fracción de eyección ventricular izquierda, obtenidos por el análisis tridimensional. Para el análisis intraobservador, fueron realizados dos análisis del mismo bloque volumétrico, por un mismo observador, con intervalo mínimo de un mes entre las lecturas.

Análisis clínico

Todos los pacientes fueron sometidos a una evaluación clínica compuesta por anamnesis, examen físico, realización de electrocardiograma de 12 derivaciones, y clasificación de la clase funcional según clasificación de la NYHA (*New York Heart Association*), además de evaluación de la calidad de vida por el "Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire" (MLHFQ).

La clase funcional por la clasificación de la NYHA estratifica el grado de limitación impuesto por la IC en las actividades cotidianas del paciente. Esa clasificación, además de poseer carácter funcional, es también una manera de evaluar la calidad de vida ante la IC². Ya el MLHFQ está compuesto por 21 preguntas que evalúan como el paciente percibe los efectos de la enfermedad y de su tratamiento en su vida diaria. Las cuestiones enfocan síntomas como disnea, fatiga, edema, así como el estado psicológico y el impacto de la enfermedad en la rutina diaria y laboral⁹.

Análisis ecocardiográfico

Los estudios ecocardiográficos fueron realizados con el equipamiento iE33 Philips Medical Systems, Andover, MA, EUA. Fueron realizados los estudios ecocardiográficos bidimensional, análisis de flujos cardíacos por el estudio Doppler y evaluación tridimensional en tiempo real. Las imágenes fueron adquiridas en los planos paraesternal longitudinal de cámaras izquierdas, transversal y apical 2, 3 y 4 cámaras, de acuerdo con estandarización de la Sociedad Americana de Ecocardiografía¹⁰.

Análisis bidimensional

Fueron evaluados los siguientes parámetros en los estudios ecocardiográficos: 1) diámetro diastólico del ventrículo izquierdo y diámetro sistólico del ventrículo izquierdo en proyección paraesternal longitudinal de cámaras izquierdas; 2) volumen diastólico final del ventrículo izquierdo (VDVI) (método de Simpson); 3) volumen sistólico final del ventrículo izquierdo (VSVI) (método de Simpson); 4) FEVI (método de Simpson); 5) evaluación del flujo mitral para el análisis de la diástole ventricular con el empleo del estudio Doppler pulsátil.

Análisis tridimensional

Los pacientes fueron posicionados en decúbito lateral izquierdo y fue utilizado transductor matricial X3, compatible con el equipamiento iE33, Philips Medical Systems. Las imágenes tridimensionales, en tiempo real, fueron adquiridas en apnea espiratoria (15 a 20 segundos), con la observación del ciclo cardíaco a partir del registro electrocardiográfico. Para la evaluación de los volúmenes ventriculares y FEVI, los ajustes de aumento y compresión fueron realizados de forma de permitir la obtención de imágenes de buena calidad técnica y identificación clara de los bordes endocárdicos.

La obtención del bloque volumétrico (*Full Volumen*) fue hecha a partir de la adquisición de cuatro pequeños subvolúmenes, en ciclos cardíacos consecutivos, que, combinados, proveen un bloque piramidal de mayor volumen (110° x 100°). En cada adquisición, los ajustes fueron hechos

de modo que la totalidad del volumen ventricular izquierdo estuviese contenida en el bloque evaluado.

Los VDVI, VSVI, y FEVI fueron evaluados, posteriormente, en estación de trabajo equipada con programa específico (Q-Lab, versiones 5.0. y 6.0., Philips Medical System, Andover, MA, EUA) por un algoritmo semiautomático para la identificación de los bordes endocárdicos. Ese programa provee, para cada cuadro adquirido, la visión de los planos apical cuatro cámaras, apical dos cámaras y transversal. Para la reconstrucción volumétrica del VI, son identificados cinco puntos de referencia. A partir de esos puntos de referencia, son identificados los bordes endocárdicos para el cálculo automático de VDVI, VSVI y FEVI. En los casos en que la detección automática presentó calidad subóptima (falla en la identificación de los bordes endocárdicos), fue realizada edición de las imágenes.

Análisis estadístico

El análisis estadístico fue realizado para las variables cuantitativas continuas, por el cálculo de los valores mínimos, máximos, medias y desvíos-estándar. Las variables cualitativas fueron presentadas en números absolutos, y calculadas las frecuencias absolutas y relativas (porcentaje).

La comparación entre los parámetros medidos por la ecocardiografía bidimensional y tridimensional fue efectuada con el empleo de tests de regresión lineal y correlación de Pearson (*r*). Fue realizado el análisis de la variación intraobservador y interobservador de las medidas de los volúmenes diastólico y sistólico del ventrículo izquierdo, fracción de eyección ventricular izquierda, por medio del cálculo del coeficiente de correlación de concordancia.

Fueron utilizados el Excel (2007), para la tabulación y organización de los resultados, y un programa computacional para realización del análisis estadístico (SPSS versión 13.0, Chicago, IL, EUA).

Resultados

Fueron evaluados 63 pacientes que llenaron los criterios de inclusión en el período de 1/1/2007 a 1/6/2009. Este trabajo presenta parte de los resultados de tesis de doctorado (1/6/2006 a 18/6/2010), y los pacientes fueron seleccionados en el período de colecta de los datos para la tesis. De los 63 pacientes evaluados en el período, apenas 35 fueron encaminados a la TRC. De esos, ocho pacientes evolucionaron a óbito antes de la primera reevaluación y fueron excluidos del análisis, una vez que el objetivo del estudio era la evaluación del remodelado reverso.

De los ocho óbitos que ocurrieron antes de la primera reevaluación a los tres meses: un paciente necesitó trasplante cardíaco, evolucionando a óbito después del trasplante por complicaciones infecciosas; un paciente presentó parada cardiorrespiratoria (AESP - actividad eléctrica sin pulso) en el centro quirúrgico, siendo reanimado con éxito y transferido para UTI después del procedimiento, sin embargo falleció por shock cardiogénico; un paciente falleció por shock séptico, secundario a infección del bolsillo del marcapasos; cinco pacientes fallecieron por insuficiencia cardíaca congestiva

refractoria. La decisión de encaminar el paciente a la TRC fue realizada, en conjunto, por los equipos de marcapasos e ICC del InCor.

Así, durante el período del estudio, fueron evaluados 35 pacientes sometidos a implante de MPaBiv. Ocurrieron ocho óbitos, antes de los tres meses de reevaluación. De los 27 pacientes restantes, dos fueron excluidos por imagen ecocardiográfica inadecuada, y una paciente rechazó la realización de los exámenes de control, después de la TRC. De esa forma, 24 pacientes realizaron reevaluación antes, tres y seis meses después de la TRC (figura 1). Todos los pacientes concordaron en participar del estudio y firmaron el Término de Consentimiento Libre y Aclarado.

La media etárea de los 27 pacientes analizados fue de $58,9 \pm 9,7$ años, siendo 10/27 (37%) de los pacientes del sexo masculino y 17/27 (63%) del sexo femenino. La etiología de la miocardiopatía fue idiopática, en la mayoría de los pacientes (24/27 pacientes; 89%), y chagásica en 3/27 pacientes (11%). La mayoría de los pacientes (21/27 pacientes; 77,8%) era portadora de hipertensión arterial sistémica, mientras que 6/27 pacientes (22,2%) presentaban antecedente de diabetes mellitus (tab. 1).

En relación al tratamiento medicamentoso, 26/27 pacientes (96,3%) estaban en uso de inhibidores de la enzima de conversión de la angiotensina (iECAs) o bloqueadores del receptor de la angiotensina II (BRAs); 26/27 pacientes (96,3%), en uso de betabloqueantes y diuréticos; 25/27 pacientes (92,3%), en uso de espirolactona; y 16/27 pacientes (59,3%), en uso de digoxina. El tratamiento fue mantenido, sin alteraciones, durante todo el período de seguimiento (tab. 1).

Con relación a la evolución clínica, después de tres meses de la TRC, hubo mejora de la CF (NYHA), $p < 0,001$, de por lo menos un grado en 18/24 (75%) de los pacientes y manutención de la CF en 6/24 (25%) de los pacientes. A los seis meses después de la TRC, 19/24 (79%) mantuvieron la mejora en la CF (NYHA) y 5/24 (21%) no presentaron alteraciones de la CF, $p < 0,001$ (Fig. 2A). También fue evidenciada mejora de la calidad de vida, evaluada por el escore de Minnesota (MLHFQ), tres meses después de TRC, en 21/24 (88%) de los pacientes, empeoramiento 1/24 (4%), y 2/24 (8%) de los pacientes no presentaron alteraciones ($p < 0,001$). A los seis meses después de la TRC, 20/24 (83%) de los pacientes presentaron mejora del MLHFQ, 3/24 (13%) presentaron empeoramiento y 1/24 (4%) paciente no presentó alteraciones, $p < 0,001$ (Fig. 2B).

El análisis de los volúmenes ventriculares por el modo bidimensional, por medio del método de Simpson (VDVI: 283 ± 117 ml; VSVI: 219 ± 93 ml en el momento basal), reveló reducción de los volúmenes ventriculares diastólico y sistólico del ventrículo izquierdo (VDVI: 262 ± 124 ml, $p = 0,018$; VSVI: 196 ± 105 ml, $p = 0,007$) después de tres meses de la TRC. Esa reducción se mantuvo en la evaluación después de seis meses de la TRC (VDVI: 256 ± 137 ml, $p = 0,038$; VSVI: 185 ± 114 ml, $p = 0,027$) (tab. 2; Fig. 3 y 4).

La fracción de eyección ventricular izquierda ($0,23 \pm 0,05$), evaluada por el método de Simpson, también presentó mejora a los tres meses ($0,28 \pm 0,07$, $p = 0,028$) después de TRC, y

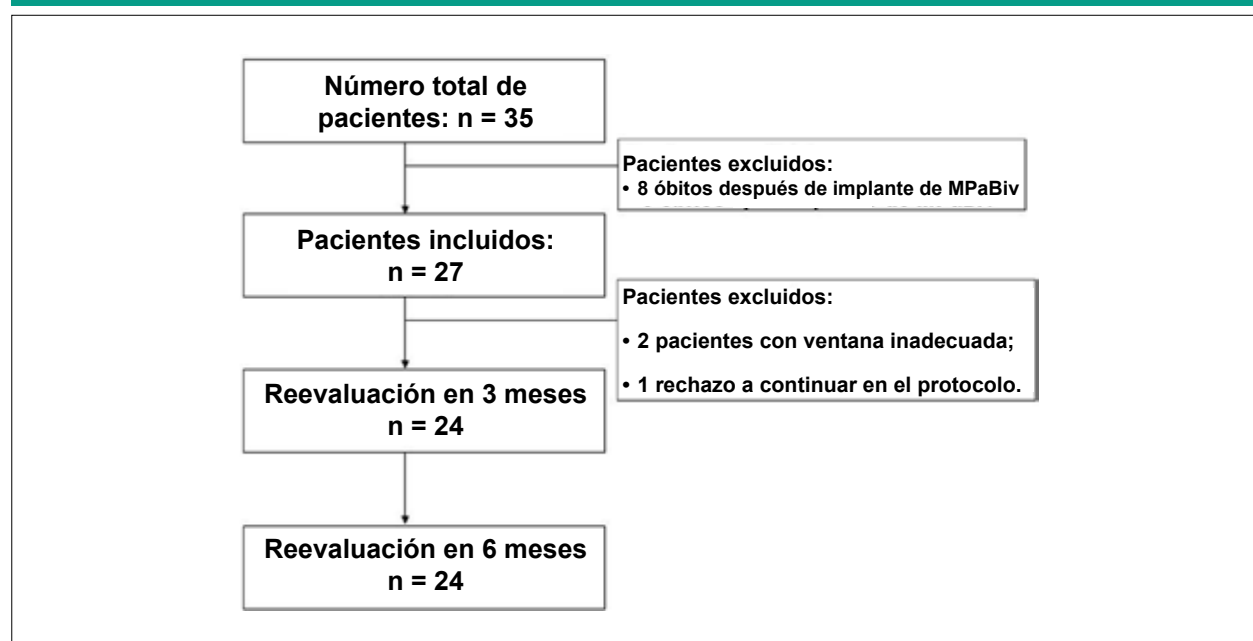


Fig. 1 - Flujograma.

Tabla 1 - Características clínicas de la muestra total del estudio

| Características | Total (n = 27) % |
|---------------------------|------------------|
| Edad (media ± DE) | 58,9 ± 9,7 años |
| Sexo | |
| Masculino | 10 (37%) |
| Femenino | 17 (63%) |
| Etiología | |
| Idiopática | 24 (89%) |
| Chagásica | 3 (11%) |
| Hipertensión arterial | 21 (77,8%) |
| Diabetes mellitus | 6 (22,2%) |
| Tratamiento medicamentoso | |
| iECAs o BRAs | 26 (96,3%) |
| Betabloqueantes | 26 (96,3%) |
| Espironolactona | 25 (92,3%) |
| Diuréticos | 26 (96,3%) |
| Digoxina | 16 (59,3%) |

iECAs - inhibidores de la enzima de conversión de la angiotensina; BRAs - bloqueadores del receptor de la angiotensina II.

la cual se mantuvo a los seis meses ($0,28 \pm 0,10$, $p = 0,006$), después de TRC (tab. 2) (Fig. 5).

El análisis por el Eco 3D evidenció medias y desvío-estándar de los volúmenes ventriculares diastólico y sistólico de 252 ± 105 ml y 194 ± 86 ml, respectivamente, en el momento basal. Después de la TRC, hubo reducción no significativa de los volúmenes ventriculares, evaluados al Eco 3D. A los tres meses después de TRC, hubo reducción

de 25 ml (10%) de la media de los valores de VDVI y de 26 ml (13%) de la media de los valores de VSVI, en relación al momento basal (VDVI: 227 ± 113 ml, $p = 0,187$; VSVI: 168 ± 95 ml, $p = 0,065$). A los seis meses después de TRC, la reducción del VDVI fue de 13 ml (5%) y de 6 ml (6%) del VSVI, en relación al momento basal (VDVI: 239 ± 129 ml, $p = 0,163$; VSVI: 183 ± 115 ml, $p = 0,347$) (tab. 2; fig. 2 y 3). Con relación a la FEVI, hubo mejora (21,7%), en relación al momento basal (FEVI: $0,23 \pm 0,05$), evidenciada a los tres meses, después de TRC (FEVI: $0,28 \pm 0,07$, $p = 0,008$) y que se mantuvo a los seis meses (FEVI: $0,28 \pm 0,10$; $p = 0,033$) (tab. 2; Fig. 5).

No hubo variación de la masa ventricular izquierda a los tres meses ($p = 0,511$ por el Eco 3D) y seis meses ($p = 0,706$ al Eco 2D, $p = 0,479$ al Eco 3D), después de la TRC (tab. 2).

En el momento basal, la correlación entre los métodos fue de 0,96 para evaluación del VDVI, 0,95 para evaluación del VSVI, 0,87 para FEVI y 0,72 para masa del VI. Después de tres meses de la TRC, la correlación entre el Eco 2D y 3D para análisis del VDVI fue de 0,96, 0,95 para VSVI, 0,95 para FEVI y 0,77 para masa del VI. Después de seis meses de la TRC, la correlación entre el Eco 2D y 3D para análisis del VDVI fue de 0,98, 0,91 para VSVI, 0,96 para FEVI y 0,85 para masa del VI (Fig. 6 y 7).

Con relación a la evaluación de la variación intra y interobservador por el Eco 3D, el coeficiente de correlación de concordancia (CCC) del análisis del VDVI intraobservador fue de 0,95 (95% Intervalo de confianza: 0,80 a 0,99) y el del interobservador fue de 0,95 (95% Intervalo de confianza: 0,77 a 0,99). El CCC del análisis del VSVI intraobservador fue de 0,97 (95% Intervalo de confianza: 0,86 a 0,99) y el del interobservador fue de 0,95 (95% Intervalo de confianza: 0,81 a 0,99). El CCC del análisis de la FEVI intraobservador fue de 0,97 (95% Intervalo de

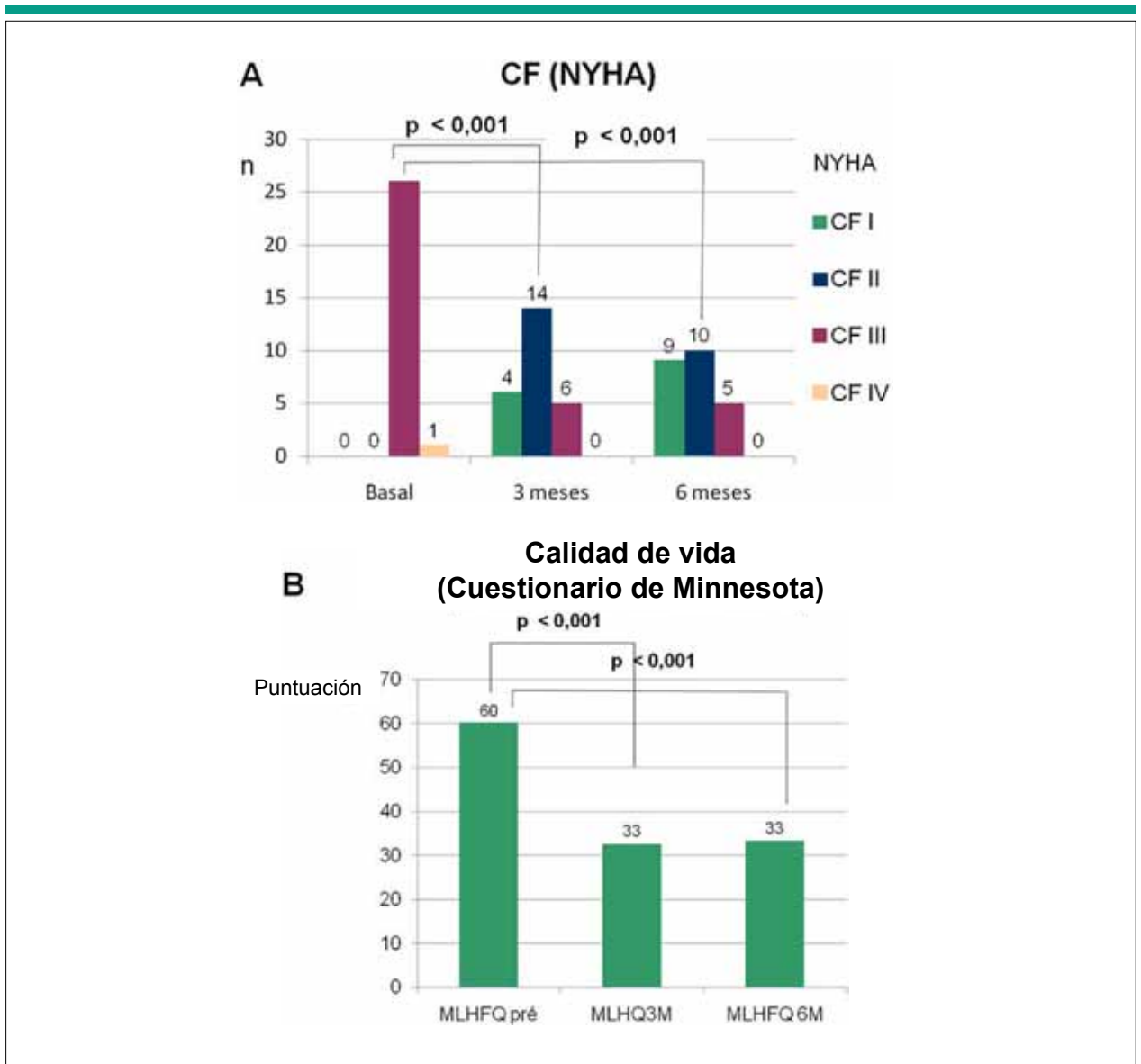


Fig. 2 - A) Evolución de la CF (NYHA) en los períodos basal (pre-TRC), tres y seis meses después de implante de MPaBiv. Después de TRC, hubo mejora de la CF en la mayoría de los pacientes. En el momento basal, la mayoría de los pacientes se encontraba en CF III o IV. A los tres meses de TRC, la mayoría de los pacientes se encuentra en CF I y II (NYHA). La mejora fue mantenida a los seis meses de reevaluación. **B)** Las medias de los scores de calidad de vida evaluadas por el MLHFQ en los momentos basal, tres y seis meses después de TRC son representadas. Se observa mejora significativa de la calidad de vida a partir de los tres meses ($p < 0,001$), la cual es mantenida a los seis meses de reevaluación ($p < 0,001$).

confianza: 0,86 a 0,99) y el del interobservador fue de 0,92 (95% Intervalo de confianza: 0,71 a 0,98).

Discusión

En pacientes con IC avanzada, la dilatación ventricular izquierda importante es considerada factor independiente de peor pronóstico¹¹. Pacientes con miocardiopatía dilatada idiopática y dilatación ventricular importante presentan disminución de la reserva de flujo coronario, detectada en estudios de perfusión miocárdica con técnicas de medicina nuclear y por la ecocardiografía bajo estrés farmacológico con dipiridamol¹²⁻¹⁴. Esos hallazgos están asociados al mayor

estrés sistólico en la pared ventricular izquierda y a áreas de consumo anormal de oxígeno sugiriendo la presencia de isquemia y peor pronóstico en estos pacientes.

Por lo tanto, pacientes con IC grave y dilatación ventricular importante, evidenciada por el aumento del DDVI y de los volúmenes ventriculares, pueden presentar peor respuesta a la TRC en razón de menor reserva de flujo coronario y de presencia de áreas con estándar anormal del consumo de oxígeno. La evaluación del grado de dilatación ventricular analizada por la ecocardiografía 2D y 3D en el momento basal provee informaciones importantes respecto a la evolución de los pacientes después de la TRC. Así, se sabe la importancia de la evaluación de los VSVI y VDVI antes de la TRC.

Tabla 2 - Evolución de la muestra total del estudio

| Parámetro | Basal (pre TRC) (n = 27) | 3 meses (después de TRC) (n = 21) | p | 6 meses (después de TRC) (n = 24) | p |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------|-----------------------------------|--------|
| Score de Minnesota | 60 ± 21 | 33 ± 21 | <0,001 | 33 ± 24 | <0,001 |
| Clase 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 (lpm) | 72 ± 13 | 70 ± 8 | NS | 68 ± 8 | NS |
| Intervalo PR (ms) | 204 ± 36 | 164 ± 37 | <0,001 | 155 ± 20 | <0,001 |
| Duración del QRS (ms) | 164 ± 23 | 153 ± 33 | 0,075 | 146 ± 28 | 0,003 |
| BRI | 96,3% (1) | | | | |
| DDVI (2D) (mm) | 74 ± 9 | 72 ± 12 | NS | 72 ± 13 | NS |
| DSVI (2D) (mm) | 67 ± 7 | 64 ± 13 | NS | 65 ± 13 | NS |
| VDVI (2D) (ml) | 283 ± 117 | 262 ± 124 | 0,018 | 256 ± 137 | 0,038 |
| VSVI (2D) (ml) | 219 ± 93 | 196 ± 105 | 0,007 | 185 ± 114 | 0,027 |
| FEVI (2D) | 0,23 ± 0,05 | 0,27 ± 0,08 | 0,028 | 0,28 ± 0,10 | 0,006 |
| VDVI (3D) (ml) | 252 ± 105 | 227 ± 113 | 0,187 | 239 ± 129 | 0,163 |
| VSVI (3D) (ml) | 194 ± 86 | 168 ± 95 | 0,065 | 183 ± 115 | 0,347 |
| FEVI (3D) | 0,23 ± 0,05 | 0,28 ± 0,07 | 0,008 | 0,28 ± 0,10 | 0,033 |
| Masa (2D) (g) | 188 ± 51 | 173 ± 51 | 0,024 | 177 ± 48 | 0,706 |
| Masa (3D) (g) | 252 ± 66 | 263 ± 110 | 0,511 | 263 ± 108 | 0,479 |

ECG - Electrocardiograma; FC - frecuencia cardíaca. DDVI - Diámetro diastólico del ventrículo izquierdo; DSVI - Diámetro sistólico del ventrículo izquierdo; VDVI - Volumen diastólico del ventrículo izquierdo; VSVI - Volumen sistólico del ventrículo izquierdo; FEVI - fracción de eyección ventricular izquierda.

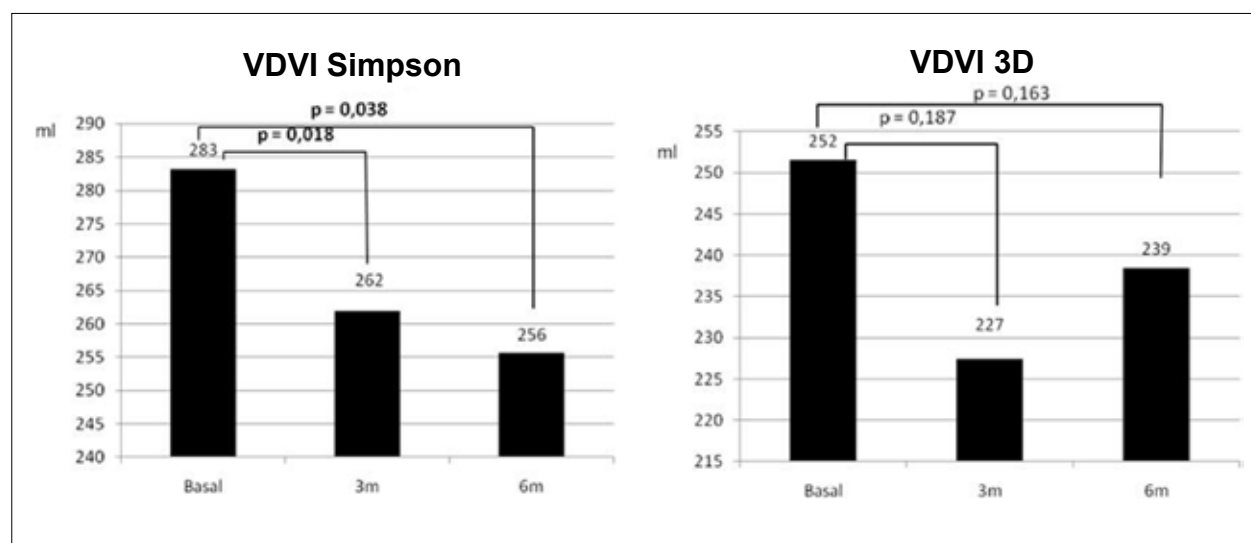


Fig. 3 - Evaluación de los VDI en los momentos basal, tres y seis meses después de TRC por el método de Simpson (a la izquierda) y Eco 3D (a la derecha).

En estudio de António et al¹⁵, pacientes en fases más precoces de miocardiopatía y menores alteraciones en la geometría ventricular presentaron mayor probabilidad de respuesta con la TRC. Adicionalmente, la evaluación de las alteraciones volumétricas después de la TRC provee

informaciones predictivas importantes respecto a los desenlaces clínicos en la evolución natural de la enfermedad, según lo demostrado inicialmente por Yu et al¹⁶ y confirmado en estudio reciente de Ypenburg et al¹⁷. Datos respecto a la utilización de terapias farmacológicas enfatizan la

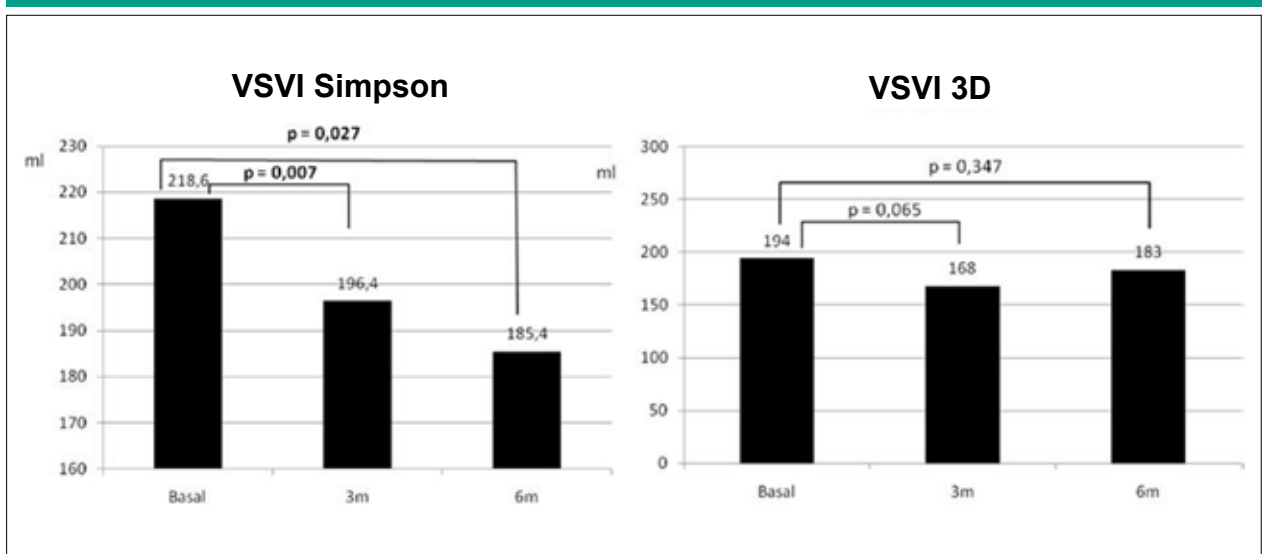


Fig. 4 - Evaluación de los VSVI en los momentos basal, tres y seis meses después de TRC por el método de Simpson (a la izquierda) y Eco 3D (a la derecha).

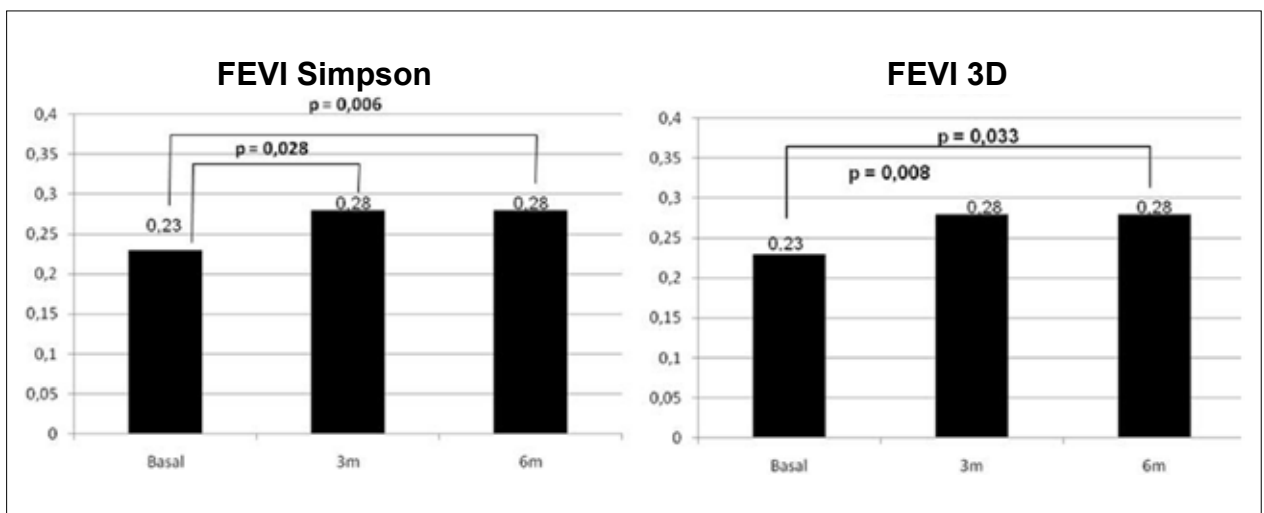


Fig. 5 - Evaluación de la FEVI en los momentos basal, tres y seis meses después de TRC por el método de Simpson (a la izquierda) y por el Eco 3D (a la derecha).

importancia del remodelado reverso ventricular izquierdo en el pronóstico a largo plazo, volviendo, de esa forma, esa variable muy útil como marcador de mejora clínica. En el estudio de Ypenburg et al¹⁷, la extensión del remodelado reverso presentó aun correlación con el pronóstico a largo plazo: cuanto mayor la tasa de remodelado reverso, mejor la evolución clínica y viceversa.

El valor de la ecocardiografía tridimensional en la evaluación de los volúmenes ventriculares, fracción de eyección y masa ventricular izquierda ya fue comprobado en diversos estudios, con excelente correlación de resultados cuando fue comparado a la resonancia magnética cardíaca^{5,6}. La adquisición de los bloques volumétricos, por medio del Eco 3D, para evaluación de esos parámetros, puede ser realizada rápidamente, con la utilización de un transductor matricial, y la cuantificación de los datos, por un operador entrenado y experimentado, dura en promedio de seis a ocho minutos^{18,19}.

De ese modo, el Eco 3D se constituye en una herramienta muy útil en la evaluación ecocardiográfica, aumentando la precisión de los cálculos de los volúmenes, FEVI y masa ventricular izquierda, sin aumentar de manera significativa la duración del examen. Sin embargo, actualmente, el Eco 3D aun no está ampliamente disponible, requiere equipamientos y programas computacionales específicos para la cuantificación de los datos, además de exigir entrenamiento adecuado para la adquisición de bloques volumétricos de buena calidad técnica.

La ecocardiografía bidimensional, por su vez, es ampliamente disponible y ha sido el método más utilizado en la evaluación de pacientes candidatos a la TRC y en la evaluación de la respuesta después de esa terapéutica.

En este estudio, fue comparada la evaluación de los datos respecto a la morfología y función ventricular izquierda por el Eco 2D y 3D, en el momento pre-TRC, lo que auxilia en la

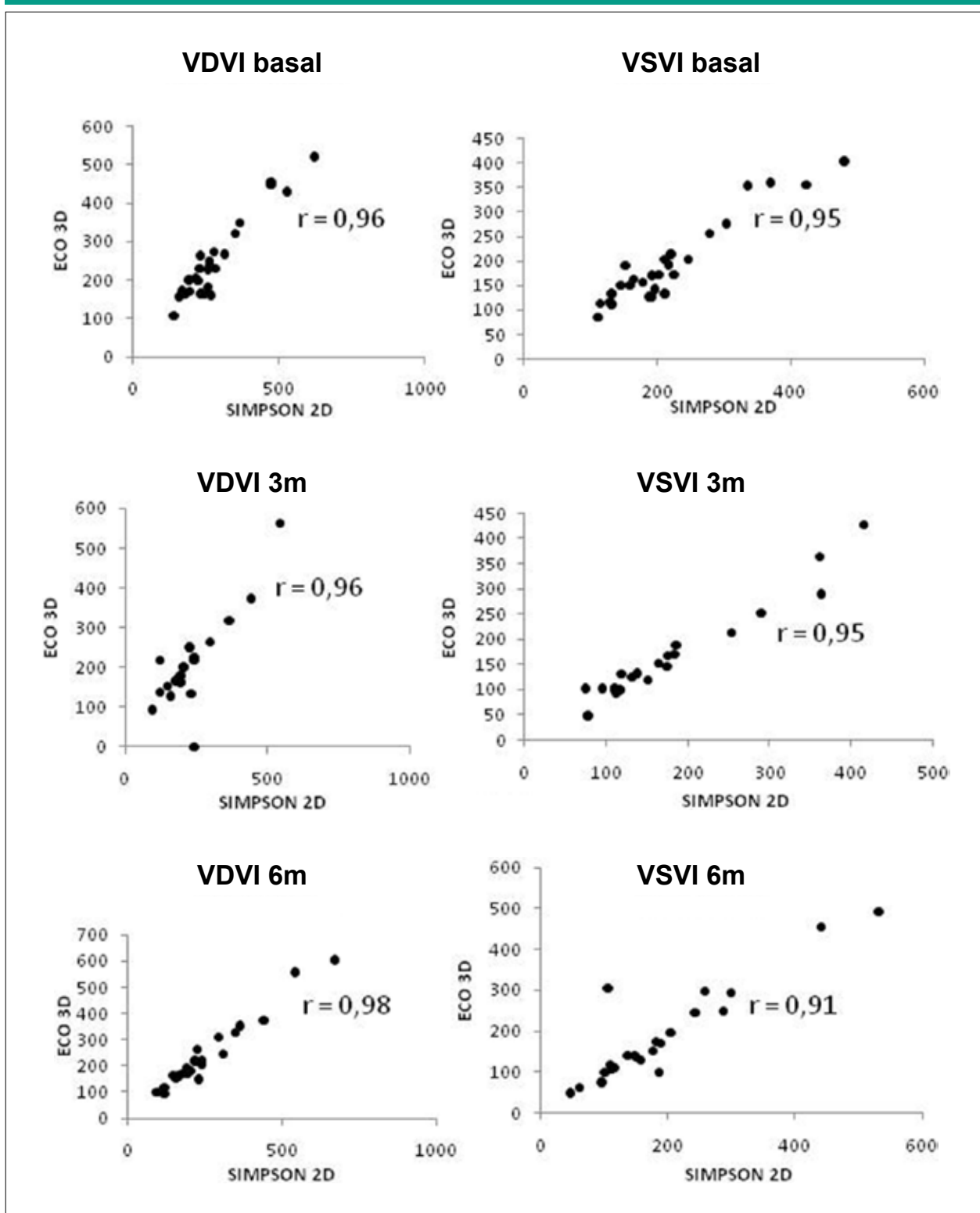


Fig. 6 - La comparación entre los métodos de Simpson (Eco 2D) y Eco 3D para la evaluación de los volúmenes ventriculares es mostrada a seguir. Hubo óptima correlación entre los dos métodos para la evaluación del VDVI y VSVI en los momentos basal, tres y seis meses después de la TRC.

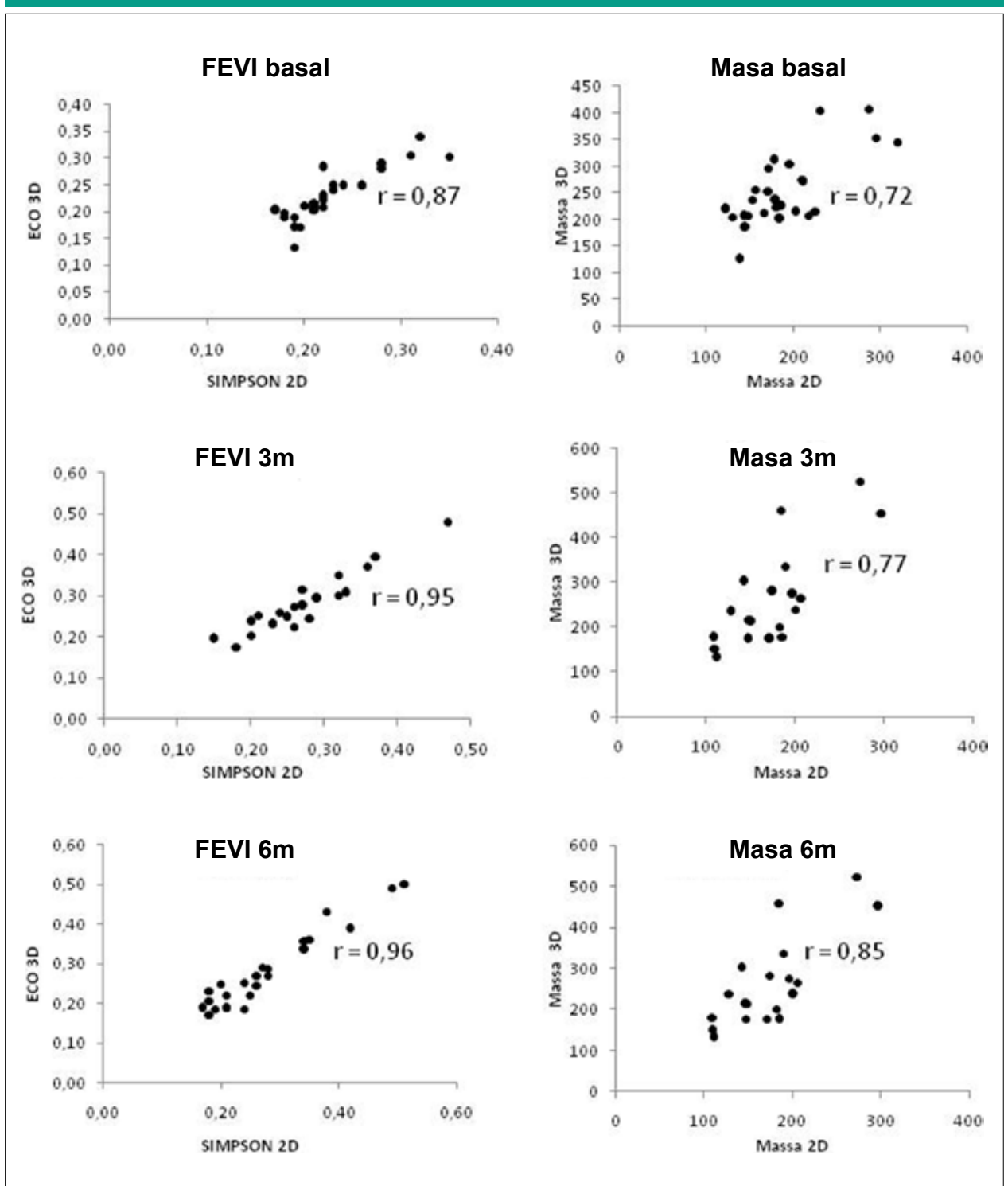


Fig. 7 - Son representadas las correlaciones entre la FEVI evaluada por el Eco 2D y Eco 3D. Hubo excelente correlación (r) entre los dos métodos en todos los momentos de evaluación (a la izquierda). Hubo también buena correlación entre la masa del VI evaluada en los momentos evaluados (basal, tres y seis meses después de TRC) (a la derecha).

selección de los candidatos la TRC, y tres y seis meses después de la TRC, a fin de evaluar la respuesta al tratamiento.

La evaluación de los volúmenes ventriculares después de la TRC es importante en el reconocimiento del remodelado

reverso ventricular izquierdo, definido como reducción de los volúmenes diastólico y sistólico del ventrículo izquierdo y mejora de la FEVI. La identificación del remodelado reverso por la ecocardiografía tiene importancia pronóstica, una

vez que la respuesta volumétrica ha presentado mejor valor predictivo de sobrevida libre de eventos y mortalidad, cuando fue comparada a la respuesta clínica evaluada por la mejora de la clase funcional (NYHA) y de calidad de vida^{16,20}. Una vez comprobada la superioridad del Eco 3D, en relación al Eco 2D, en la evaluación de los volúmenes ventriculares, masa y FEVI, es fundamental evaluar la concordancia entre esas dos técnicas, pues el Eco 2D es el método más utilizado en pacientes sometidos a TRC.

Los volúmenes ventriculares (VDVI y VSVI) evaluados tanto por el método de Simpson como por el Eco 3D proveen informaciones adicionales a la selección de los pacientes y a la tasa de respuesta a la TRC. La mejora y el grado de mejora de la FEVI evaluada después de la TRC presentan buena correlación con la mejora en la evolución clínica de los pacientes sometidos a la TRC. Según Di Biase et al²¹, el aumento de seis puntos o más en la FEVI a los tres meses después de la TRC presenta tasa alrededor de 66% libre de eventos en cinco años de seguimiento.

En este estudio, hubo mejora significativa de la FEVI evaluada por ambos métodos (Simpson y Eco 3D) tres meses después de la TRC y que se mantuvo a los seis meses de la TRC en la muestra total del estudio. Hubo aun excelente correlación entre los métodos para la medición volumétrica ventricular izquierda durante todas las fases del estudio, lo que demuestra la utilidad de la ecocardiografía bidimensional en el control y evaluación del remodelado reverso de los pacientes sometidos la TRC, en cuanto el Eco 3D no es parte de la evaluación ecocardiográfica en la práctica clínica diaria.

La evaluación de la masa del VI por el Eco 3D es superior al Eco 2D, cuando es comparada a la RMC. Es importante notar que a pesar de la buena correlación entre los Ecos 2D y 3D para evaluación de la masa, el Eco 3D es más preciso, justificando su uso cuando está disponible. Sin embargo, a pesar de la superioridad del Eco 3D para evaluación de los volúmenes, masa y función ventricular izquierda en relación al Eco 2D (cuando son comparados a la RMC, que es actualmente el método estándar de referencia para esos análisis), el Eco 2D es el método más utilizado en la práctica clínica por su disponibilidad y costo. De esa forma, los resultados de este estudio, al demostrar la excelente correlación entre los métodos (Ecos 2D y 3D), vuelve el Eco 2D un método confiable para la evaluación del remodelado reverso después de la TRC.

Limitaciones del estudio

Hubo discreto aumento del volumen ventricular entre los tres y seis meses después de la TRC, detectado al Eco 3D. Creemos que ese hallazgo aun sea consecuencia de las limitaciones inherentes a la tecnología actual de los

equipamientos de Eco 3D. Los pacientes incluidos en este estudio presentaban valores muy altos de DDVI y dilatación importante de los volúmenes ventriculares, lo que dificultó la inclusión de todo el ventrículo izquierdo en la adquisición del bloque tridimensional. A pesar de haber sido excluidos los bloques con imposibilidad de evaluación de dos o más segmentos miocárdicos, la dificultad en la evaluación de la pared lateral al plano coronal y de las paredes inferior y anterior, en el plano sagital, pueden haber limitado el cálculo de los volúmenes ventriculares izquierdos al Eco 3D. Además de eso, limitaciones en el grado de abertura del haz ultrasónico y el bajo *frame rate* (20 a 30 volúmenes/segundo) del Eco 3D, también, pueden haber resultado en la diferencia no significativa entre los volúmenes ventriculares izquierdos de los GI y GII, antes de la TRC.

El Eco 3D, a pesar de estar disponible hace cerca de cuatro décadas, aun no llegó a su formato definitivo y presenta limitaciones físicas y en su formato de presentación en diferentes programas de adquisición, lectura y de interpretación. El desarrollo del Eco 3D permitirá sin duda trabajar en un futuro próximo con pacientes que presenten grandes dilataciones ventriculares y que presenten acentuada variación de ritmo cardíaco (fibrilación atrial) y ritmo respiratorio.

Otra limitación se refiere a la no utilización de la resonancia magnética cardíaca en la evaluación de los volúmenes ventriculares y FEVI para comparación con los Ecos 2D y 3D, una vez que ese es el método considerado estándar de referencia para esa finalidad.

Conclusión

En este estudio, fue observada reducción de los volúmenes diastólico y sistólico del ventrículo izquierdo, además de mejora de la FEVI después de la TRC. Hubo excelente correlación entre los Ecos 2D y 3D para evaluación de los volúmenes ventriculares y fracción de eyección ventricular izquierda, y buena correlación entre los métodos para evaluación de la masa ventricular izquierda antes y después de la TRC.

Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

Fuentes de Financiamiento

SOCEPS financió el presente estudio de julio de 2009 a julio de 2010.

Vinculación Académica

Este artículo forma parte de tesis de Doctorado de Viviane Tiemi Hotta, por la Faculdade de Medicina da USP.

Referencias

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, Papavassiliu 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, Faletta 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.