

Evaluación Ecocardiográfica de Pacientes Sometidos a Cirugía Mitral con Resuspensión de Músculos Papilares

Geraldo Paulino Santana Filho, Otoni Moreira Gomes, Gilson José de Oliveira, Débora Rodrigues, Ana Cláudia Nogueira, Rômulo Sales, Delzirene Botelho Pinheiro, Antonio Calzada Machado, Nivaldo Gomes Oliveira

Santa Casa de Misericórdia de Goiânia, Goiânia, GO - Brasil

Resumen

Fundamento: Las técnicas de sustitución mitral con preservación del aparato subvalvular han estado reafirmando su superioridad, siendo la resuspensión de los músculos papilares una nueva opción técnica que además de permitir la preservación de estructuras anatómicas, ofrecer soporte en la contracción y protege el miocardio en la diástole ventricular, necesitando estudios que documenten sus resultados.

Objetivo: Evaluar las funciones atrial y ventricular izquierdas, mediante ecocardiografía Doppler, en pacientes sometidos a sustitución de la válvula mitral con resuspensión de los músculos papilares.

Métodos: Se sometieron a sustitución valvular mitral 15 pacientes, siendo nueve (60%) del sexo masculino, con una edad promedio de 45,7 años. En cuanto a la etiología, nueve (60%) casos eran degenerativos, tres (20%) reumáticos, dos (13,3%) isquémicos y uno (6,7%) con endocarditis infecciosa. Después de la atriotomía y evaluación anatómica del aparato valvular, el velo anterior se retiró del anillo y se dividió centralmente, siendo cada mitad con su complejo de cuerdas tendinosas fijadas a la comisura opuesta por su extremidad medial. Se implantó prótesis valvular biológica (en 13 casos) o mecánica, fijada por puntos separados, con reducción del anillo valvular en los casos con miocardiopatía dilatada. Se realizaron evaluaciones clínicas y por ecocardiografía Doppler en el preoperatorio, y sexto mes de postoperatorio.

Resultados: Todos los pacientes recibieron alta en condiciones clínicas estables. Se demostró reducción significativa de los diámetros ventriculares y de los diámetros atriales ($p < 0,001$) sin compromiso de las vías de entrada y salida del ventrículo izquierdo.

Conclusión: Las sustituciones de la válvula mitral realizadas con la técnica de resuspensión de los músculos papilares presentaron resultados favorables, con efecto positivo en la recuperación morfológica atrial y ventricular izquierdas. (Arq Bras Cardiol 2009; 93(2) : 89-93)

Palabras clave: Insuficiencia de la válvula mitral / cirugía, miocardiopatía dilatada, músculos papilares / cirugía.

Introducción

En el tratamiento de la insuficiencia valvular mitral ya existen evidencias definiendo las ventajas de la valvuloplastia sobre el cambio por válvulas artificiales¹. Con todo, todavía son relativamente frecuentes las indicaciones de cirugía en pacientes presentando degeneración valvular mitral avanzada, exigiendo el cambio por válvulas artificiales. Establecido y divulgado el concepto de la no escisión de todas las cuerdas y papilares, las nuevas discusiones se concentran en definir opciones técnicas que aprovechen mejor las ventajas de la continuidad anulopapilar. Publicaciones más recientes concuerdan con el mantenimiento de ambos velos^{2,3}, de modo que no interfiera con el funcionamiento de la prótesis, siendo la ecocardiografía un método eficiente para esta evaluación⁴.

También se difunden las evidencias de los beneficios del cambio valvular con recursos de remodelado ventricular, en

el tratamiento de casos de insuficiencia cardíaca avanzada con insuficiencia mitral funcional significativa^{5,6}, ya que las actuaciones exclusivas sobre el anillo se sujetan a la recurrencia de la insuficiencia mitral secundaria a la progresión de la degeneración miocárdica.

Gomes et al.⁷, basados en procedimientos previamente descritos de abordaje del plano subvalvular, introdujeron el método de papilopexia cruzada⁸ buscando optimizar el desempeño ventricular después del cambio valvular mitral, además de reestablecer la geometría ventricular aun en corazones con dilatación significativa. El objetivo del presente estudio es describir la evolución de las funciones atrial y ventricular izquierdas, según parámetros ecocardiográficos en pacientes en el sexto mes de postoperatorio del cambio valvular mitral con técnica de resuspensión de los músculos papilares.

Método

Se realizó estudio prospectivo de una serie de 15 pacientes, sometidos a sustitución de la válvula mitral con resuspensión de los músculos papilares, en el Servicio de Cirugía Cardiovascular de Santa Casa de Misericórdia de

Correspondencia: Geraldo Paulino Santana Filho •

Rua 1, 110 - Apto 600 - Setor Oeste - 74115-040, Goiânia, GO - Brasil
E-mail: gpaulino@cardiol.br

Artículo recibido el 04/02/08; revisado recibido el 08/05/08; aceptado el 18/06/08.

Goiânia, de forma consecutiva.

Este estudio fue aprobado por la comisión de ética en investigación (Registro en el CONEP n° 12507) y realizado con consentimiento formal e informado por parte de los participantes.

Nueve (60%) pacientes eran del sexo masculino y seis del sexo femenino (40%). La edad variaba entre 17 y 69 años ($49,9 \pm 10,2$).

El criterio de inclusión fue la presencia de insuficiencia mitral grave (definida como chorro regurgitante mayor que el 40%) con repercusión atrial y ventricular. La causa más frecuente de la disfunción valvular fue degeneración fibroelástica en nueve (60,0%) casos, seguida de lesión valvular reumática en tres (20,0%), insuficiencia mitral isquémica en dos (13,3%) y destrucción valvular secundaria a endocarditis en un caso (6,7%) (Tabla 1).

Todos los pacientes estaban en tratamiento clínico, aunque sin respuesta adecuada, siendo operados por el mismo equipo.

La evaluación clínica y por ecocardiografía Doppler se realizó en el preoperatorio y en el primero, tercero y sexto meses de postoperatorio, siendo objeto de este estudio la comparación de las evaluaciones preoperatoria y postoperatoria de seis meses.

Tabla 1 - Datos generales de los pacientes

n° Obs.	Diagnóstico	Procedimiento Asociado	Prótesis mitral
1	DLMR +IAo Leve +IT Leve	TVM+PC	Labcor 29
2	PM	TVM+PC	Labcor 29
3	IMFI +IT Grave+ICo	TVM+ PC+PT + RM	Labcor 29
4	IM +IT Moderada	TVM+PC+PT	Labcor 29
5	IMFI +I Ao Leve+ICo	TVM+PC+RM	Labcor 29
6	PM	TVM+PC	CarboMedics 29
7	PM+ DLAo	TVM+PC+TVA	CarboMedics 29
8	PM	TVM+PC+CFA	Labcor 31
9	PM	TVM+PC	Labcor 29
10	PM + IT Moderada	TVM+PC+PT	Labcor 29
11	DLMR + IAo Leve	TVM+PC	Labcor 29
12	PM	TVM+PC	Labcor 31
13	DLMR	TVM+PC	Labcor 29
14	PM + IAo Leve + IT Leve	TVM+PC	Labcor 29
15	IAo + IM	TVM+PC+TVA	CarboMedics 29

OBS - observación, N° - número, PM - Prolapso mitral, IMFI - Insuficiencia mitral funcional isquémica, DLMR - Doble lesión mitral reumática, IAo - Insuficiencia aórtica, DLAo - Doble lesión aórtica, ICo - Insuficiencia coronaria, IT - Insuficiencia tricúspide, PC - Resuspensión de músculos papilares; PT - Plastia tricúspide, TVA - Cambio valvular aórtico, TVM - Cambio valvular mitral; CFA - Corrección de fibrilación atrial, RM- Revascularización del miocardio.

El grado funcional de insuficiencia cardíaca se determinó de acuerdo con el *Criteria Committee of The New York Heart Association*⁹ (NYHA).

Las ecocardiografías Doppler fueron realizadas por el mismo profesional con aparato HDI 5000 con transductor P4-2 MHz (Philips- Einthoven- Holanda). El cálculo de la fracción de eyección se basó en los volúmenes obtenidos por la fórmula de Teichholz. Se observó ruptura de las cuerdas tendinosas del velo posterior en siete casos (46,7%) y del velo anterior en un caso (6,7 %). La función ventricular preoperatoria estaba preservada en diez casos (66,6%) y comprometida en cinco casos (33,4%). En la evaluación postoperatoria se verificaron los gradientes transprótesis y aórtico con el objetivo de detectar posible obstrucción.

Todas las operaciones se realizaron convencionalmente por esternotomía media, con canulación de la aorta ascendente y de ambas cavas separadamente, tras heparinización sistémica e hipotermia moderada a 32°C. Como método de protección miocárdica se utilizó cardioplegia sanguínea por vía anterógrada.

La válvula mitral se abordó por atriotomía izquierda con incisión paralela en el surco interatrial. La necesidad de cambio de la válvula fue confirmada tras inspección directa y análisis en cuanto a la presencia de calcificación, fusión o prolapso de los velos, ruptura, fibrosis o alargamiento de cuerdas y dilatación anular.

El velo anterior se traccionó con la colocación de dos puntos de reparación en su borde libre y su subvalvular se inspeccionó minuciosamente. El velo posterior, de acuerdo con las variaciones anatómicas, fue preservado y ajustado en el anillo posterior, en todos los casos. Se realizó una incisión en la zona basal del velo anterior, a aproximadamente 2 mm del anillo, extendiéndose hasta un poco por debajo de los puntos comisurales. El velo anterior se dividió centralmente y cada una de sus mitades, con su complejo de cuerdas, se fijó a la comisura opuesta por su extremidad medial (Figura 1).

La utilización de prótesis valvulares de diámetro inferior al del anillo nativo ayudó a reducir el tamaño de la base del corazón. Los puntos se pasaron entonces en el anillo de la prótesis y se fijaron al anillo valvular. Se utilizaron prótesis biológicas (Labcor - Belo Horizonte - MG) y prótesis mecánicas (CarboMedics - Austin - Texas - USA), de acuerdo con la indicación particular de cada caso. Con el corazón latiendo, se inspeccionó debidamente la prótesis, verificándose su perfecto funcionamiento. En siete pacientes se indicaron procedimientos asociados (Tabla 1).

Tras el término de la operación, los pacientes en estabilidad hemodinámica fueron transferidos para el centro de terapia intensiva, donde permanecieron monitoreados continuamente.

Todos los pacientes tuvieron seguimiento durante la evolución hospitalaria y ambulatoria de acuerdo con el protocolo de obtención y comparación de datos. El estudio estadístico de los datos obtenidos se realizó por aplicación del test t-Student, por tratarse del análisis de pares de datos involucrando variables de distribución normal.

Artículo Original

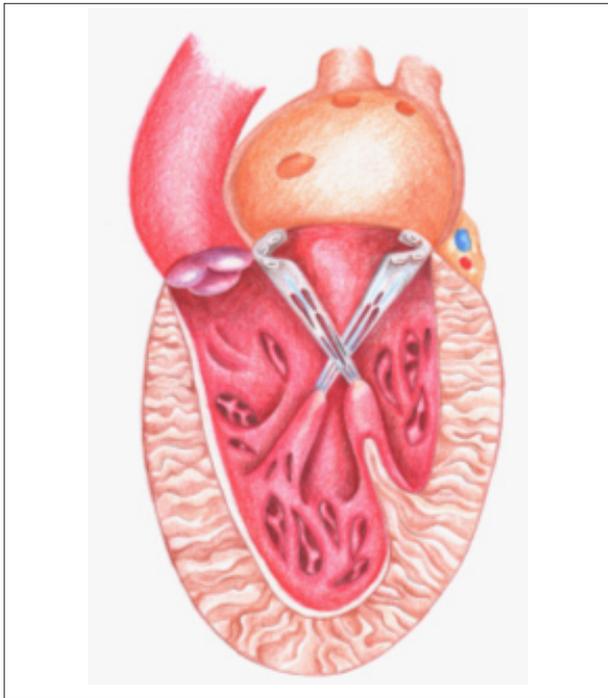


Figura 1 - Representación esquemática de la resuspensión de músculos papilares

Resultados

No ocurrieron óbitos hospitalarios o durante el seguimiento propuesto de seis meses. Cuatro pacientes (26,6%) presentaban diagnóstico de insuficiencia aórtica leve que se mantuvo en el seguimiento. No hubo complicaciones hemorrágicas o infecciosas.

El promedio de los diámetros ventriculares diastólicos se redujo de $65,3 \pm 8,7$ mm para $51,5 \pm 8,9$ mm ($p < 0,001$) y el de los diámetros sistólicos de $44,3 \pm 9,1$ mm para $35,2$

$\pm 11,1$ mm ($p < 0,001$). Los diámetros atriales variaron favorablemente de $55,1 \pm 8,6$ mm para $45,3 \pm 8,9$ mm ($p < 0,001$). La reducción del volumen diastólico final fue de $229,7 \pm 85,0$ ml para $130,5 \pm 51,7$ ml ($p < 0,001$) y del volumen sistólico final de $91,6 \pm 64,2$ ml para $58,7 \pm 50,3$ ml ($p = 0,001$). El volumen sistólico se redujo de $138,0 \pm 41,0$ ml para $78,5 \pm 30,8$ ml ($p = 0,002$). El porcentaje de acortamiento sistólico varió de $32,1 \pm 9,4$ % para $32,2 \pm 8,7$ % ($p = 0,917$), y el comportamiento de la fracción de eyección presentó discreta disminución con relación a los niveles preoperatorios de $62,9 \pm 14,0$ % para $61,9 \pm 11,7$ % ($p = 0,684$) (Figura 2).

Se constató que la masa cardíaca disminuyó de $294,9 \pm 115,5$ g para $214,9 \pm 64,4$ g ($p = 0,001$). La mejora de la presión en la arteria pulmonar fue significativa, con declinio de $53,4 \pm 13,1$ mmHg para $32,9 \pm 7,9$ mmHg ($p < 0,001$). (Tabla 2).

El gradiente transprtesis promedio fue de $3,9 \pm 1,3$ mmHg, no constatándose compromiso de las vías de entrada y subvalvular aórtico del ventrículo izquierdo. Todos los pacientes evolucionaron con importante mejora clínica. Según la clasificación de la NYHA, seis pacientes (40,0%) estaban en clase funcional IV, ocho (53,3%) en clase funcional III y uno (6,7%) en clase funcional II. Después de seis meses de observación, dos pacientes (13,3 %) estn en clase funcional II y 13 (86,7%) en clase funcional I.

Discusión

Se publicaron diversas técnicas con preservación subvalvular confirmando la mejora del desempeño ventricular, inclusive en corazones con importante compromiso de la función sistlica¹⁰⁻¹². Pocos son los trabajos en que no se verificaron beneficios con la preservación de las cuerdas tendinosas^{13,14}.

La evaluación ecocardiográfica se considera un método adecuado para proporcionar información sobre la geometría

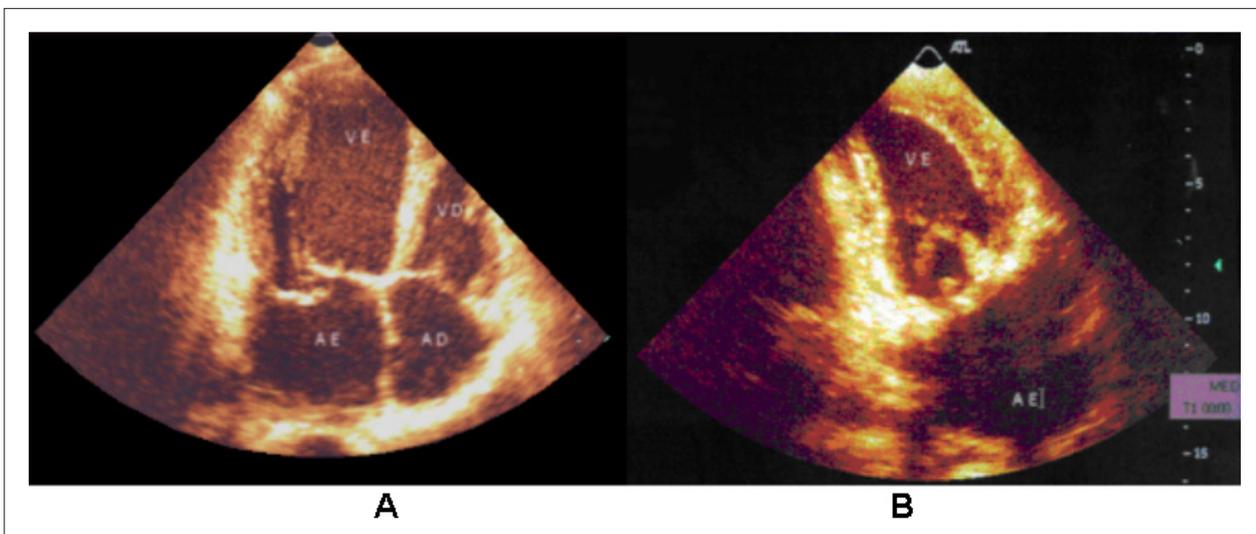


Figura 2 - Imagenes ecocardiográficas destacando la recuperación de la forma más elíptica del ventrículo izquierdo, seis meses después de la troca valvar mitral con papilopexia cruzada. A- Pr-operatorio, B- Pós-operatorio.

Tabla 2 - Resultados

Parámetros Ecocardiográficos	Preoperatorio		Postoperatorio		P
	Promedio	SD	Promedio	SD	
DDVI (mm)	65,3	8,7	51,5	8,6	<0,001
DSVI (mm)	44,3	9,1	35,2	11,1	<0,001
DAI (mm)	55,1	8,6	45,3	8,9	<0,001
VDF (ml)	229,7	85,0	130,5	51,7	<0,001
VSF (ml)	91,6	64,2	58,7	50,3	0,001
VS (ml)	138,0	41,0	78,5	30,8	0,002
FE (%)	62,9	14,0	61,9	11,7	0,684
Delta D (%)	32,1	9,4	32,2	8,7	0,917
Masa VI (g)	294,9	115,5	214,9	64,4	0,001
PSAP (mmHg)	53,4	13,1	32,9	7,9	<0,001

DDVI - Diámetro diastólico del ventrículo izquierdo, DSVI - Diámetro sistólico ventrículo izquierdo, D% - Porcentaje de acortamiento sistólico del ventrículo izquierdo, FE - Fracción de eyección, DAI - Diámetro atrial izquierdo, VDF - Volumen diastólico final, VSF - Volumen sistólico final, VS - Volumen sistólico, MC - Masa cardíaca, PSAP - Presión sistólica en la arteria pulmonar, MD = Promedio, SD - Desviación estándar.

y el estado funcional del corazón después de la sustitución de la válvula mitral, destacándose además el carácter no invasivo de este método en la evaluación del comportamiento de corazón¹⁵.

En la presente investigación se evidenció que la morfología ventricular izquierda fue transformada, lo que se refleja en la reducción significativa de los diámetros ventriculares. La tracción ejercida por los músculos papilares impide la dilatación diastólica pasiva y la pérdida de esta fuerza de contención repercute en la pared ventricular, pues la continuidad anulopapilar regular la precarga ventricular, determinando la fuerza de contracción¹⁶. Se observó reducción del acortamiento de la pared ventricular y discinesia tanto en la zona adyacente a la base de los papilares, como en el postoperatorio de sustitución valvular por la técnica convencional, reflejando directamente el perjuicio que la falta de tensión ejercida por los papilares causa a la pared ventricular¹⁷.

Se ha descrito la recuperación del porcentaje de acortamiento en los corazones en que se preservó el subvalvular¹⁸, que asociada al desempeño de la deformación torsional, refleja la contractilidad del cardiomiocito¹⁹. En la presente investigación, la evaluación del porcentaje de acortamiento sistólico presentó una discreta mejora. A pesar de no significativos, estos resultados pueden ser admitidos como satisfactorios, visto el tiempo de seguimiento de apenas seis meses.

La reducción de la masa cardíaca expresa el remodelado ventricular positivo, habiéndose observado, regresión de la hipertrofia en el 27,1% ($p=0,001$), por análisis de variación de masa del ventrículo izquierdo. Por otro lado, la disfunción miocárdica en los pacientes con insuficiencia mitral es generalmente enmascarada porque parte de la eyección ventricular se descarga en una cámara de baja presión y

resistencia, el atrio izquierdo. De esta forma, la fracción de eyección de los pacientes con insuficiencia mitral en el preoperatorio puede estar superestimada²⁰. Este detalle explica la constatación de la disminución de la fracción de eyección, en este estudio, del 1,6% ($p=0,684$) después de seis meses de seguimiento, a pesar de la mejora de las condiciones clínicas y del volumen eyectivo, resultados comunes a otros trabajos¹⁶. Además de ello, con la eliminación del flujo regurgitante, el aumento de la postcarga es inmediato, y el ventrículo izquierdo no adaptado pasa a eyectar la sangre contra la resistencia sistémica. Esto fue considerado causa importante de deterioro de la función ventricular en el postoperatorio de los pacientes con insuficiencia mitral. Por otro lado, el perjuicio ventricular es menos pronunciado en las plastias mitrales, lo que muestra que el aumento de la postcarga no ofrece explicación suficiente. Se cree, por lo tanto, que la preservación subvalvular en la reparación mitral sea crucial para los mejores resultados.

Tales evidencias justifican los esfuerzos de investigación para perfeccionamiento de las técnicas quirúrgicas correlacionadas. La viabilidad de la resuspensión de los músculos papilares puede también ser confirmada, por no haber generado restricción de los velos de las prótesis implantadas, y no causando obstrucción en la vía de entrada del ventrículo izquierdo, lo que también se refleja en la recuperación de la presión sistólica de la arteria pulmonar y en el remodelado atrial izquierdo. Se observó reducción significativa de los diámetros atriales izquierdos ($p<0,001$) y de la presión sistólica de la arteria pulmonar en 38,5%. El remodelado atrial izquierdo puede ser considerado factor pronóstico de mejora clínica y sobrevida después de la sustitución valvular²¹.

En presencia de regurgitación valvular aórtica, lo que se aplica al 26,6% de esta casuística, se confirmó el beneficio de la técnica empleada. En estos casos se observa que no hubo progresión de la disfunción ventricular, condición patológica en la cual es mucho mayor el potencial de dilatación y remodelado diastólico nocivo.

En corazones muy dilatados, con el aumento de la distancia interpapilar y su reposicionamiento más arriba en la cavidad ventricular, el apoyo de los papilares al acortamiento longitudinal es restringido.

En la técnica de sustitución valvular, originalmente descrita por Miki et al.²², los papilares se vuelven perfectamente paralelos a la pared ventricular, favoreciendo el desplazamiento más amplio de la pared y la esfericidad indeseable. La resuspensión de los músculos papilares, con la implantación de cada mitad del velo en la comisura opuesta tiene por objetivo aumentar la tensión de los papilares actuando más intensamente en el remodelado reverso del ventrículo izquierdo. Tal vez los beneficios puedan ser todavía más acentuados en los casos de miocardiopatía dilatada, asumiendo que los papilares vuelvan a participar en la contracción ventricular.

La técnica empleada en el presente estudio, al mismo tiempo que corrige la insuficiencia mitral, tiende al remodelado interno de la cavidad ventricular y reduce el diámetro de la base del corazón. Tal procedimiento disminuye la circunferencia del anillo mitral, a través del implante de una prótesis uno o dos tamaños menor que el anillo atrioventricular izquierdo.

Conclusión

Respetando las limitaciones por tratarse de estudio no aleatorio, no comparativo, con muestra pequeña y con seguimiento de apenas seis meses, la resuspensión de los músculos papilares es una alternativa técnica viable que posibilitó la recuperación geométrica de las cámaras cardíacas izquierdas.

Agradecimientos

Al Departamento de Cardiología de Santa Casa de Misericórdia de Goiânia: Ana Cláudia Nogueira, Delzirene Pinheiro Botelho, Rômulo Sales, Luiz Rassi Júnior, y Antônio Calzada Machado, por el apoyo constante y competente.

Referencias

1. Akins CW, Hilgenberg AD, Buckley MJ, Vlahakes GJ, Torchiana DF, Daggett VM, et al. Mitral valve reconstruction versus replacement for degenerative or ischemic mitral regurgitation. *Ann Thorac Surg.* 1994; 58 (3): 668-75.
2. Hennein HA, Swain JA, McIntosh CL, Bonow RO, Stone CD, Clark RE. Comparative assessment of chordal preservation versus chordal resection during mitral valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1990; 99: 828-37.
3. Yun KL, Sintek CF, Miller C, Pfeiffer TA, Kochamba GS, Khonsari S, et al. Randomized trial comparing partial versus complete chordal-sparing mitral valve replacement: effects on the left ventricular volume and function. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002; 123: 707-14.
4. Leal JC, Gregori F Jr, Galina LE, Thevenard R, Brailo DM. Avaliação ecocardiográfica em pacientes submetidos à substituição de cordas tendíneas rotas. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2007; 22 (2): 184-91.
5. Buffolo E, Paula IM, Branco JNR, Carvalho ACC, Mantovan I C, Caputi G. Tratamento da insuficiência cardíaca terminal através da correção da insuficiência mitral secundária e remodelação ventricular. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2001; 16 (3): 203-11.
6. Gaiotto FA, Puig LB, Mady C, Fernandes F, Tossuniam CE, Pardi MM, et al. Substituição da valva mitral com tração dos músculos papilares em pacientes com miocardiopatia dilatada. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2007; 22 (1): 68-74.
7. Gomes OM. Papilopexia para preservação da degeneração miocárdica após substituição mitral. *Arq Bras Cardiol.* 1987; 49 (supl. 1): 165-9.
8. Gomes OM, Gomes ES, Santana Fº GP, Pontes JCDV, Benfatti RA. Nova abordagem técnica para papilopexia cruzada em operação de substituição valvar mitral: resultados imediatos. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2005; 20 (3): 340-5.
9. The Criteria Committee of the New York Heart Association. Nomenclature and Criteria for Diagnosis of Diseases of the Heart and Great Vessels. 9th ed. Boston (Mass): Little, Brown & Co; 1994. p. 253-6.
10. David TE, Uden DE, Strauss HD. The importance of mitral apparatus in the left ventricular function after correction of mitral regurgitation. *Circulation.* 1983; 68 (Suppl 2): S76-82.
11. Hetzer R, Bougioukas G, Franz M, Borst HG. Mitral valve replacement with preservation of papillary muscles and chordae tendinae: revival of a seemingly forgotten concept. I. Preliminary clinical report. *Thorac Cardiovasc Surg.* 1983; 31 (5): 291-6.
12. Okita Y, Miki S, Ueda Y, Tahata T, Sakai T. Left ventricular function after mitral

Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

Fuentes de Financiación

El presente estudio no tuvo fuentes de financiación externas.

Vinculación Académica

Este artículo forma parte de Disertación de Maestría de Geraldo Paulino Santana Filho, por la Núcleo de pós-graduação e pesquisa da Fundação Cardiovascular São Francisco de Assis - Servcor.

- valve replacement with or without chordal preservation. *J Heart Valve Dis.* 1995; 4 (Suppl. 2): S181.
13. Rastelli GC, Tsakiris AG, Frye RL, Kirklin J. Exercise tolerance and hemodynamic studies after replacement of canine mitral valve with and without preservation of chordae tendinae. *Circulation.* 1967; 35 (Suppl. 4): S34-S41.
14. Björk VO, Björk L, Malers E. Left ventricular function after resection of the papillary muscles in patients with total mitral valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1964; 48 (4): 635-9.
15. Deutsch HJ, Curtis JM, Bongarth C, Behlke E, Boroski A, Vivie ER. Left ventricular geometry and function before and after mitral valve replacement. *J Heart Valve Dis.* 1994; 3: 288-94.
16. Goldman ME, Mora F, Guarino T, Fuster V, Mindich BP. Mitral valvuloplasty is superior to valve replacement for preservation of left ventricular function: an intraoperative two-dimensional echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol.* 1987; 10: 568-75.
17. Pitarys CJ II, Forman MB, Panayiotou H, Hansen DE. Long term effects of excision of the mitral valve apparatus on global and regional ventricular function in humans. *J Am Coll Cardiol.* 1990; 15: 557-63.
18. Izumi C, Himura Y, Iga K, Gen K, Komeda M, Ueda Y. Relationship between papillary muscle size and benefit to cardiac function in mitral valve replacement with chordal preservation. *J Heart Valve Dis.* 2001; 10: 57-64.
19. De Anda A, Komeda M, Nikolic SD, Daughters GT, Ingels NB, Miller C. Left ventricular function, twist and recoil after mitral valve replacement. *Circulation.* 1995; 92 (Suppl. 2): II458-II466.
20. Gomez-Doblas JJ, Schor J, Vignola P, Weinber D, Traad E, Carrillo R. Left ventricular geometry and operative mortality in patients undergoing mitral valve replacement. *Clin Cardiol.* 2001; 24: 717-22.
21. Reed D, Abbott RD, Smucker ML, Kaul S. Prediction of outcome after mitral valve replacement in patients with symptomatic chronic mitral regurgitation: the importance of left atrial size. *Circulation.* 1991; 84: 23-34.
22. Miki S, Kusuha K, Ueda Y, Komeda M, Okita Y, Tahata T. Mitral valve replacement with preservation of chordae tendinae and papillary muscles. *Ann Thorac Surg.* 1988; 45: 28-32.