

Restauración ventricular quirúrgica en la cardiomiopatía isquémica y no isquémica con insuficiencia cardíaca avanzada

Hisayoshi Suma

*Supervisor, Cardiac Surgery
The Cardiovascular Institute. Tokyo, Japón*

Surgical ventricular restoration for ischemic and non-ischemic cardiomyopathy with advanced heart failure

Current pharmacological therapy¹ and cardiac resynchronization therapy² have shown improved survival in patients with congestive heart failure. However, many patients still require heart transplantation, although this is not readily available due to a shortage of donors. Therefore, non-transplant cardiac surgery for congestive heart failure has gained enormous attention over the last decade³. Endoventricular circular patch plasty has widely been accepted in treating postinfarction ischemic cardiomyopathy^{4,6}, whereas partial left ventriculectomy has failed to show optimal results for non-ischemic cardiomyopathy⁷. Undersized mitral annuloplasty⁸ has been attempted, receiving favorable results because of its low operative risk with symptomatic relief, but its effect on longevity remains controversial⁹. Left ventricular volume is an important determinant of the surgical outcome in mitral annuloplasty for a dilated left ventricle. Recently, various procedures for left ventricular restoration by reducing volume and changing shape of the left ventricle has become aggressively attempted to treat the patients with advanced heart failure.

ISCHEMIC CARDIOMYOPATHY

Chronic ischemic heart failure has become a major public health problem in worldwide, partly due to an aged population and more effective treatment of acute

myocardial infarction. Despite significant improvements in medical management, patients with ischemic heart failure are repeatedly readmitted for hospital care.

The term 'ischemic cardiomyopathy' was introduced by Burch¹⁰ in 1972 to express a poorly functioning left ventricle due to diffuse patchy fibrosis caused by chronic myocardial ischemia. Dilatation of the left ventricle occurs in a chronic process of ventricular remodeling after myocardial infarction¹¹. Those having a non-aneurysmal diffuse akinetic left ventricle with chronic heart failure have been known to be less favorable candidates for CABG¹² and cardiac transplantation is a possible option when medical treatment has failed. To overcome a high mortality with medical treatment in these groups of patients, several attempts have been made to improve longevity by CABG since the 1970s¹²⁻¹⁴. While CABG alone has shown some benefit in selected groups of patients¹⁵, the results were generally poor in those patients with a dilated left ventricle associated with congestive heart failure. The left ventricular volume is an important predictor of outcome after myocardial infarction. The larger the volume, the higher the mortality¹⁶. Yamaguchi, et al.¹⁷ have demonstrated that the larger the LVESV, the poorer the later outcome following CABG, but the survival rate can be improved with ventricular restoration surgery in addition to CABG¹⁸. Several reports from Dor⁴, Menicanti⁵, RESTORE group⁶ with a large number of cases have shown that the operative mortality was 5-7% and 5 year survival rate was 65-75%.

Our experience in ventricular restoration for ischemic cardiomyopathy in 243 patients with non-aneurysmal di-

Correspondencia:
Hisayoshi Suma
Supervisor, Cardiac Surgery
The Cardiovascular Institute
7-3-10 Roppongi, Minato-ku
106-0032 Tokyo, Japón
E-mail: sumah@cvi.or.jp

Recibido 11 junio 2008
Aceptado 30 septiembre 2008

TABLE I. PATIENT CHARACTERISTICS IN ISCHEMIC CARDIOMYOPATHY

Ventriculoplasty for ICM	
No. of pts.	243
NYHA III	149 (61%)
IV	94 (39%)
MR ($\geq 2+$)	78 (32%)
EF (%)	23.8
LVDd (mm)	69.3
EDVI / ESVI (ml/m ²)	159.3/121.2
Operative death	14 (5.8%)

ICM: Ischemic cardiomyopathy; NYHA: New York Heart Association; MR: Mitral regurgitation; EF: Ejection fraction; LVDd: Left ventricular diastolic dimension; EDVI: Endodiastolic volume index; ESVI: Endosystolic volume index.

lated left ventricle following myocardial infarction, all patients had NYHA class III or IV heart failure. One third of patients had mitral regurgitation 2+ or more and a mean ejection fraction was 23.8% (Table I). The operative mortality was 5.8%, and 5 year survival rate was 73% in patients without mitral regurgitation and 67% in patients with mitral reconstruction in addition to ventriculoplasty. Those surgical results were better than the reported result of medical treatment for ischemic mitral regurgitation¹⁹ (Fig. 1).

The ongoing STICH trial (Surgical Treatment of IsChemic Heart failure) is an international randomized controlled clinical trial testing two primary hypotheses. The first is that coronary artery bypass grafting (CABG) confers long-term benefits in terms of mortality, morbidity, quality of life, and cost, over medical therapy in patients with depressed ejection fraction ($\leq 35\%$) and coronary vessels amenable for grafting. The second hypothesis is that surgical optimization of left ventricular shape and size by surgical ventricular restoration combined with CABG improves survival, morbidity and quality of life vs. CABG alone. To date, enrollment is completed for studies of both hypotheses, and nearly 2,000 patients have been enrolled at 96 centers in 25 countries. The primary outcome of the study on the second hypothesis is expected in 2009, and data regarding the first hypothesis are expected in 2011. The need for this randomized trial for both hypotheses arises from the fact that data on the superiority of surgery over medical therapy are old and were obtained in small series from the CASS study²⁰ that analyzed very few patients with a depressed ejection fraction, and also that the results of adding surgical ventricular restoration to CABG, although promising, are observational and need to be validated.

NON-ISCHEMIC CARDIOMYOPATHY

The surgical strategy to manage non-ischemic cardiomyopathy is still unclear. The initial dilemma is that there are many specific and non-specific causes of non-ischemic

cardiomyopathy, such as valvular disease, alcoholism, hypertension, myocarditis, sarcoidosis, and several types of idiopathic cardiomyopathy that may include unknown etiologies. Sometimes, it is difficult to obtain a definitive diagnosis before the surgery. Myocardial viability, and its regional distribution is another difficult aspect to assess when making decisions for surgical intervention. In patients with globally dilated left ventricle with heart failure, end-stage means medically refractory severe heart failure that defines a clinical status of low ejection fraction, elevated pulmonary artery pressure, and is associated with valvular insufficiency when ventricular function deteriorates. However, precise information is lacking regarding extent of myocardial damage, and its reversibility.

In the last decade, there are two different procedures have introduced as a non-transplant cardiac surgery for non-ischemic dilated cardiomyopathy. The one is the undersizing mitral annuloplasty by Bolling⁸ and the other is the partial left ventriculectomy by Batista²¹.

Undersizing mitral annuloplasty⁸ has shown favorable results because of its low operative risk with symptomatic relief, but its effect on longevity remains controversial⁹. Recently we found that the left ventricular volume is an important determinant of the surgical outcome in mitral annuloplasty for a dilated left ventricle²². Therefore, we need an effective procedure to reduce the left ventricular volume in cases of excessively dilated left ventricles in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy associated with mitral regurgitation.

The partial left ventriculectomy has failed to show optimal results for non-ischemic cardiomyopathy, as shown by the Cleveland Clinic⁷. They reported a 3-year study of the partial left ventriculectomy in 62 patients with idiopathic dilated cardiomyopathy who were listed for heart transplantation. One- and 3-year survival rates were 80 and 60%, and event-free (cardiac transplantation, ventricular assistance device, class IV heart failure, or death) rates were 49 and 26%, respectively. The ejection fraction increased from 16 to 31.5% early after the surgery and stayed nearly the same at the end of 3 years. The left ventricular diastolic dimension and end-diastolic volume index both decreased without significant redilatation at 3 years. Elevated pulmonary artery pressure and low peak oxygen consumption were found to be preoperative high risk factors. Consequently, they abandoned the partial left ventriculectomy procedure due to a poor postoperative outcome. However, they delivered an important message by showing that one quarter of the partial left ventriculectomy patients can survive without cardiac events at 3 years. If we can find a proper method to select those patients, a number of individuals on the cardiac transplant list can be successfully saved.

In advanced idiopathic dilated cardiomyopathy, the extent of interstitial fibrosis and the decreased myocar-

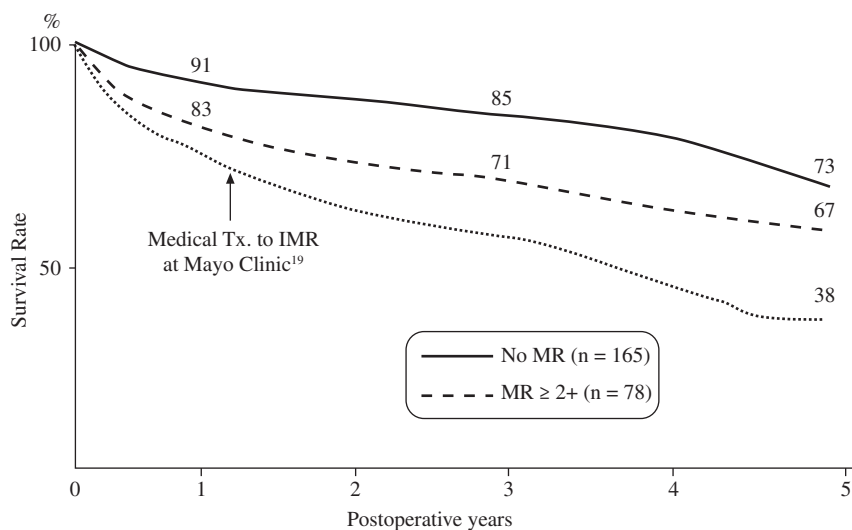


Figura 1. Five year survival curve of ventriculoplasty for ischemic cardiomyopathy.

dial contraction area in the left ventricle are not uniform²³. Yanagida, et al.²⁴ have shown heterogeneity of wall motion abnormality in idiopathic cardiomyopathy, and found that the septum was more akinetic than the posteroinferior wall in 8 out of 10 patients. In our experience, nearly half of the patients with advanced idiopathic dilated cardiomyopathy admitted to our hospital have shown an akinetic septum with a relatively kinetic posterolateral wall. Those patients must be unsuitable candidates for the partial left ventriculectomy. The consequence of this was a site-selected exclusion of the left ventricle, either the lateral wall or the septum, for left ventricular downsizing²⁵. To exclude the septum for idiopathic dilated cardiomyopathy, we designed and introduced the septal anterior ventricular exclusion (SAVE) procedure²⁶ (Fig. 2).

In our experience with 95 patients (81 men, mean age: 54 years) with idiopathic dilated cardiomyopathy, New York Heart Association class III/IV was 44/51, and 33 patients (36%) were inotropic dependent preoperatively. Mitral regurgitation ($\geq 2+$) was noted in all patients. All patients underwent left ventriculoplasty (septal anterior ventricular exclusion in 38, partial left ventriculectomy in 57) and mitral reconstruction (repair 53, replacement 42). Fifty-two patients (55%) had concomitant tricuspid repair. Intra-aortic balloon pumping and left ventricular assist device was used in 24 patients and two patients, respectively. As a result, hospital mortality was 11.6% (11 of 95), with 6.6% (5 of 76) in elective and 31.6% (6 of 19) in emergency operations. The ejection fraction and cardiac index increased from 22.3 ± 6.3 to $27.2 \pm 8.0\%$, and from 2.3 ± 0.5 to 2.8 ± 0.5 ml/m²/min, respectively ($p < 0.001$). The end-diastolic volume index, end-systolic volume index and diastolic dimension decreased from 232.9 ± 56.1 to 160.0 ± 49.8 ml/m², from 178.9 ± 46.7 to 113.8 ± 44.7 ml/m² and from 82.0 ± 9.0

to 68.9 ± 11.6 mm, respectively ($p < 0.001$). Late death occurred in 27 patients with 22 cardiac deaths. The mean NYHA class was 1.7 among the survivors. One-, 3- and 5-year survival rates were 72.8, 61.4 and 50.5%, respectively (Fig. 3). In the 62 patients who were non-inotropic dependent preoperatively, 1, 3, and 5 year survival rates (81.8, 73.7 and 62.9%) were significantly better than the inotropic-dependent group (55.3, 37.3 and 28.0%). By application of the exclusion site selection method, the two different ventriculoplasty procedures (SAVE or PLV) did not show significant difference in survival rate. Multivariate analysis showed that preoperative inotropes and old age were significant predictors for postoperative mortality.

In conclusion, the selected ventriculoplasty in combination with mitral annuloplasty is a useful option for patients with an extremely dilated left ventricle in idiopathic dilated cardiomyopathy.

La terapia farmacológica actual¹ y la resincronización cardíaca² han mejorado la supervivencia de los pacientes con insuficiencia cardíaca (IC). Sin embargo, muchos necesitan un trasplante cardíaco, si bien sabemos las limitaciones por la falta de donantes. Por lo tanto, la cirugía cardíaca no trasplantadora ha recibido enorme interés en la última década³. La plastia circular endoven-tricular es un tratamiento aceptado en la cardiopatía isquémica postinfarto⁴⁻⁶, mientras que la ventriculectomía izquierda parcial no ha tenido buenos resultados en la cardiopatía no isquémica⁷. La anuloplastia mitral reductora⁸ ha tenido buenos resultados en cuanto a bajo riesgo operatorio y mejoría de la sintomatología, pero su

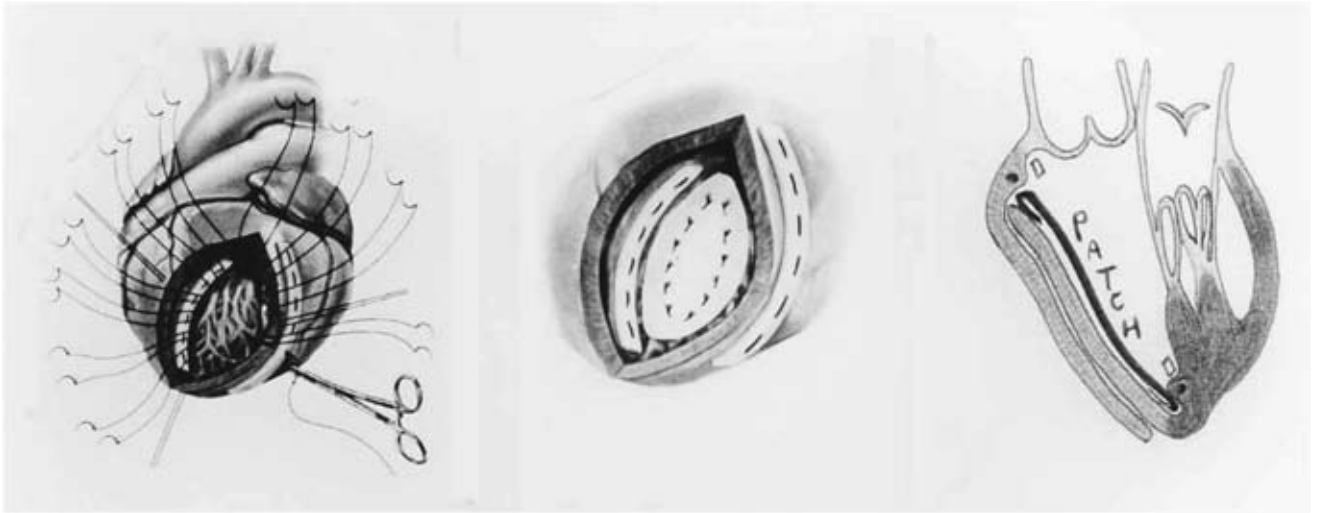


Figura 2. Septal anterior ventricular exclusion (SAVE) procedure.

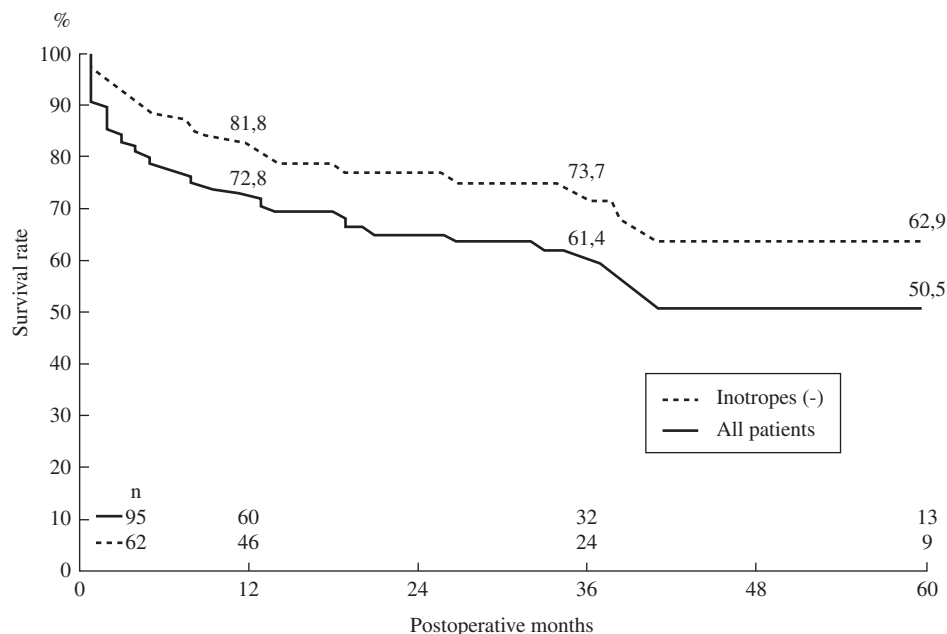


Figura 3. Five year survival curve of ventriculoplasty for idiopathic dilated cardiomyopathy.

efecto alejado es motivo de controversia⁹. El volumen ventricular izquierdo es determinante en el resultado de la anuloplastia mitral en un ventrículo izquierdo (VI) dilatado. Recientemente se han propuesto diversos procedimientos para la restauración ventricular izquierda mediante la reducción de volumen y el cambio en la morfología en los pacientes con IC avanzada.

CARDIOMIOPATÍA ISQUÉMICA

La IC crónica es un problema mayor de salud pública en todo el mundo, por el incremento de la edad media de la

población y por los tratamientos más efectivos en el infarto agudo de miocardio. A pesar de las mejoras terapéuticas, los pacientes con IC necesitan múltiples ingresos.

El término «cardiomiopatía isquémica» fue introducido por Burch en 1972¹⁰ para expresar un VI con mala función por fibrosis difusa por isquemia crónica. La dilatación del VI es un proceso crónico de remodelado después de un infarto¹¹. Los casos de VI acinético difuso no aneurismático son peores candidatos para cirugía coronaria¹², y el trasplante es una opción cuando el tratamiento médico ha fracasado. Desde la década de 1970 se ha intentado mejorar la longevidad mediante derivación coronaria¹²⁻¹⁴ en estos grupos. Si bien la cirugía coronaria ha sido beneficio-

sa en algunos subgrupos¹⁵, los resultados fueron, en general, peores en los pacientes con VI dilatado asociado a IC. El volumen de VI es determinante de mortalidad en el infarto agudo, ya que a mayor volumen, mayor mortalidad¹⁶. Yamaguchi, et al.¹⁷ han demostrado que, cuanto mayor es el volumen telediastólico del VI, peor es el resultado alejado de la cirugía coronaria, pero la mortalidad puede mejorar si se asocia remodelado de VI¹⁸. Diversos trabajos de Dor⁴, Menicanti⁵ y el grupo RESTORE⁶, con número más elevado de pacientes, han demostrado mortalidades quirúrgicas del 5-7% y supervivencia a 5 años del 65-75%.

En nuestra experiencia en la restauración ventricular por cardiomiopatía isquémica en 243 pacientes con VI dilatado no aneurismático, todos los pacientes estaban en clase III-IV con IC. Un tercio tenían insuficiencia mitral superior a 2+, y la fracción de eyección media era 23,8% (Tabla I). La mortalidad hospitalaria fue del 5,8%, y la supervivencia a 5 años del 73% en los casos sin reparación mitral, y del 67% con reparación mitral además de la ventriculoplastia. Estos resultados eran superiores a los comunicados con tratamiento médico de la insuficiencia mitral¹⁹ (Fig. 1).

El ensayo STICH (*Surgical Treatment of IsChemic Heart failure*) es un estudio controlado aleatorio internacional que evalúa dos hipótesis primarias. La primera es que la cirugía coronaria aporta beneficios a largo plazo en mortalidad, morbilidad, calidad de vida y coste sobre el tratamiento médico en pacientes con fracción de eyección inferior a 35% y vasos coronarios susceptibles de revascularización. La segunda hipótesis es que la optimización de la morfología y tamaño del VI mediante restauración quirúrgica combinada con revascularización mejora la supervivencia, morbilidad y calidad de vida frente a la revascularización aislada. Hasta el momento se ha completado el reclutamiento para los estudios de ambas hipótesis, con casi 2.000 pacientes en 96 centros de 25 países. El resultado primario del estudio sobre la segunda hipótesis se espera en 2009, y los datos relativos a la primera hipótesis en 2011. La necesidad de este estudio aleatorizado para ambas hipótesis deriva de que los datos de superioridad de la cirugía sobre el tratamiento médico se obtuvieron del estudio CASS²⁰ –que analizó a pocos pacientes con función VI deprimida–, así como de que los resultados de añadir restauración VI a la revascularización son observacionales y necesitan ser validados.

CARDIOMIOPATÍA NO ISQUÉMICA

La estrategia quirúrgica en la cardiomiopatía no isquémica todavía no está clara. El dilema inicial es que hay multitud de causas específicas e inespecíficas como la enfermedad valvular, alcoholismo, hipertensión, miocarditis, sarcoidosis y en algunos casos etiologías desconocidas. En ocasiones es difícil el diagnóstico prequirúrgico. La viabilidad miocárdica y su distribución regional es otro aspecto difícil a considerar

a la hora de decidir una intervención quirúrgica. En pacientes con VI globalmente dilatado e IC terminal significa IC grave refractaria que define un estado clínico de baja fracción de eyección, presión pulmonar elevada, y que se asocia con insuficiencia valvular cuando la función de VI se deteriora. Sin embargo, falta información precisa relacionada con el daño miocárdico y su reversibilidad.

En la última década se han popularizado dos procedimientos como alternativa al trasplante para la cardiomiopatía dilatada no isquémica. Uno es la anuloplastia reductora de Bolling⁸, y el otro la ventriculectomía parcial de Batista²¹.

La anuloplastia reductora⁸ ha mostrado resultados favorables por su bajo riesgo operatorio y la mejoría de síntomas, pero su efecto sobre la supervivencia es discutido⁹. Hemos comprobado que el volumen VI es un determinante de importancia en los casos de VI²². Por consiguiente, necesitamos un procedimiento eficaz en la reducción del volumen en los casos de dilatación excesiva de VI en pacientes con cardiomiopatía dilatada asociada a insuficiencia mitral.

La ventriculectomía izquierda parcial no ha tenido buenos resultados, tal y como demostró el grupo de la *Cleveland Clinic*⁷. Este grupo comunicó resultados de 3 años en 62 pacientes que estaban en lista de espera para trasplante. La supervivencia a 1 y 3 años fue del 80 y 60%, y las tasas de libertad de eventos (trasplante, asistencia ventricular, IC en clase IV o muerte) de 49 y 26%, respectivamente. La fracción de eyección aumentó del 16 al 31,5% después de la intervención, y permaneció así al final del tercer año. La dimensión diastólica y el índice de volumen telediastólico VI disminuyeron sin redilatación significativa a los 3 años. Se confirmó que la presión pulmonar elevada y el consumo máximo de oxígeno disminuido fueron los factores preoperatorios de riesgo. Por consiguiente, este grupo abandonó el procedimiento por la pobreza de los resultados. Sin embargo, el mensaje de gran importancia fue que una cuarta parte de los pacientes con ventriculectomía pueden sobrevivir hasta 3 años sin eventos. Si se encontrara un método apropiado de selección de los pacientes, podría haberse retirado un cierto número de pacientes de la lista de espera de trasplante.

En la cardiomiopatía dilatada avanzada, la extensión de la fibrosis intersticial y del área contráctil miocárdica del VI no son uniformes²³. Yanagida, et al.²⁴ han demostrado la heterogeneidad de la anomalía de contracción parietal, y encontraron que el septo estaba más acinético que la pared posterior en ocho de 10 pacientes. En nuestra experiencia, la mitad de los pacientes con cardiomiopatía dilatada idiopática que ingresan en nuestro hospital tienen septo acinético con pared posterolateral hipocinética y no son candidatos a ventriculectomía parcial. La consecuencia es una exclusión del VI seleccionada por áreas, tanto pared lateral como septo, para la reducción ventricular²⁵. Para excluir el septo, diseñamos el procedimiento de exclusión ventricular septal anterior (SAVE)²⁶ (Fig. 2).

En nuestra experiencia de 95 pacientes (81 hombres, edad media 54) con cardiomiopatía dilatada idiopática, la clase funcional NYHA III/IV fue 44/51, y 33 pacientes (36%) dependían de inotropos antes de la intervención. Se apreció insuficiencia mitral 2+ o superior en todos los casos. Se practicó ventriculoplastia izquierda (SAVE en 28, ventriculectomía parcial en 57) y reconstrucción mitral (reparación 53, sustitución 42). En 52 pacientes se practicó reparación tricúspide. Necesitaron balón intraaórtico 24 pacientes, y dos, asistencia ventricular. La mortalidad hospitalaria fue del 11,6% (11/95), siendo del 6,6% (5/76) en los electivos y del 31,6% (6/19) en los urgentes. La fracción de eyección y el índice cardíaco aumentaron de $22,3 \pm 6,3$ a $27,2 \pm 8,0\%$ y de $2,3 \pm 0,5$ a $2,8 \pm 0,5$ ml/m²/min, respectivamente ($p < 0,001$). Los índices de volumen telediastólico, volumen tele-sistólico y dimensión diastólica disminuyeron de $232,9 \pm 56,1$ a $160,0 \pm 49,8$ ml/m², de $178,9 \pm 46,7$ a $113,8 \pm 44,7$ ml/m², y de $82,0 \pm 9,0$ a $68,9 \pm 11,6$ mm, respectivamente ($p < 0,001$). Veintisiete pacientes fallecieron en el seguimiento y 22 fueron muertes cardíacas. La clase NYHA promedio fue 1,7 en los supervivientes. Las tasas de supervivencia a 1, 3 y 5 años fueron 72,8, 61,4 y 50,5%, respectivamente (Fig. 3). En los 62 pacientes que no dependían de inotropos antes de la intervención, las tasas de supervivencia a 1, 3 y 5 años (81,8, 73,7 y 62,9%) fueron significativamente superiores que en los dependientes de inotropos (55,3, 37,3 y 28,0%). Mediante la aplicación del método de selección del lugar de exclusión, los dos procedimientos de ventriculoplastia (SAVE y PLV) no mostraron diferencias significativas en la tasa de supervivencia. El análisis multivariado demostró que el uso preoperatorio de inotropos y la edad avanzada fueron factores predictores de mortalidad postoperatoria.

La conclusión de todo ello es que la ventriculoplastia seleccionada en combinación con anuloplastia mitral es una opción útil en pacientes con dilatación extrema de VI en la cardiomiopatía dilatada idiopática.

BIBLIOGRAFÍA

- Packer M, Coats AJ, Fowler MB, et al. Carvedilol Prospective Randomized Cumulative Survival Study Group. Effect of carvedilol on survival in severe chronic heart failure. *N Engl J Med.* 2001;344:1651-8.
- Cleland JG, Daubert JC, Erdmann E, 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;352:1539-49.
- Suma H, Isomura T, Horii T, et al. Non-transplant cardiac surgery for end-stage cardiomyopathy. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2000;119:1233-45.
- Dor V. Left ventricular reconstruction: the aim and the reality after twenty years. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004;128:17-20.
- Menicanti L, Di Donato M. The Dor procedure: what has changed after fifteen years of clinical practice? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002;124:886-90.
- Athanasuleas CL, Buckberg GD, Stanley AWH, et al.; the RESTORE Group. Surgical ventricular restoration in the treatment of congestive heart failure due to post-infarction ventricular dilation. *J Am Coll Cardiol.* 2004;44:1439-45.
- Franco-Cereceda A, McCarthy PM, Blackstone EH, et al. Partial left ventriculectomy for dilated cardiomyopathy: is this an alternative to transplantation? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2001;121:879-93.
- Bolling SF, Pagani FD, Deeb GM, Bach DS. Intermediate-term outcome of mitral reconstruction in cardiomyopathy. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1998;115:381-8.
- Wu AH, Aaronson KD, Bolling SF, Pagani FD, Welch K, Koelling TM. Impact of mitral valve anuloplasty in mortality risk on patients with mitral regurgitation and left ventricular systolic dysfunction. *J Am Coll Cardiol.* 2005;45:381-7.
- Burch GE, Tsui CY, Harb JM. Ischemic cardiomyopathy. *Am Heart J.* 1972;83:340-50.
- Gaudron P, Eilles C, Kugler I, Ertl G. Progressive left ventricular dysfunction and remodeling after myocardial infarction. Potential mechanisms and early predictors. *Circulation.* 1993;87:755-63.
- Manley JC, King JF, Zeft HJ, Johnson WD. The 'Bad' ventricle: results of coronary surgery and effect on late survival. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1976;72:841-8.
- Yatteau RF, Peter RH, Behar VS, Bartle AG, Rosati RA, Kong Y. Ischemic cardiomyopathy: the myopathy of coronary artery disease. *Am J Cardiol.* 1974;34:520-5.
- Faulkner SL, Stoney WS, Alford WC, et al. Ischemic cardiomyopathy: medical vs. surgical treatment. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1977;74:77-88.
- Dreyfus GD, Duboc D, Blasco A, et al. Myocardial viability assessment in ischemic cardiomyopathy: benefits of coronary revascularization. *Ann Thorac Surg.* 1994;57:1402-7.
- White HD, Norris RM, Brown MA, Brandt PWT, Whitlock RML, Wild CJ. Left ventricular end-systolic volume as the major determinant of survival after recovery from myocardial infarction. *Circulation.* 1987;76:44-51.
- Yamaguchi A, Ino T, Adachi H, et al. Left ventricular volume predicts postoperative course in patients with ischemic cardiomyopathy. *Ann Thorac Surg.* 1998;65:434-8.
- Yamaguchi A, Adachi H, Kawahito K, Murata S, Ino T. Left ventricular reconstruction benefits patients with dilated ischemic cardiomyopathy. *Ann Thorac Surg.* 2005;79:456-61.
- Grigioni F, Enríquez-Sarano M, Zehr KJ, Bailey KR, Tajik AJ. Ischemic mitral regurgitation: long-term outcome and prognostic implications with quantitative Doppler assessment. *Circulation.* 2001;103:1759-64.
- Alderman EL, Fisher LD, Litwin P, et al. Results of coronary artery surgery in patients with poor left ventricular function (CASS). *Circulation.* 1983;68:785-95.
- Batista RJV, Verde J, Nery P, et al. Partial left ventriculectomy to treat end-stage heart disease. *Ann Thorac Surg.* 1997;64:634-8.
- Horii T, Suma H, Isomura T, Nomura F, Hoshino J. Left ventricle volume affects the result of mitral valve surgery for idiopathic dilated cardiomyopathy to treat congestive heart failure. *Ann Thorac Surg.* 2006;82:1349-55.
- Suma H. Left ventriculoplasty for non-ischemic dilated cardiomyopathy. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2001;13:514-21.
- Yanagida R, Sugawara M, Kawai A, Koyanagi H. Regional differences in myocardial work of the left ventricle in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy: implications for surgical technique used for left ventriculoplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2001;122:600-7.
- Suma H, Tanabe H, Uejima T, Suzuki S, Horii T, Isomura T. Selected ventriculoplasty for idiopathic dilated cardiomyopathy with advanced congestive heart failure: midterm results and risk analysis. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2007;32:912-6.
- Suma H, Isomura T, Horii T, Nomura F. Septal anterior ventricular exclusion procedure for idiopathic dilated cardiomyopathy. *Ann Thorac Surg.* 2006;82:1344-8.