

Morbimortalidad precoz y alejada del reemplazo valvular aórtico con prótesis mecánica y biológica durante la última década: El estándar de oro

Pedro Becker, Alejandro Ramírez, Ignacio Cifuentes, Rolando Rebolledo, Ricardo Zalaquett, Sergio Morán, Claudio Arretz, Iván Godoy, Manuel José Irrazábal

Early and late morbidity and mortality of aortic valve replacement with mechanical or biological prostheses during the last decade: The gold standard

Background: There is a growing interest in alternative techniques for aortic valve replacement (AVR). Therefore it is important to have updated results of conventional AVR as a valid comparative standard. **Aim:** To evaluate both perioperative and late morbidity and mortality in patients undergoing conventional AVR, with either mechanical (RVAm) or biological (RVAb) prostheses. **Patients and methods:** Retrospective review of medical records and operative protocols of patients undergoing AVR between January 1995 and December 2005. Patients with previous cardiac surgery, aortic balloonplasty or simultaneous cardiovascular procedures were excluded. **Results:** During the study period, 788 patients underwent AVR and 317 met the inclusion criteria. Of the latter, 175 patients aged 13 to 83 years (63% males) were subjected to AVRm and 142 patients aged 49 to 87 years (64% males), were subjected to AVRb. Five (1.6%) patients died during the perioperative period (one AVRm and four AVRb). All were older than 65 years. Perioperative complications were recorded in 29 and 25% of patients in AVRm and AVRb groups, respectively (NS). During a median follow-up of six years, complications were recorded in 12 and 4% of patients in AVRm and AVRb groups, respectively ($p < 0.05$). The actuarial survival for AVRm group at 1, 5 and 10 years, was 96, 92 and 87%, respectively. The figures for AVRb group were 95, 86 and 83%, respectively (NS). The 10 year reintervention free survival was 97% for the AVRm group and 84% for the AVRb ($p < 0.05$). **Conclusions:** Perioperative mortality and rates of complications of AVR in this series of patients are low, which compares favorably with other series (Rev Méd Chile 2009; 137: 1153-62). **(Key words:** Aortic valve; Cardiovascular surgical procedures; Thoracic surgery)

Recibido el 9 de enero, 2009. Aceptado el 24 de julio, 2009.

Departamento de Enfermedades Cardiovasculares. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

Correspondencia a: Dr. Pedro Becker R. Hospital Clínico, Pontificia Universidad Católica de Chile. Marcoleta 367, 6° piso. Teléfonos: 633 3030-354 3231. Fax: 639 0108. E mail: pbecker@med.puc.cl

El reemplazo valvular aórtico (RVA) es una cirugía frecuente, bien estandarizada, y con resultados demostrados de mejoría en la capacidad funcional y aumento en la sobrevida de los pacientes¹⁻⁸. El RVA, ya sea con una prótesis biológica o mecánica, ha constituido hasta ahora el *Estándar de oro* del tratamiento de la patología de la válvula aórtica que requiere reemplazo. Sin embargo, desde hace ya varios años existe un creciente interés por emplear técnicas alternativas de RVA tales como la operación de Ross, el uso de homoinjerto aórtico, o el implante percutáneo de válvulas⁹⁻²³. Dado este interés nos parece importante contar con resultados actualizados de RVA convencional, para así tener un punto de comparación válido al evaluar estas técnicas. Por lo demás existen escasos reportes de RVA en nuestro medio con seguimiento alejado.

Un problema potencial en pacientes con RVA es la presencia de desproporción prótesis-paciente (DPP). Esta desproporción está presente cuando el área efectiva de la prótesis valvular aórtica, después de su implante en el paciente, es menor que el área de una válvula normal, situación que en mayor o menor medida siempre existe, por cuanto el anillo de sutura de la prótesis como los velos o discos artificiales limitan en algún grado el área efectiva por donde pasa la sangre. Algunos estudios han mostrado que la presencia de DPP afecta negativamente la reversión de la hipertrofia ventricular, la capacidad funcional e incluso la sobrevida en algunos subgrupos²⁴⁻²⁸. Procedimientos alternativos, como el uso de homo o autoinjertos presentarían ventajas en cuanto a menor DPP.

Nuestro objetivo primario fue evaluar la morbi-mortalidad perioperatoria y tardía del RVA en nuestra institución, durante los últimos 10 años, tanto con prótesis mecánica (RVAm) como biológica (RVAb). Un objetivo secundario de nuestro estudio fue evaluar el grado de DPP y correlacionarlo con el grado de reversión de la hipertrofia ventricular y la mortalidad en ambos grupos.

PACIENTES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo de los pacientes sometidos a RVA entre enero de 1995 y diciembre de 2005 en nuestra institución. Con este

fin se revisaron sus protocolos operatorios, fichas clínicas, fichas de seguimiento ambulatorio, ecocardiogramas y certificados de defunción en el Registro Civil. Se excluyeron los pacientes con cirugía cardíaca previa, balonplastía aórtica y en quienes se realizó simultáneamente otro procedimiento cardiovascular, tales como cirugía de revascularización miocárdica, reemplazo valvular mitral, plastia mitral o tricuspídea.

Durante el período del estudio se operaron 788 pacientes de RVA. De éstos, 317 cumplían con los criterios de inclusión, 175 en el grupo de RVAm y 142 en el de RVAb. La mediana de edad fue de 55 años para el grupo de RVAm y 68 años para el grupo de RVAb. Dos tercios de los pacientes en ambos grupos correspondían a hombres. Más de 50% de los pacientes en ambos grupos se operaron en capacidad funcional III o IV. La principal indicación quirúrgica fue por estenosis de la válvula aórtica (Tabla 1). La etiología más frecuente de valvulopatía fue la degenerativa aterosclerótica, destacando la válvula bicúspide (34%) en el grupo de RVAm, seguramente por corresponder a un grupo más joven (Tabla 2).

Características operatorias. Si bien a algunos pacientes se les realizó una miniesternotomía, la mayoría de los pacientes fueron operados a través de una esternotomía media convencional.

Todos los pacientes se operaron con circulación extracorpórea (CEC), hipotermia moderada de $\pm 30^{\circ}\text{C}$ y cardioplegia cristaloide anterógrada o retrógrada. En el grupo de RVAm la mediana de los tiempos de CEC y oclusión aórtica fueron 115 y 80 minutos respectivamente, y en el grupo de RVAb fueron de 104 y 77 minutos, respectivamente. En seis pacientes se realizó algún procedimiento de ampliación del anillo aórtico, 3 (1,7%) en el grupo de RVAm, y 3 (2,1%) en el grupo de RVAb.

Las prótesis más utilizadas fueron la prótesis de doble disco St. Jude en el grupo de RVAm, y la prótesis Carpentier Edwards Perimount en el grupo de RVAb (Tabla 3). El criterio de selección del tipo de prótesis (mecánica versus biológica) se hizo en base a características y preferencias de cada paciente, y la decisión del tipo específico dependió fundamentalmente de los modelos de prótesis disponibles en nuestro grupo, siendo Saint Jude y Carpentier Edwards Perimount (válvula de pericardio bovino) las que constituyen nuestra preferencia durante prácticamente los últimos 10 años.

Tabla 1. Características preoperatorias de los pacientes sometidos a RVA

	RVAm		RVAb	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Número de pacientes	175		142	
Edad (años)	55 (13-83)		68 (49-87)	
Hombres	110	63	91	64
IMC (Kg/m ²)	27,2 ± 5,2		25,9 ± 5,1	
Superficie Corporal (m ²)	1,82 ± 0,2		1,78 ± 0,2	
HTA	50	42	48	51,6
DM	10	8,4	8	8,6
Hipercolesterolemia (>200 mg/dl)	29	24	35	37,6
Tabaquismo	35	29	11	11,6
IRC (Creatinina > 2)	6	5	1	1,1
IAM < 90 días	3	2,5	2	2,2
IAM >90 días	0	0	2	2,2
Endocarditis bacteriana	10	5,7	8	5,6
EPOC	3	2,5	2	2,2
Capacidad Funcional (NYHA) I	12	12	3	4
II	35	36	28	39
III	45	46	36	51
IV	5	5,2	4	6
Área de válvula aórtica (cm ²)	0,7 ± 0,3		0,6 ± 0,2	
Fracción de acortamiento	32 ± 9		29,1 ± 11	
Diámetro VI Diástole (cm)	57,7 ± 14		55,6 ± 11,4	
Diámetro VI Sístole (cm)	39 ± 14		35,9 ± 12	
Indicación quirúrgica Estenosis	92	56	94	70
Insuficiencia	43	26	25	18
Enfermedad (doble lesión)	29	18	16	12
Cirugía de urgencia	12	6,9	14	9,9

Los porcentajes están expresados en relación al total de datos disponibles de cada variable

Tabla 2. Etiología de la valvulopatía aórtica en los pacientes sometidos a RVA

Etiología	RVAm	RVAb
Degenerativa aterosclerótica	71 (43%)	92 (68%)
Bicúspide	55 (34%)	26 (19%)
Reumática	17 (10%)	7 (5%)
Endocarditis	14 (9%)	9 (6%)
Anuloectasia	7 (4%)	2 (2%)

En todos los pacientes con prótesis mecánica se utilizó anticoagulación oral con acenocumarol o warfarina, desde el segundo día postoperatorio. Se utilizó como objetivo un *International Normalized Ratio* (INR) de 2,5 a 3, el cual se controló

mediante muestras de sangre mensuales una vez alcanzada una dosis e INR estable.

El seguimiento de los pacientes se realizó hasta febrero de 2006, complementando a los métodos antes descritos el contacto telefónico y

Tabla 3. Prótesis utilizadas en los pacientes sometidos a RVA

Prótesis mecánicas	
St. Jude	98 (60%)
St. Jude HP	53 (32%)
Carbomedics	12 (7%)
Sorín	1 (1%)
Prótesis biológicas	
Carpentier Edwards Perimount	76 (56%)
Carpentier Edwards Porcina	51 (38%)
Mitroflow	5 (4%)
Carpentier Edwards Perimount Magna	1 (1%)

de los cardiólogos tratantes, siendo la mediana de seguimiento de 6 años (1-12 años), con 100% de seguimiento para mortalidad y 83% para morbilidad tardía.

Cálculo de la desproporción prótesis-paciente (DPP). Como medición del DPP se realizó el cálculo del área de orificio efectivo (EOA) corregido por superficie corporal (iEOA). Dado que los valores de EOA *in vitro* entregados por las empresas dedicadas a la manufactura de prótesis tienden a sobreestimar los valores reales de EOA *in vivo*, y que en nuestros registros ecocardiográficos no contábamos con la medición de EOA, utilizamos la mejor evidencia disponible en la literatura de cálculo *in vivo* de EOA, para cada tipo de válvula²⁹. Consideramos una DPP no hemodinámicamente significativa o normal si el iEOA (área de orificio efectivo corregido por superficie corporal) era mayor a 0,85 cm²/m², una DPP moderada si el iEOA estaba entre 0,61 y 0,85 cm²/m², y severa si el valor de iEOA era menor a 0,61³⁰.

Estadística. Las variables cuantitativas continuas se expresaron como media ± desviación estándar o como mediana y rango, esto último en aquellas con mayor variabilidad o dispersión. Las variables cuantitativas discretas y cualitativas se expresaron como porcentajes. Para el análisis de sobrevida se realizaron curvas de Kaplan-Meier y Log Rank test. Para comparar dos grupos se utilizó t de Student o test de Chi-cuadrado según correspondiera.

RESULTADOS

Mortalidad perioperatoria. La mortalidad perioperatoria global (N =317) fue de 1,6% (N =5). Todos correspondían a pacientes de más de 65 años y 60% eran mujeres. De estos cinco pacientes, 4 correspondían al grupo de RVAb y 1 al de RVAm, con una mortalidad para cada grupo de 2,8% y 0,6%, respectivamente. Las causas de fallecimiento se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Causas de mortalidad perioperatoria en los pacientes sometidos a RVA

	Género	Edad
RVAb:		
Accidente vascular encefálico isquémico	M	72
Hemoptisis masiva	M	77
Síndrome de distress respiratorio agudo	F	82
Taponamiento cardiaco	F	68
RVAm:		
Shock cardiogénico	F	83

M: masculino, F: femenino. Edad expresada en años.

Morbilidad perioperatoria. Del grupo completo, el 27% de los pacientes (N=86) presentó alguna complicación perioperatoria, siendo de 29% en el grupo de RVAm y de 25% en el de RVAb (p >0,005). El tipo de complicación se muestra en la Tabla 5, siendo la más frecuente en ambos grupos la fibrilación auricular. Ningún paciente presentó insuficiencia renal aguda con necesidad de apoyo dialítico.

Mortalidad tardía. En el seguimiento (mediana de 6 años; 1-12 años) después del alta hospitalaria fallecieron 32 pacientes. Nueve (28%) de causa cardíaca y 23 de causa no cardíaca. No observamos diferencias estadísticamente significativas en la sobrevida actuarial en el seguimiento, siendo ésta en el grupo de RVAb a 1, 3, 5, 7 y 10 años de 95%, 90%, 86%, 83% y 83%, respectivamente, y en el grupo de RVAm de 96%, 95%, 92%, 89% y 87%, respectivamente (p >0,05).

Morbilidad tardía. En el seguimiento 26 pacientes (8%) presentaron alguna complicación no fatal (Tabla 6), 6 (4,2%) en el grupo de RVAb, y 20 (11%) en el de RVAm (p <0,05). En el grupo de RVAm la tasa %/año para complicaciones relacionadas al tratamiento anticoagulante oral fue de 1,7. En toda la serie sólo observamos 3 disfunciones protésicas, 1 (0,6%) en el grupo de RVAm y 2 (1,4%) en el de RVAb.

La sobrevida libre de reintervención a 10 años fue de 97% para el grupo de RVAm y 84% para el grupo de RVAb (p <0,05) (Figura 2).

Desproporción prótesis-paciente y reversión de la hipertrofia ventricular. El cálculo de iEOA se logró en 84 pacientes (48%) en el grupo de RVAm y 72 pacientes (51%) en el grupo de RVAb. Si bien el DPP resultó normal en ambos grupos (RVAm: 1,05 cm²/m² y RVAb: 0,89 cm²/m²), el iEOA fue significativamente mejor en el grupo de RVAm (p

Tabla 5. Complicaciones perioperatorias de los pacientes sometidos a RVA

	RVAm		RVAb	
	n	%	n	%
Fibrilación auricular	14	8	14	10
Taponamiento cardíaco	2	1	3	2
Mediastinitis	3	2	3	2
Derrame pleural	11	6	1	1
Dehiscencia esternal	3	2	1	1
AVE isquémico	0	0	2	1
Bloqueo AV	5	3	2	1
Taquicardia supraventricular	3	2	1	1
Flutter auricular	2	1	1	1
Extrasístolia ventricular frecuente	2	1	0	0
Neumonía IH	0	0	1	1
Síndrome bajo gasto	1	1	1	1
Hipoventilación	1	1	1	1
Convulsiones	0	0	1	1
Bacteremia	0	0	1	1
Insuficiencia mitral aguda	0	0	1	1
Movimiento sistólico anterior mitral	1	1	0	0
Ataque isquémico transitorio	1	1	0	0
Neumotórax	1	1	0	0
Hemorragia postoperatoria	0	0	1	1

El porcentaje está expresado en relación al n total de cada grupo. Bloqueo AV corresponden a aquellos pacientes que necesitaron implante de marcapaso

Tabla 6. Complicaciones tardías de los pacientes sometidos a RVA

	RVAm		RVAb	
	n	%	n	%
Hemorragia digestiva alta	8	4,6		
Epistaxis	3	1,7		
Hemorragia digestiva baja	2	1,1		
Síndrome hemorrágico	2	1,1		
Disfunción protésica	1	0,6	2	1,4
<i>Leak</i> perivalvular	1	0,6		
Hemartrosis	1	0,6		
Hematoma con síndrome compartimental	1	0,6		
AVE hemorrágico	1	0,6		
EBVP			2	1,4
Disección aórtica			1	0,7
Trombosis en prótesis			1	0,7
Tromboembolismo de EEII			1	0,7

El porcentaje está expresado en relación al n total de cada grupo. EBVP: Endocarditis bacteriana en válvula protésica. EEII: Extremidades inferiores.

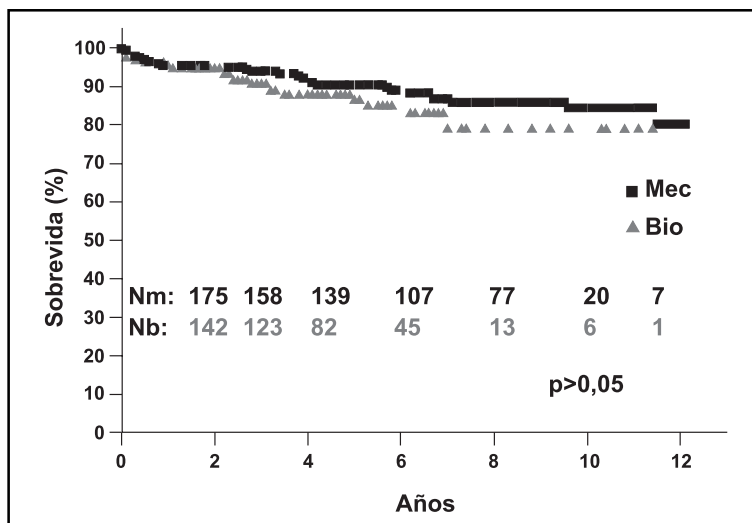


Figura 1. Curva de Kaplan Meier de sobrevida actuarial de los pacientes sometidos a RVAm y RVAb. Nm y Nb señalan el número de pacientes en riesgo a los distintos tiempos, en el grupo de RVAm y RVAb respectivamente.

<0,0001). Por otro lado al analizar el porcentaje de DPP normal, moderado y severo de cada grupo, la distribución fue de 81%, 18% y 1% en el grupo de RVAm y de 58%, 38% y 4% en el grupo de RVAb, respectivamente (Figura 3).

La masa ventricular se logró calcular en el 50% de los pacientes. En el grupo de RVAm la masa

ventricular pre y post operatoria (al menos 1 año después de la cirugía) fue de 381 ± 28 g y 257 ± 11 g, respectivamente ($p < 0,0001$), y en el grupo de RVAb de 314 ± 15 g y 237 ± 9 g, respectivamente ($p < 0,0001$), sin diferencias al comparar RVAm con RVAb (Figura 4). Los pacientes en que se cuantificó la masa ventricular no se corresponden necesari-

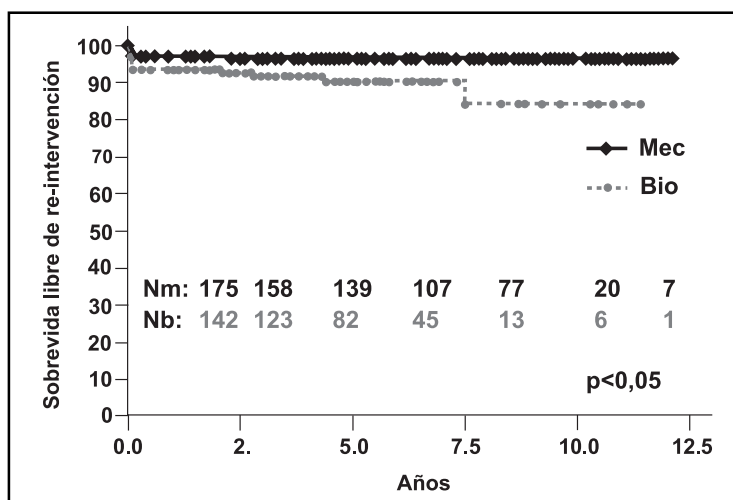


Figura 2. Sobrevida actuarial libre de reintervención de los pacientes sometidos a RVAm y RVAb. Nm y Nb señalan el número de pacientes en riesgo a los distintos tiempos, en el grupo de RVAm y RVAb respectivamente.

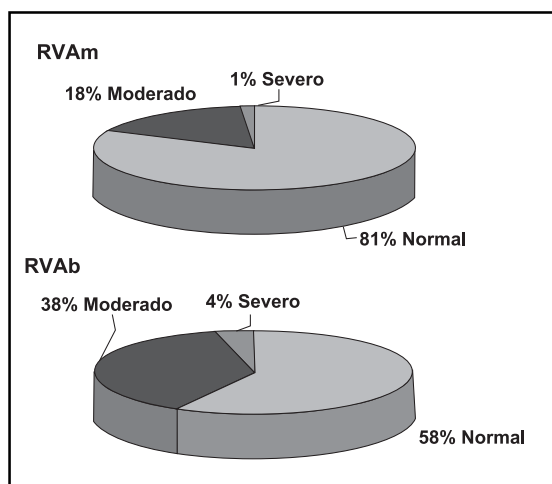


Figura 3. Distribución porcentual de DPP en el grupo de pacientes con RVAm y en el grupo con RVAb.

riamente con los pacientes a quienes se les determinó el grado de DPP, razón por la cual no se realizó análisis por subgrupo de DPP.

DISCUSIÓN

A principios de la década de 1960-69, poco después del desarrollo de la máquina de circula-

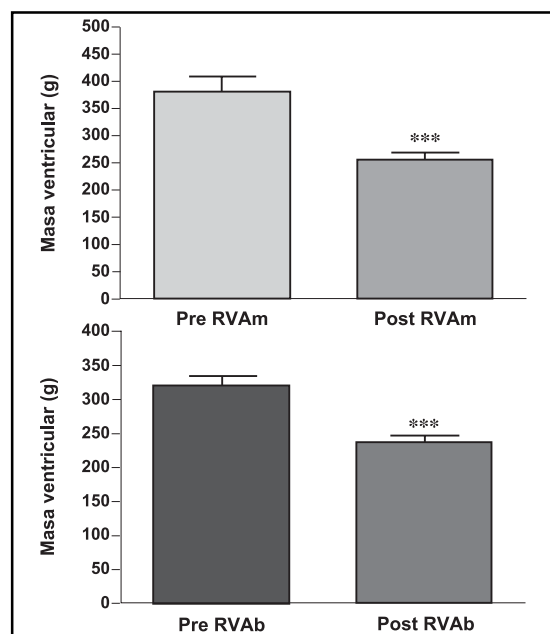


Figura 4. Masa ventricular pre y post operatoria en el grupo de pacientes con RVAm y en el grupo con RVAb. ***: p<0,0001.

ción extracorpórea, Harken, Starr y McGoon por separado realizaron los primeros reemplazos valvulares aórticos totales³¹⁻³³. Desde entonces diversos avances en la técnica quirúrgica, en el

desarrollo de nuevas prótesis valvulares y en el cuidado perioperatorio de estos pacientes nos han permitido llegar al RVA como lo conocemos actualmente.

Reportes de *The Society of Thoracic Surgeons*, según su base de datos de USA, muestran una mortalidad perioperatoria de 3,4%, en pacientes sometidos a RVA aislado^{1,2}. Esta serie de pacientes con RVA se compara favorablemente respecto a estos reportes, pues muestra una mortalidad perioperatoria de 1,6%, en una población comparable de pacientes. La sobrevida global de los pacientes a 10 años fue de 85%, similar a lo reportado en la literatura. En cuanto a la morbilidad, nuestros resultados son también comparables a lo descrito en la literatura, con una tasa %/año de complicaciones relacionadas al tratamiento anticoagulante oral similar a lo comunicado por otros estudios^{1-8,34-38}.

Nos parece importante destacar la baja mortalidad perioperatoria en el grupo de RVAm (0,6%), resultado similar a lo reportado por Villavicencio et al (1%), en el segundo periodo de su estudio de RVAm del Instituto Nacional del Tórax³⁹. A la vez es destacable que en nuestra serie no hubo mortalidad en el grupo de pacientes menores de 65 años. En este grupo de RVAm, que concentra los pacientes más jóvenes, es en quienes se considera la operación de Ross como una opción al RVA convencional, operación que en la mayoría de los equipos quirúrgicos conlleva una mayor mortalidad perioperatoria⁹⁻¹². La tasa de complicaciones derivadas del tratamiento anticoagulante oral crónico y la necesidad de reintervenciones en relación al RVA deben sopesarse al considerar el uso de autoinjerto pulmonar como alternativa. Por lo tanto, en nuestra opinión la operación de Ross tiene su mejor indicación en la población pediátrica, donde el implante de una prótesis convencional puede ser técnicamente más complejo debido a la necesidad de ampliar el anillo aórtico y en que, si se busca evitar el tratamiento anticoagulante, las prótesis biológicas pueden tener poca durabilidad. Además, el autoinjerto pulmonar tiene potencial de crecimiento. En general, no estamos de acuerdo con esta alternativa en pacientes adultos.

En relación al uso de homoinjerto aórtico, nos parece que su mejor indicación está dada principalmente en casos de endocarditis aórtica, con

gran compromiso inflamatorio, que requieren reconstrucción de la raíz aórtica. En el resto de los casos los resultados son igualmente satisfactorios con un RVA convencional²³.

Tanto el autoinjerto pulmonar como el homoinjerto aórtico tienen un muy buen comportamiento hemodinámico lo que constituiría una ventaja en relación a las prótesis, sin embargo no es claro que esto tenga traducción clínica relevante. Es por esto que nos interesó investigar también el grado de DPP y su repercusión. Varias series han mostrado el mejor desempeño hemodinámico de las válvulas mecánicas, evaluadas por el grado de DPP. Nuestra serie no es la excepción, mostrando mejores iEOA en el grupo de RVAm, y un menor porcentaje de pacientes con DPP moderado o severo en este grupo. A pesar de estas diferencias hemodinámicas demostradas entre válvulas biológicas y mecánicas, esto no se tradujo en diferencias en la reversión de la hipertrofia ventricular, ni en diferencias de mortalidad entre ambos grupos²⁴⁻²⁸. Son destacables también las escasas fallas precoces en las prótesis biológicas actuales, lo cual es un evidente progreso en relación a los modelos empleados hace más de 2 décadas por nuestro grupo (Ionescu - Shiley). Progresivamente se ha tendido a disminuir la edad en la cual se plantea la alternativa de una prótesis de este tipo en pacientes que prefieren no ser anticoagulados.

Respecto al gran interés actual por el uso de implante valvular percutáneo, nos parece que su indicación a la luz de la evidencia actual, está dada en pacientes de alto riesgo operatorio considerados tradicionalmente inoperables. En este sentido han habido avances significativos desde la primera descripción de un implante valvular percutáneo en posición aórtica realizada por Cribier et al en 1992, tales como el desarrollo de dispositivos valvulares reposicionables, y de técnicas que intentan reseca los velos de la válvula nativa, con la finalidad de realizar un recambio y no solamente un implante valvular. Por otro lado, el recambio valvular por acceso directo transapical abre otra opción de enfrentamiento menos invasiva, de reciente estudio en los últimos años. Está por verse si estas nuevas técnicas de enfrentamiento logran igualar o superar los resultados del RVA convencional¹³⁻²².

En conclusión, consideramos importante tener como referencia estos resultados de morbilidad y comportamiento hemodinámico de las prótesis con-

vencionales actuales al evaluar e indicar procedimientos como la operación de Ross, el uso de homoinjertos aórticos o el implante percutáneo de válvulas.

REFERENCIAS

1. SOCIETY OF THORACIC SURGEONS NATIONAL DATABASE COMMITTEE. *Annual Report* 1999. Durham, N.C.: STS, 2000; 52.
2. SOCIETY OF THORACIC SURGEONS NATIONAL DATABASE COMMITTEE. Grover FL, Chairman, Peterson ED, Principal Investigator. *Annual Report* 2001, Durham N.C., p. 46.
3. ROSS J JR, BRAUNWALD E. Aortic stenosis. *Circulation* 1968; 38 (1 Suppl): 61-7.
4. BONOW RO, CARABELLO B, DE LEÓN AC JR, EDMUNDS LH JR, FEDDERLY BJ, FREED MD ET AL. ACC/AHA Guidelines for the Management of Patients with Valvular Heart Disease: Executive Summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Management of Patients with Valvular Heart Disease). *Circulation* 1998; 98: 1949-84.
5. FRANK S, ROSS J JR. The natural history of severe, acquired valvular aortic stenosis. *Am J Cardiol* 1967; 19: 128.
6. HEGGLIN R, SCHEU H, ROTHLIN M. Aortic insufficiency. *Circulation* 1968; 38 (1 Suppl): 77-92.
7. SPAGNUOLO M, KLOTH H, TARANTA A, DOYLE E, PASTERNAK B. Natural history of rheumatic aortic regurgitation: criteria predictive of death, congestive heart failure, and angina in young patients. *Circulation* 1971; 44: 368-80.
8. BONOW RO, ROSING DR, MCINTOSH CL, JONES M, MARON BJ, LAN KK ET AL. The natural history of asymptomatic patients with aortic regurgitation and normal left ventricular function. *Circulation* 1983; 68: 509-17.
9. ROSS DN. Homograft replacement of the aortic valve. *Lancet* 1962; 2: 487.
10. ELKINS RC, THOMPSON DM, LANE MM, ELKINS CC, PEYTON MD. Ross operation: 16-year experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008; 136: 623-30, 630.e1-5.
11. KLIEVERIK LM, TAKKENBERG JJ, BEKKERS JA, ROOS-HESSELINK JW, WITSENBURG M, BOFERS AJ. The Ross operation a Trojan horse? *Eur Heart J* 2007; 28: 1993-2000.
12. DA COSTA FD, PEREIRA EW, BARBOZA LE, HAGGI FILHO H, COLLATUSSO C, GOMES CH ET AL. Ten-year experience with the Ross operation. *Arq Bras Cardiol* 2006; 87: 583-91.
13. CRIBIER A, ELTCHANINOFF H, BASH A, BORENSTEIN N, TRONC C, BAUER F ET AL. Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: first human case description. *Circulation* 2002; 106: 3006-8.
14. CRIBIER A, ELTCHANINOFF H, TRON C, BAUER F, AGATIELLO C, SEBAGH L ET AL. Early experience with percutaneous transcatheter implantation of heart valve prosthesis for the treatment of end-stage inoperable patients with calcific aortic stenosis. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43: 698-703.
15. GRUBE E, LABORDE JC, ZICKMANN B, GERCKENS U, FELDERHOFF T, SAUREN B ET AL. First report on a human percutaneous transluminal implantation of a self-expanding valve prosthesis for interventional treatment of aortic valve stenosis. *Catheter Cardiovasc Interv* 2005; 66: 465-9.
16. HUBER CH, VON SEGESSER LK. Direct access valve replacement (DAVR) - are we entering a new era in cardiac surgery? *Eur J Cardiothorac Surg* 2006; 29: 380-5.
17. BABALIAROS V, BLOCK P. State of the art percutaneous intervention for the treatment of valvular heart disease: a review of the current technologies and ongoing research in the field of percutaneous valve replacement and repair. *Cardiology* 2007; 107: 87-96.
18. LICHTENSTEIN SV, CHEUNG A, YE J, THOMPSON CR, CARERE RG, PASUPATI S, WEBB JG. Transapical transcatheter aortic valve implantation in humans: initial clinical experience. *Circulation* 2006; 114: 591-6.
19. GRUBE E, LABORDE JC, GERCKENS U, FELDERHOFF T, SAUREN B, BUELLESFELD L ET AL. Percutaneous implantation of the CoreValve self-expanding valve prosthesis in high-risk patients with aortic valve disease: the Siegburg first-in-man study. *Circulation* 2006; 114: 1616-24.
20. ROUTLEDGE HC, LEFEBVRE T, MORICE MC, DE MARCO F, SALMI L, CORNIER B. Percutaneous aortic valve replacement: new hope for inoperable and high-risk patients. *J Invasive Cardiol* 2007; 19: 478-83.
21. BUELLESFELD L, GERCKENS U, GRUBE E. Percutaneous implantation of the first repositionable aortic valve prosthesis in a patient with severe aortic stenosis. *Catheter Cardiovasc Interv* 2008; 71: 579-84.
22. QUADEN R, ATTMANN T, SCHÜNKE M, THEISEN-KUNDE D, CREMER J, LUTTER G. Percutaneous aortic valve replacement: endovascular resection of human aortic valves in situ. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008; 135: 1081-6.
23. GULBINS H, KREUZER E, REICHAERT B. Homografts: a review. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 2003; 1: 533-9.

24. ADAMS DH, CHEN RH, KADNER A, ARANKI SF, ALLRED EN, COHN LH. Impact of small prosthetic valve size on operative mortality in elderly patients after aortic valve replacement for aortic stenosis: does gender matter? *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 118: 815-22.
25. BLACKSTONE EH, COSGROVE DM 3RD, JAMIESON WR, BIRKMEYER NJ, LEMMER JH JR, MILLER DC ET AL. Prosthesis size and long-term survival after aortic valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 126: 783-96.
26. MEDALION B, LYTLE BW, MCCARTHY PM, STEWART RW, ARHEART KL, ARNOLD JH ET AL. Aortic valve replacement for octogenarians: are small valves bad? *Ann Thorac Surg* 1998; 66: 699-705.
27. MEDALION B, BLACKSTONE EH, LYTLE BW, WHITE J, ARNOLD JH, COSGROVE DM 3RD. Aortic valve replacement: is valve size important? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 119: 963-74.
28. IZZAT MB, KADIR I, REEVES B, WILDE P, BRYAN AJ, ANGELINI GD. Patient-prosthesis mismatch is negligible with modern small-size aortic valve prostheses. *Ann Thorac Surg* 1999; 68: 1657-60.
29. BORRACCI RA, RUBIO M, BOZZONE M. Nomograma para determinar el tipo y el tamaño mínimo de prótesis valvular que previene el mismatch aórtico. *Rev Argent Cardiol* 2005; 73: 96-101.
30. RAHIMTOOLA SH. The problem of valve prosthesis-patient mismatch. *Circulation* 1978; 58: 20-4.
31. MCGOON DC. Prosthetic reconstruction of the aortic valve. *Mayo Clin Proc* 1961; 36: 88.
32. HARKEN DE, SOROFF HS, TAYLOR WJ, LEFEMINE AA, GUPTA SK, LUNZER S. Partial and complete prostheses in aortic insufficiency. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1960; 40: 744-62.
33. STARR A, EDWARDS ML, MCCORD CW, GRISWOLD HE. Aortic replacement: clinical experience with a semirigid ball-valve prosthesis. *Circulation* 1963; 27: 779-83.
34. MIHAJEVIC T, NOWICKI ER, RAJESWARAN J, BLACKSTONE EH, LAGAZZI L, THOMAS J ET AL. Survival after valve replacement for aortic stenosis: Implications for decision making. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008; 135: 1270-9.
35. PAI RG, VARADARAJAN P, KAPOOR N, BANSAL RC. Aortic valve replacement improves survival in severe aortic stenosis associated with severe pulmonary hypertension. *Ann Thorac Surg* 2007; 84: 80-5.
36. TORNOS P, SAMBOLA A, PERMANYER-MIRALDA G, EVANGELISTA A, GÓMEZ Z, SOLER-SOLER J. Long-term outcome of surgically treated aortic regurgitation: influence of guideline adherence toward early surgery. *J Am Coll Cardiol* 2006; 47: 1012-7.
37. BOREL ML, AMARAL A, BEZON E, MONDINE P, BARRA JA, BOSCHAT J ET AL. Evaluation of postoperative mortality and quality of life of patients over 75 years of age after valve replacement for aortic stenosis. Report of 110 cases. *Arch Mal Coeur Vaiss* 2003 96: 967-72.
38. CHALIKI HP, MOHTY D, AVIERINOS JF, SCOTT CG, SCHAFF HV, TAJIK AJ, ENRÍQUEZ-SARANO M. Outcomes after aortic valve replacement in patients with severe aortic regurgitation and markedly reduced left ventricular function. *Circulation* 2002; 106: 2687-93.
39. VILLAVICENCIO M, TURNER E, NARANJO L. Early and long term results of mechanical aortic valve replacement at the Instituto Nacional del Tórax in Chile. *Rev Méd Chile* 2005; 133: 1161-72.