

Estenosis valvular aórtica congénita. Actualización del tratamiento

Carlos Alva* Felipe David Gómez,** Lucelly Yáñez Gutiérrez**

Resumen

Objetivo de la revisión: La estenosis valvular aórtica congénita es una lesión frecuente, comprende del 5 al 7% de las cardiopatías congénitas, y ocupa el primer lugar en las obstrucciones izquierdas del corazón. En los últimos años se han desarrollado avances notables en el diagnóstico y tratamiento de esta enfermedad en ambos extremos de la vida: por un lado la valvuloplastia percutánea aórtica *in útero* y por el otro el implante valvular aórtico percutáneo han demostrado resultados iniciales promisorios. También para los niños y adolescentes con esta lesión, se han producido nuevas técnicas que mejoran los resultados de la cardiología intervencionista como la estimulación cardíaca para inmovilizar el balón. En los niños y adultos jóvenes el procedimiento de Ross es el procedimiento de elección, del cual se conocen ahora más y mejor sus resultados. La información nueva sobre éstos y otros procedimientos ha crecido considerablemente, una revisión de sus indicaciones, alcances y limitaciones se hace pertinente.

Palabras clave: Estenosis valvular aórtica congénita. Valvuloplastia aórtica. Valvulotomía aórtica quirúrgica. Procedimiento de Ross.

Key words: Congenital aortic valve stenosis. Aortic valvuloplasty. Surgical aortic valvulotomy. Ross procedure.

Introducción

La estenosis valvular aórtica congénita (EVAC) comprende del 5 al 7% de todas las cardiopatías congénitas y ocupa el primer lugar en las obstrucciones congénitas del

Summary

CONGENITAL AORTIC VALVE STENOSIS.
CURRENT TREATMENT

Objective: Congenital aortic valve stenosis is a common lesion, with an approximate incidence of 5 to 7% of all cardiac malformations and occupies the first place among left heart obstructions. In recent years, many modalities of treatment have been developed. Fetal interventions has evolved in one extreme of life, on the other hand, percutaneous aortic valve replacement is now available for aged adults. In children and adolescents, percutaneous aortic valve valvuloplasty is now more effective with new techniques. The Ross procedure is the first choice treatment in children and young adults with hypoplastic aortic annulus. Considerable medical information has evolved and expanded from these techniques. A review of the indications, optimal timing, and outcomes of these procedures is pertinent.

(Arch Cardiol Mex 2006; 76: S4, 152-157)

corazón,¹ es más frecuente en hombres con una relación de 3:1² y tiene una relación estrecha con la aorta bivalva. Cuando la EVAC ocurre en una aorta bivalva, existe una clara tendencia familiar³ que no se observa en válvulas trival-

* Jefe del Servicio de Cardiopatías Congénitas.

** Especialista del Servicio de Cardiopatías Congénitas.

Servicio de Cardiopatías Congénitas, Hospital de Cardiología, Centro Médico Nacional Siglo XXI, México, D.F.

Correspondencia: Dr. Carlos Alva. Servicio de Cardiopatías Congénitas, Hospital de Cardiología, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Av. Cuauhtémoc 330, Col. Doctores México, D.F. 06720.

Tel. 5627 69 00 ext. 22203, Fax No. 57 61 48 67

Correo electrónico: carlosalvaespinosa@yahoo.com.mx, echoca@yahoo.com

vas. En los recién nacidos con estenosis crítica, la válvula aórtica se encuentra pobremente desarrollada y suele ser difícil reconocer el número de valvas, se encuentra un domo amorfo con un pequeño orificio en el vértice.⁴ Las lesiones asociadas son habitualmente otras lesiones izquierdas como la estenosis valvular mitral, la coartación de la aorta, diafragma subvalvular aórtico y anillo supra valvular mitral. La EVAC puede estar asociada a una de ellas o a todas (síndrome de Shone).⁵ Para fines de esta revisión sólo será considerada la EVAC aislada. La fibroelastosis endocárdica es una complicación de la EVAC crítica del recién nacido que empeora el estado clínico por los trastornos en la relajación ventricular. En los niños mayores y adolescentes, la válvula aórtica es bivalva en un 70%, aunque en muchas de ellas existen vestigios de la tercera. Las lesiones asociadas más frecuentes son: el conducto arterioso permeable y la coartación de la aorta. La endocarditis bacteriana es una complicación temida cuyo cuadro clínico, en algunos casos, puede ser la primera manifestación de la enfermedad.⁶

Cuadro clínico

El diagnóstico ecocardiográfico prenatal de la estenosis valvular aórtica es cada vez más frecuente, en exámenes de rutina, en fetos por demás asintomáticos.⁷ Más adelante analizaremos el tratamiento *in utero*.

En recién nacidos con estenosis crítica el cuadro es de choque cardiogénico. En las primeras horas o días un niño aparentemente sano, desarrolla rápidamente datos de hipoperfusión, hipotensión, palidez grisácea y oliguria. La auscultación cardíaca, revela un soplo expulsivo en la base y los pulsos son débiles en las cuatro extremidades. Estos enfermos dependen de la permeabilidad del conducto para sobrevivir y en ellos las prostaglandinas están indicadas.⁸ En los lactantes el cuadro no es tan grave y el diagnóstico se sospecha por datos de insuficiencia cardíaca y el soplo expulsivo aórtico. Los niños mayores y adolescentes pueden ser asintomáticos incluso con gradientes elevados, mayores de 50 mm Hg, sin embargo, la mayoría referirá fatiga, disnea, o lipotimia o alguna combinación de los tres. El síncope y la muerte súbita son raros como primera manifestación y habitualmente están precedidos de los síntomas descritos antes. No se conoce con precisión qué porcentaje de los individuos que nacen con aor-

ta bivalva desarrollarán estenosis valvular significativa con la edad avanzada, sin embargo aproximadamente un 50% de los enfermos adultos de la tercera edad con estenosis valvular aórtica crítica calcificada tienen su origen, por lo menos en parte en una aorta bivalva.⁹ Los factores de riesgo cardiovasculares para aterosclerosis coronaria, también están asociados al desarrollo de estenosis valvular aórtica del adulto.¹⁰

Tratamiento

In utero

La ecocardiografía fetal permite no sólo hacer el diagnóstico de estenosis valvular crítica en los fetos, sino también conocer su evolución. La mayoría de estos productos desarrollan durante el embarazo fibroelastosis endocárdica, ventrículo izquierdo hipoplásico o ambas complicaciones. Debido a esto, el grupo del Children's Hospital de Boston ha trabajado intensamente con la valvuloplastia aórtica *in utero*. El video del impresionante y difícil procedimiento fue presentado en la 55 Reunión Anual del American College of Cardiology en febrero de este año en Atlanta y los primeros 26 casos ya fueron publicados.¹¹ En 20 de 26 fetos se obtuvo éxito, pero más importante aún es la mejoría en las dimensiones del anillo valvular aórtico y la función ventricular izquierda. Esto se debe a la liberación de la obstrucción y el estímulo provocado por cierto grado de insuficiencia aórtica.

En recién nacidos

En la mayoría de los centros especializados, el tratamiento de primera elección, después del empleo de prostaglandinas, es la valvuloplastia aórtica percutánea (VAP). Una de las series más reciente con este procedimiento, reportó 113 enfermos menores de 60 días de vida con una mortalidad temprana del 14% que ha disminuido a 4% en los últimos meses. El promedio de reducción del gradiente fue de $54 \pm 26\%$. La insuficiencia aórtica, una complicación temida ocurrió en el 15% la cual progresa con el tiempo. La curva libre de implante de prótesis aórtica fue de 84% a 5 años.¹² Existen pocos estudios comparativos entre VAP y valvulotomía quirúrgica en recién nacidos, el mejor trabajo fue el realizado por la Sociedad Americana de Cirujanos en Cardiopatías Congénitas con un estudio multiinstitucional.¹³ Los resultados iniciales y los que se obtuvieron al final del seguimiento

fueron esencialmente similares: la sobrevida en ambos procedimientos fue de 82% a un mes y de 72% a 5 años. La curva libre de reintervención fue de 91% y 48% a un mes y 5 años respectivamente para los dos tratamientos. Las principales conclusiones de este excelente trabajo fueron que la VAP produce un porcentaje un poco mayor de insuficiencia, que la quirúrgica, mientras que ésta, la valvulotomía quirúrgica produce gradientes residuales mayores. Sin embargo la VAP tiene las ventajas de evitar la derivación cardiopulmonar quirúrgica, (lo cual es importante ante la alta probabilidad de implante valvular en el futuro), estancia hospitalaria más corta y costos menores. La decisión en un grupo cardiológico en particular, sobre todo en países como México, debe considerar la experiencia de sus cardiólogos intervencionistas en congénitos al igual que la de sus cirujanos y los recursos materiales disponibles para estos procedimientos en recién nacidos.

Un problema al que se enfrentan los grupos médico-quirúrgicos ante un recién nacido con estenosis aórtica crítica, es la presencia de hipoplasia ventricular izquierda y sí está contraindicada el manejo biventricular. La escala de Rhodes¹⁴ es útil para distinguir quién se beneficiará con el tratamiento biventricular o por el contrario requiere el manejo univentricular con la operación de Norwood. Una guía adicional es un trabajo con 320 enfermos de 24 instituciones en el que con ecuaciones de regresión se puede calcular qué cirugía tiene más probabilidades de éxito. El lector puede consultar la página de la Sociedad de Cirujanos en Cardiopatías Congénitas: www.chssdc.org y hacer el cálculo en un paciente dado.

En lactantes, niños mayores, adolescentes y adultos jóvenes

Lababidi Z y colaboradores publicaron en 1984 por primera vez la VAP para el tratamiento de los niños con estenosis valvular aórtica,¹⁵ actualmente el VAP es el tratamiento de elección en la mayoría de los centros especializados en cardiopatías congénitas.¹⁶⁻²⁰ La indicación para intervenir se hace generalmente con un gradiente máximo por Doppler mayor a 60 mm Hg independientemente de la presencia de síntomas o un gradiente \geq a 50 mm Hg con síntomas o cambios en el ST y T de sobrecarga ventricular izquierda en el EKG.¹⁵⁻²⁰ En el grupo reducido de enfermos con daño miocárdico e insuficiencia

cardíaca, el gradiente puede ser menor y la VAP se realiza con base en la evidencia ecocardiográfica de estenosis valvular aórtica. En general, el antecedente de valvulotomía quirúrgica o VAP previa, no contraindica el procedimiento,²¹⁻²² por el contrario la presencia de insuficiencia aórtica moderada o severa o la hipoplasia del anillo valvular aórtico contraindica la VAP y deben operarse. Las técnicas quirúrgicas las revisaremos más adelante.

Resultados de la VAP

Las fallas en la realización del procedimiento son menores al 2% y la mortalidad de 1% o menos en las series recientes.²³⁻²⁵ El éxito del procedimiento definido como un gradiente final menor de 50 mm Hg, se obtiene en más del 85% de los enfermos.²³

Las complicaciones graves agudas del procedimiento se presentan en menos del 5% e incluyen arritmia grave reversible a la desfibrilación, ruptura de válvula mitral, hemorragia que requiere transfusión o daño vascular que requiere cirugía. También se sabe que ocurre oclusión arterial femoral asintomática en el 7%.²³ La insuficiencia aórtica moderada a severa se produce del 5 al 13% de los pacientes,²⁶⁻²⁹ incluyendo la serie del grupo del autor.³⁰ La insuficiencia tiende a progresar con el tiempo en el 10 al 50% de los enfermos habitualmente bien tolerada.³¹⁻³² La sobrevida a mediano plazo es de 97 y 95% a 5 y 8 años respectivamente, 25% requerirán reintervención principalmente por insuficiencia aórtica significativa.²³ Cuando se produce reestenosis la VAP puede realizarse nuevamente con éxito.^{21,22} En otro estudio la curva actuarial libre de implante de prótesis aórtica fue de 90% a 5 años meses y 75% a 8 años meses.³³ En nuestro medio un estudio con 141 enfermos la curva libre de reintervención con balón y con cirugía fue de 87 y 82% respectivamente a 15 años.³⁰ Tanto la VAP como la valvulotomía quirúrgica son procedimientos paliativos.

Técnica novedosa para reducir la insuficiencia aórtica con VAP

La insuficiencia aórtica significativa es una complicación importante que se presenta hasta en el 13% de los enfermos después de VAP aun cuando se respete el índice balón/anillo aórtico recomendado $<$ de 1. Uno de los factores implicados en la producción de la insuficiencia, es el movimiento del balón por la contracciones energías

del ventrículo izquierdo durante el inflado.³⁴ Para evitar esto, se han empleado novedosas técnicas, la más efectiva ha sido la utilización de la estimulación ventricular para aumentar la frecuencia cardíaca y así reducir la fuerza de contracción del ventrículo izquierdo durante la VAP. El uso de esta técnica ha evitado la presencia de insuficiencia aórtica significativa incluyendo 10 casos consecutivos en la experiencia del autor.^{35,36}

Tratamiento quirúrgico en lactantes, niños mayores, adolescentes y adultos jóvenes

Aunque ya no es el tratamiento de elección incluso para los grupos quirúrgicos,³⁷ se cuenta con algunos reportes de valvulotomía quirúrgica. La curva libre de reintervención en un trabajo relativamente reciente fue de 33% para aquellos con aorta bivalva y de 92% con trivalva a 10 años.³⁸

Procedimientos quirúrgicos para enfermos con hipoplasia del anillo aórtico

La presencia de hipoplasia del anillo aórtico en enfermos con estenosis aórtica, constituye un reto quirúrgico. Se han descrito diversas técnicas para tratar estos casos. Cuando la hipoplasia es moderada y no se requieren grandes ampliaciones, el procedimiento de Manouagian o de Nicks³⁷ puede ser suficiente, sin embargo ha sido el procedimiento de Ross con ampliación tipo Konno el que mayores posibilidades de ampliación produce en los enfermos con marcada hipoplasia del anillo. La técnica de Konno consiste en una ampliación anterior del anillo que originalmente se diseñó para dar espacio a la implantación de una prótesis aórtica mecánica, sin embargo ésta requiere anticoagulación permanente. El procedimiento de Ross consiste en la sustitución de la raíz y válvula aórtica enferma por la válvula pulmonar y parte inicial de la arteria pulmonar del propio enfermo. Tiene varias ventajas, entre otras, no requiere anticoagulación y el autoinjerto crece con el enfermo, sin embargo es necesario reponer el tracto de salida del ventrículo derecho con un homoinjerto o tubo valvulado. La combinación Ross/Konno, se ha empleado con éxito en los enfermos con hipoplasia severa del anillo aórtico. Una serie reciente reporta una muerte entre 17 enfermos con una media de edad de 7 años,³⁹ otros autores han

reportado resultados similares.^{40,41} En un estudio inglés el enfermo más joven fue de 1.4 años y la media de edad de 13.1 años. La curva libre de reintervención para el autoinjerto fue de 100% a 7 años,⁴² sin embargo la reconstrucción del tracto de salida derecho requiere sustitución con mayor frecuencia. Dos alternativas novedosas para tratar los enfermos postoperados de Ross con estenosis e insuficiencia de su tubo valvulado a la arteria pulmonar son el implante percutáneo de prótesis pulmonar por un lado,⁴³ y por el otro, el empleo de venas bovinas con valvas en niños pequeños, con resultados alentadores.⁴⁴ Evidentemente la cirugía de Ross con o sin la ampliación de Konno también es una paliación que supera a la sustitución valvular con prótesis mecánica en los centros citados, sin embargo en los hospitales con poca experiencia en el Ross o mortalidad muy alta, la prótesis mecánica sigue siendo un recurso útil.

Implantación percutánea de prótesis aórtica

En los últimos años Alan Crieber en Francia ha estado trabajando en el implante percutáneo de prótesis aórtica en adultos mayores.^{45,46} Seguramente varios de estos enfermos con un fondo congénito en la génesis de su estenosis aórtica crítica calcificada. Diversos problemas técnicos surgen durante el procedimiento, por ejemplo el bloqueo de los ostia coronarios y desde luego serían mayores en los niños, sin embargo el desarrollo de cuerdas, catéteres y prótesis de perfil bajo (bien podrían ser las valvas de las venas bovinas) podrían en un futuro próximo permitir intentarlo en niños.

Conclusiones

El tratamiento de la estenosis valvular aórtica congénita debe considerar fundamentalmente la edad del enfermo, la morfología de la lesión y su severidad. *In utero* la VAP además de abrir la válvula puede evitar la hipoplasia del ventrículo izquierdo. En los recién nacidos tanto la VAP como la cirugía brindan resultados similares, sin embargo, la cardiología intervencionista no emplea derivación cardiopulmonar. En los niños mayores y adolescentes la VAP es el tratamiento de elección, la estimulación cardíaca durante el procedimiento parece reducir la insuficiencia aórtica significativa. Cuando la VAP falla o existe hipoplasia del anillo, la cirugía de Ross con ampliación tipo Konno ofrece los mejores resultados en

los centros especializados. La prótesis aórtica es una alternativa válida para los enfermos con insuficiencia aórtica significativa después de VAP. Tanto la cardiología intervencionista como el tratamiento quirúrgico son procedimientos palia-

tivos. El implante percutáneo de prótesis pulmonar después de la cirugía de Ross y el implante percutáneo de prótesis aórtica avanzan hacia una perspectiva nueva y alentadora en el tratamiento final de estos enfermos.

Referencias

- KITCHINER DJ, JACKSON M, WALSH K, PEART I, ARNOLD R: *Incidence and Prognosis of Congenital Valve Aortic Stenosis in Liverpool (1960-1990)*. Br Heart J 1993; 69: 71-9.
- CAMBELL M: *Calcific Aortic Stenosis and Congenital Bicuspid Aortic Valves*. Br Heart J 1968; 30: 606-16.
- CLEMENTI M, NOTARI L, BORCHI A, TENCONI R: *Familial Congenital Bicuspid Aortic Valve: A Disorder of Uncertain Inheritance*. Am J Med Genet 1996; 62: 336-8.
- VAN PRAAGH R, BANO-RODRIGO A, SMOLINSKY A, SCHUETZ TJ, FYLER DC, VAN PRAAGH S: *Anatomic Variations in Congenital Valvar, Subvalvar and Supravalvar Aortic Stenosis: A study of 64 post-mortem cases*. En Wells WJ, Lindesmith EE (eds.) *Challenges in the Treatment of Congenital Cardiac Anomalies*. Mount Kisco, NY, Futura Publishing Company, 1986, pp 13-41.
- SHONE RD, SELLERS RD, ANDERSON RC, ADAMS PA, LILLEHEI CW, EDWARDS JE: *The developmental complex of "parachute mitral valve", supra-ventricular ring of left atrium, subaortic stenosis and coarctation of aorta*. Am J Cardiol 1963; 11: 714-25.
- KISNE F, KIDD L, O'FALBON WM, ET AL: *Bacterial endocarditis in patients with aortic stenosis, pulmonary stenosis or ventricular septal defect*. Circulation 1993; 87: I-121-126.
- SHARLAND G: *Aortic Valve abnormalities*. En: Alland LD, Hornberger LK, Sharland G, eds. *Textbook of Fetal Cardiology*. London: Greenwich Medical Media, 2000: 213: 32.
- LAUSSEN PC: *Pediatric Cardiac Intensive Care*. En: Jonas RA. *Comprehensive Surgical Management of Congenital Heart Disease*. London: Arnold, 2004: 65-115.
- ROBERTS WC. *The congenitally bicuspid aortic valve: a study of 85 cases*. Am J Cardiol 1970; 11: 72-83.
- CAROLIN JM, COTLDIENER JS, SMITH VE, ET AL. *Clinical factors associated with calcific aortic valve disease*. Cardiovascular Health Study. J Am Coll Cardiol 1997; 29: 630-634.
- MARSHALL AC, TWORETZKY W, BERGERSEN L, MCELHINNEY DB, BENSON CB, JENNINGS RW, ET AL: *Aortic Valvuloplasty in the fetus: technical characteristics of successful balloon dilation*. J Pediatr 2005; 147: 535-39.
- MCELHINNEY DB, LOCK JE, KEANE JF, MORAN AM, COLAN SD: *Left Heart Growth, Function and Re-intervention After balloon aortic valvuloplasty for neonatal aortic stenosis*. Circulation 2005; 111: 451-458.
- MCCRINDLE BW, BLACKSTONE EH, WILLIAMS WG, SITTIWANGKUL R, SPRAY TL, AZAKIE A, JONAS RA: *Are Outcomes of Surgical versus Transcatheter Balloon Valvotomy equivalent in neonatal critical aortic stenosis?* Circulation 2001; 104: I152-I153.
- RHODES LA, COLAN SD, PERRY SB, JONAS RA, SANDERS SP: *Predictors of Survival in Neonates with Critical Aortic Stenosis*. Circulation 1991; 84: 2325-2335.
- LABABIDI Z, WU J, WALLS JT: *Percutaneous balloon aortic valvuloplasty: results in 23 patients*. Am J Cardiol 1984; 53: 194-7.
- REICH O, TAX P, MAREK J, RAZEK V, GILIK J, TOMEK B, ET AL: *Long Term Results of Percutaneous Balloon Valvoplasty of Congenital Aortic Stenosis: Independent Predictors of Outcome*. Heart 2004; 90: 70-6.
- BALMER C, BEGHETTI M, FASNACHT M: *Balloon Aortic Valvoplasty in Paediatric Patients: Progressive Aortic Regurgitation is Common*. Heart 2004; 90: 77-81.
- ROCCHINI AP, BEEKMAN RH, BEN SHACHAR G, LEE B, SCHWARTZ D, JEAN KF: *Balloon Aortic Valvuloplasty: Results of the Valvuloplasty and Angioplasty of Congenital Anomalies Registry*. Am J Cardiol 1990; 65: 784-9.
- BORCHI A, AGNOLETTI G, VALSECCHI O, CARMINATI M: *Aortic Balloon Dilatation for Congenital Aortic Stenosis: Report of 90 cases (1986-98)*. Heart 1999; 82: e10.
- DEMKOW M, RUZYLO W, KSIEZYCKA E, SZAROSZYK W, LUBISZEWSKA B, PRZYLUKI ET AL: *Long Term Follow Up Results of Balloon Valvuloplasty for Congenital Aortic Stenosis: Predictors of Late Outcomes*. J Invasive Cardiol 1999; 11: 220-6.
- SREERAM N, KITCHINER D, WILLIAMS D, JACKSON M: *Balloon Dilatation of the Aortic Valve After Previous Surgical Valvotomy: Immediate and Follow Up Results*. Br Heart J 1994; 71: 558-60.
- SATOU GM, PERRY SB, LOCK JE, PIERSEY JE, KEANE JF : *Repeat Balloon Dilatation of Congenital Valvar Aortic Stenosis: Immediate Results and Midterm Outcome*. Cathet Cardiovasc Intervent 1999; 47: 47-51.
- MOORE P, EGITO E, MOWREY H: *Midterm Results of Balloon Dilatation of Congenital Aortic Stenosis:*

- Predictors of Success.* J Am Coll Cardiol 1996; 27: 1257-63.
24. JENDAL RC, SAXENA A, JUNEJA R, KOTHARI S, SHRIVASTAVA S: *Long Term Results of Balloon Aortic Valvulotomy for Congenital Aortic Stenosis in Children and Adolescents.* J Heart Valv Dis 2000;9:623-8.
 25. YEAGER SB, FLANAGAN MF, KEANE JF: *Catheter Interventions: Balloon Valvotomy.* En: Lock JE, Keane JF, Perry SB, eds. Diagnostic and Interventional Catheterization in Congenital Heart Disease. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000: 151-78.
 26. SHADY RE, BOUCEK MM, STURTEVAN JE, RUTTEMBERG HD, ORSMOND GS: *Gradient Reduction, Aortic Valve Regurgitation and Prolapse After Balloon Aortic Valvuloplasty in 32 Consecutive Patients with Congenital Aortic Stenosis.* J Am Coll Cardiol 1990; 16: 451-6.
 27. SHRIVASTAVA S, DAS GS, DEV V, SHARMA S, RAJANI M: *Follow Up after Percutaneous Balloon Valvuloplasty for non calcific aortic stenosis.* Am J Cardiol 1990; 65: 250-2.
 28. KEANE JF, PERRY SB, LOCK JE: *Balloon Dilatation of Congenital Valvular Aortic Stenosis.* J Am Coll Cardiol 1990; 16: 457-8.
 29. O'CONNOR BK, BEEKMAN RH, ROCCHINI AP, ROSENTHAL A: *Intermediate-Term effectiveness of Balloon Valvuloplasty for Congenital Aortic stenosis. A prospective Follow Up Study.* Circulation 1991; 84: 732-8.
 30. ALVA C, SANCHEZ A, DAVID F, JIMENEZ S, JIMENEZ D, ORTEGON J: *Percutaneous Aortic Valvuloplasty in Congenital Aortic Valve Stenosis.* Cardiol Young 2002; 12: 328-332.
 31. MCCRINDLE BW: *Independent Predictors of Immediate Results of Percutaneous Balloon Aortic Valvotomy in Children. Valvuloplasty and Angioplasty of Congenital Anomalies (VACA). Registry investigators.* Am J Cardiol 1996; 77: 286-93.
 32. VITIELLO R, MCCRINDLE BW, NYKANEN D, FREEDOM RM, BENSON LN: *Complications Associated with Pediatric Cardiac Catheterization.* J Am Coll Cardiol 1998; 32: 1433-40.
 33. KUHN MA, LATSON LA, CHEATHMAN JP, FLETCHER SE, FOREMAN C: *Management of Pediatric Patients with isolated valvar aortic stenosis by balloon aortic valvuloplasty.* Cathet Cardiovasc Diagn 1996; 39: 55-61.
 34. KAHN RA, MOSKOWITZ DM, MARIN ML: *Safety and efficacy of high-dose adenosine-induced asystole during endovascular AAA repair.* J Endovasc Ther 2000; 7: 292-296.
 35. SÁNCHEZ A, DAVID F, VELÁZQUEZ E, YÁÑEZ L, JIMÉNEZ S, MARTÍNEZ A, ET AL: *Estabilización del balón mediante estimulación cardíaca en la valvuloplastia aórtica.* Arch Cardiol Mex 2005; 75: 455-9.
 36. DAVID F, YÁÑEZ L, VELÁZQUEZ E, JIMÉNEZ A, MARTÍNEZ A, ALVA C: *Cardiac Pacing in Aortic Valvuloplasty.* Intern J Cardiol 2006 (en prensa).
 37. JONAS RA: *Left Ventricular Outflow Tract Obstruction: Aortic Valve Stenosis, Subaortic stenosis, Supravalvular Aortic Stenosis.* En: Jonas RA. Comprehensive Surgical Management of Congenital Heart Disease. London: Arnold, 2004: 320-340.
 38. BHABRA MS, DHILLON R, BHUDIA S: *Surgical Aortic Valvotomy in Infancy: Impact of Leaflet Morphology Outcomes.* Ann Thorac Surg 2003; 76: 1412-16.
 39. PASTUSZKO P, SPRAY TL: *The Ross-Konno procedure.* Up Tech Thorac Cardiovasc Surg 2002; 7: 195-6.
 40. KOUCHOUKOS NT, DAVILA-ROMAN BG, SPRAY TL, MURPHY SF, PERRILLO JB: *Replacement of the aortic root with a pulmonary autograph in children and young adults with aortic valve disease.* N Engl J Med 1994; 330: 1-6.
 41. EREZ E, KANTER KR, TAM VKH, WILLIAMS WH: *Konno aortoventriculoplasty in children and adolescents: From prosthetic valve to the Ross operation.* Ann Thorac Surg 2002; 74: 122-126.
 42. RAJA SG, POZZI M: *Ross Operation in children and young adults: The Alder-Hey cases series.* BMC Cardiovasc Disord 2004; 4: 3.
 43. BONHOEFFER P, BOUDJEMLINE Y, QURESHI S: *Percutaneous insertion of the pulmonary valve.* J Am Coll Cardiol 2002; 39: 1664-9.
 44. BONHOEFFER P, BOUDJEMLINE Y, QURESHI S: *Transcatheter replacement of a bovine valve in the pulmonary position: A lamb study.* Circulation 2000; 102: 813-16.
 45. LUTHER G, KUKLINSKI D, BERG G: *Percutaneous, Aortic Valve Replacement: An experimental study, studies of implantation.* J Thorac Cardiovasc Surg 2002; 123: 768-776.
 46. WEBB JG, PASUPATI S, ACHTEM L, THOMPSON CR: *Rapid pacing to facilitate transcatheter prosthetic heart valve implantation.* Catheter Cardiovasc Interv 2006 (en prensa). PubMed abstract.