



CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA - ARTÍCULO ORIGINAL

Valvuloplastia aórtica pediátrica: estudio de variables con influencia en los resultados a largo plazo



Marc Figueras-Coll^{a,*}, Gerard Martí-Aguasca^b,
Santiago Pérez-Hoyos^c y Jaume Casaldàliga-Ferrer^a

^a Servicio de Cardiología Pediátrica, Hospital Universitario Vall d'Hebron, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España

^b Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Vall d'Hebron, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España

^c Unidad de Investigación Clínica, Institut de Recerca Vall d'Hebron, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España

Recibido el 3 de enero de 2015; aceptado el 17 de febrero de 2015

Disponible en Internet el 21 de marzo de 2015

PALABRAS CLAVE

Estenosis aórtica;
Valvuloplastia;
Ecocardiografía;
Pediatria

Resumen

Fundamentos y objetivo: En la edad pediátrica, la valvuloplastia aórtica es considerada como una opción para el tratamiento paliativo de la estenosis aórtica congénita. Se revisaron las valvuloplastias aórticas sobre válvula nativa realizadas consecutivamente en nuestro centro desde marzo de 1994 hasta junio de 2013, con el objetivo de identificar variables asociadas a necesidad de reintervención en el seguimiento.

Métodos: Análisis de pacientes sometidos a valvuloplastia aórtica, en relación a sus características clínicas, ecocardiográficas y evolutivas, de una serie de 51 individuos, dividida en dos grupos –neonatal y pediátrico– según si la valvuloplastia se hubiere realizado antes o después del mes de vida. El tiempo mediano de seguimiento fue de 5,8 años (0,5-12,3) por paciente.

Resultados: De los 51 pacientes, 20 presentaban alguna malformación cardiaca asociada. Tras el procedimiento la media de los gradientes pico-pico descendió de 60 ± 18 a 25 ± 13 mmHg. Evolutivamente, la valvuloplastia inicial fue suficiente en 24 (47%) enfermos, en 12 (23,5%) pacientes se requirió revalvuloplastia por reestenosis a un tiempo mediano de 0,61 años (0,3-3,2), y en 13 (25%) se indicó cirugía a un tiempo medio de 1,62 años (0,4-10,9); en dos casos (4%) se perdió el seguimiento. Las variables: grupo neonatal, patrón diastólico restrictivo, z-score del diámetro telediastólico ventricular izquierdo $< -2,5$, gradiente hemodinámico pico-pico > 60 mmHg, se asociaron a necesidad de cirugía ($p < 0,05$) en el seguimiento. No se encontraron factores asociados a revalvuloplastia.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: mfiguerascoll@gmail.com (M. Figueras-Coll).

Conclusiones: La valvuloplastia aórtica pediátrica es una opción terapéutica paliativa eficaz. En este estudio las variables descritas anteriormente se asociaron a necesidad de cirugía.
© 2015 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Aortic stenosis;
Valvuloplasty;
Echocardiography;
Pediatrics

Pediatric balloon aortic valvuloplasty. Long-term prognostic factors

Abstract

Introduction and objective: Balloon aortic valvuloplasty is regarded as a good palliative option for congenital aortic stenosis in children. Our main objective was to review the results of all consecutive balloon aortic valvuloplasties performed in children over a native valve from march 1994 until June 2013, trying to identify those variables associated with need of reintervention during follow-up.

Methods: We studied the echocardiographic, clinical and evolutionary features of 51 pediatric patients who underwent a balloon aortic valvuloplasty. Two groups were recognized: neonatal (n = 11) and pediatric (n = 40) patients depending on whether valvuloplasty was performed before or after the first month of life. Median follow-up was 5.8 years (0.5-12,3).

Results: There were 37 boys and 14 girls, and 20 patients had some additional cardiac malformation. The average peak to peak hemodynamic gradient fell from 60 ± 18 a 25 ± 13 mmHg. During follow-up, 12 patients needed a second valvuloplasty for reestenosis (23.5%) at 0.61 years (0.3-3.2) and 13 others needed surgery (25%) at 1.62 years (0.4-10.9); 2 cases (4%) had no follow-up. The variables neonatal group, echocardiographic restrictive diastolic pattern, z-score of end-diastolic left ventricle diameter < -2.5 , and peak to peak hemodynamic gradient > 60 mmHg were associated with need of surgery during follow-up ($p < 0.05$). However, we did not find factors associated with repeated valvuloplasty.

Conclusions: Balloon aortic valvuloplasty in children is an effective option for palliative treatment of congenital aortic stenosis. In this study the variables previously described were predictors of the need of surgery.

© 2015 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción y objetivos

La estenosis aórtica representa el 3-6% de todas las cardiopatías congénitas^{1,2}, siendo la forma más frecuente de la valvular. Es habitual la asociación con otras malformaciones cardíacas, entre ellas la coartación de aorta y el síndrome de Shone^{1,3}.

La primera valvuloplastia aórtica pediátrica se efectuó a cabo por Lababidi et al.⁴ a finales de 1982⁴, pero no fue hasta 1986 cuando el mismo Lababidi reportó los dos primeros casos exitosos de valvuloplastia neonatal⁵.

Actualmente dicho procedimiento representa una opción de primera línea para el tratamiento de la estenosis aórtica congénita pediátrica^{6,7}. Aunque existen pocos estudios que comparen los resultados de la valvuloplastia versus los de la valvulotomía quirúrgica, en las series más recientes se acepta que la valvuloplastia presenta resultados equiparables a los de la cirugía en cuanto a términos de supervivencia, eficacia en la reducción del gradiente transvalvular, o aparición de complicaciones como la regurgitación aórtica^{6,8-10}. El ahorro de una esternotomía y de una circulación extracorpórea, junto con un menor tiempo de hospitalización y un menor coste económico, son algunos de los aspectos atractivos de la valvuloplastia, frente a la

tradicional valvulotomía quirúrgica^{9,11}. El estado clínico previo, la morfología valvular, la función ventricular o la edad del paciente son factores importantes, que pueden acabar determinando el resultado final de la valvuloplastia^{10,12,13}.

El objetivo de este trabajo fue realizar un análisis de todos los pacientes pediátricos sometidos a valvuloplastia aórtica en cuanto a características clínicas, ecocardiográficas, y evolutivas, buscando aquellos factores asociados a necesidad de reintervención.

Métodos

Estudio retrospectivo de la evolución de los pacientes sometidos a valvuloplastia aórtica en edad pediátrica, realizada como primer tratamiento de estenosis aórtica congénita desde marzo de 1994 hasta junio de 2013. En esta serie, las indicaciones de la valvuloplastia fueron determinadas por la existencia de sintomatología clínica y/o por gradiente ecocardiográfico medio > 40 mmHg.

Los criterios de inclusión fueron: la edad pediátrica (0-18 años), la valvuloplastia como primera actuación sobre la válvula aórtica y la estenosis exclusivamente a nivel valvular. No fue motivo de exclusión que el paciente presentase alguna malformación cardíaca asociada. Cumplieron estos

criterios 51 pacientes (37 varones), con una ratio niño: niña de 2,64:1.

Se constituyeron dos grupos: el neonatal (n=11) y el pediátrico (n=40), según si la edad en el momento de la valvuloplastia era menor o mayor a un mes.

Todos los procedimientos se realizaron con anestesia general y ventilación mecánica. Se registró el gradiente hemodinámico pico-pico transvalvular, y se realizó un angiograma para medición del anillo aórtico. La ratio balón/anillo utilizada inicialmente fue de 0,8. Si se documentaba un gradiente residual > 30 mmHg, se procedía a dilatar con un balón de mayor tamaño, intentando no superar la ratio de uno, aunque en cinco casos fue superior (ratio máxima 1,1). Con la finalidad de estabilizar el balón durante la dilatación, se utilizó adenosina o sobreestimulación ventricular derecha con marcapasos externo.

Para cada paciente se registraron las variables expresadas en la [tabla 1](#). Los gradientes ecocardiográficos (máximo y medio) fueron documentados mediante Doppler continuo. Se catalogó la existencia de patrón diastólico restrictivo cuando la velocidad de flujo transmitral presentaba una relación E/A > 2 y la pendiente de deceleración de la onda E era < 140ms^{14,15}. La catalogación de la insuficiencia aórtica en este trabajo se agrupó como: ausente o mínima (grado cero, sin flujo diastólico reverso en arco), ligera (grado uno, flujo reverso en arco), moderada o severa (grado dos, flujo reverso en aorta torácica o abdominal).

Se realizó un seguimiento clínico y ecocardiográfico a los siguientes tiempos de evolución: posprocedimiento (al día siguiente), a los seis meses, al año, a los 2, 5, 10, 15 y a más de 15 años. El tiempo mediano de seguimiento fue de 5,8 años (0,5-12,3), destacando que 21 pacientes fueron seguidos más de 10 años, y seis más de 15 años.

Análisis estadístico. Inicialmente se realizó un análisis descriptivo de los resultados. Para constatar la existencia o no de asociación entre las distintas variables y necesidad de cirugía o revalvuloplastia, se usó el test exacto de Fisher. Posteriormente, se construyó un modelo de regresión logística multivariante para ponderar aquellos factores más influyentes. Se elaboraron curvas de supervivencia según el modelo Kaplan Meier. Todos los datos fueron procesados con

el programa estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences), versión 15.0.

Resultados

La serie definitiva la formaron 51 pacientes (11 neonatos, 40 pediátricos). El 54% de los neonatos (n=6) fueron diagnosticados prenatalmente, un 27% (n=3) a raíz de soplo sistólico, y un 19% (n=2) comenzaron en forma de shock cardiogénico. La mayoría de los pacientes del grupo pediátrico se diagnosticaron por hallazgo de soplo sistólico en revisiones rutinarias, excepto uno que presentó episodio presincope durante el ejercicio.

Considerando toda la muestra, las malformaciones cardíacas asociadas más frecuentes fueron el síndrome de Shone (24%) y la coartación de aorta (14%).

La ecocardiografía prevalvuloplastia documentó 19 (37%) válvulas aórticas bicúspides y 24 (47%) válvulas tricúspides. En ocho (16%) de los casos no se pudo determinar la morfología valvular.

En ocho neonatos y en 26 pacientes pediátricos se disponía de la fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI) estimada por ecocardiografía. Mientras que en el grupo neonatal había 5/8 (62,5%) enfermos con FEVI < 55%, en el grupo pediátrico no había ninguno.

La valvuloplastia se realizó en 44 casos por vía arterial, y en siete por vía venosa a través del foramen oval.

No se reportó ningún *éxito* en el procedimiento, ni durante los siguientes 30 días. Ocho casos (16%) presentaron alguna complicación atribuible al cateterismo: tres espasmos arteriales, tres alteraciones de la conducción eléctrica en forma de bloqueo incompleto de rama izquierda y dos hematomas retroperitoneales.

Considerando todos los enfermos (n=51), las revalvuloplastias (n=12, 23,5%) y las cirugías (n=13, 25%) se indicaron respectivamente a un tiempo medio de 0,61 (0,3-3,2) y 1,62 (0,4-10,9) años, después de la valvuloplastia inicial. La [figura 1](#) muestra un esquema evolutivo de los pacientes.

Los pacientes del grupo neonatal presentaron una tasa de reintervención (la revalvuloplastia o la cirugía) superior

Tabla 1 Variables del estudio

Clínicas	Ecocardiográficas	Cateterismo	Seguimiento
Sexo	Z-score anillo aórtico	Anillo aórtico	Z-score aórtico
Dx prenatal	Morfol valv aor	Ratio balón/anillo	Z-score DTDVI
Grupo neonatal	Z-score DTDVI	Δ pico-pico pre	Δ pico y medio
Grupo pediátrico	FEVI	Δ pico-pico pos	Grado IAo
	Δ pico y medio	Complicaciones	Revalvuloplastia
	Patrón diastólico restrictivo		Cirugía
	Malformaciones asociadas		Éxito

DTDVI: diámetro telediastólico del ventrículo izquierdo; Dx: diagnóstico; FEVI: fracción de eyección ventricular izquierda; Grado IAo: grado de insuficiencia aórtica; Morfol valv aor: morfología valvular aórtica; Δ: gradiente; Δ pico-pico pos: gradiente pico-pico posvalvuloplastia; Δ pico-pico pre: gradiente pico-pico prevalvuloplastia.

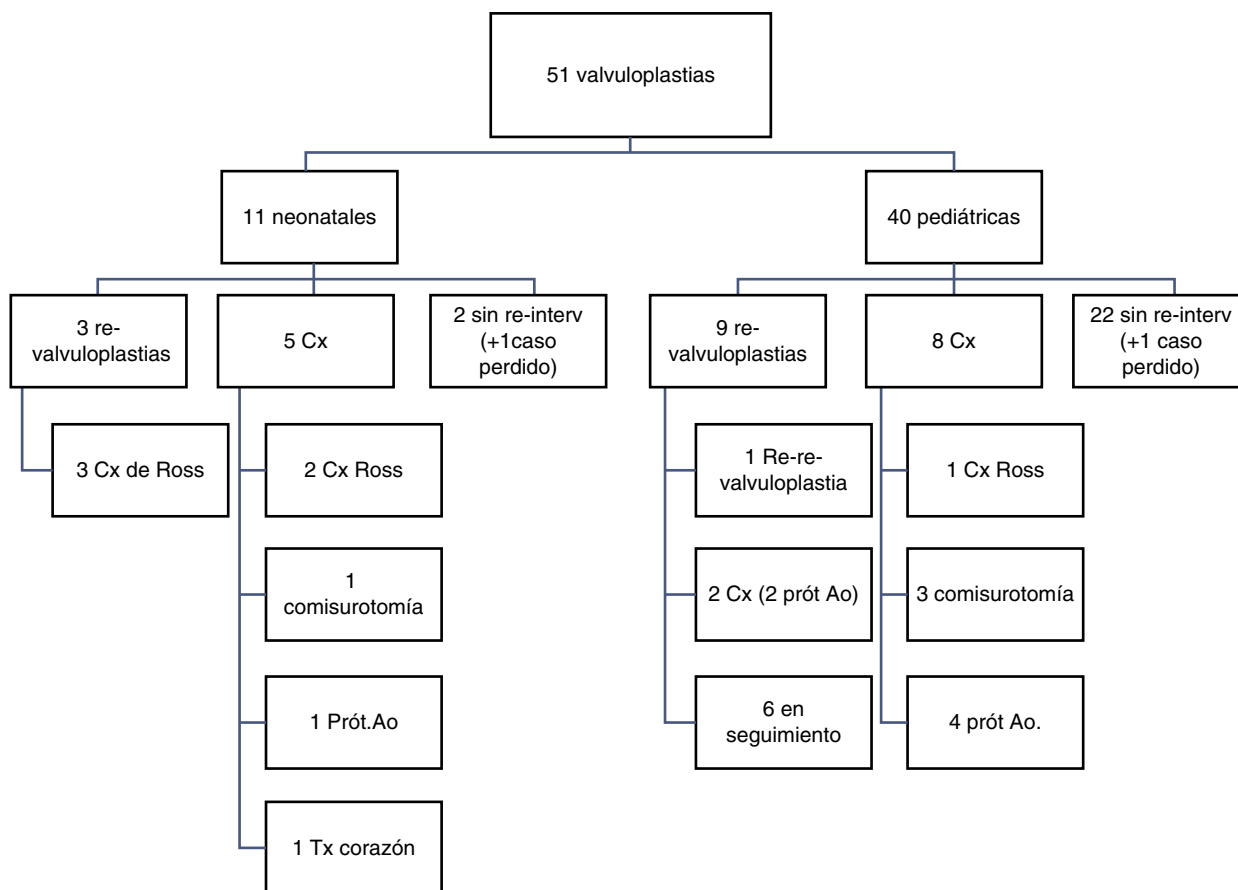


Figura 1 Esquema evolutivo de los pacientes.

Cx: cirugía; Prót. Ao: prótesis aórtica; Re-interv: reintervención; Tx: trasplante.

a la del grupo pediátrico (8/11 vs. 17/40), diferencia estadísticamente significativa ($p=0,02$).

El estudio retrospectivo no determinó un criterio unitario para la elección de procedimientos de reintervención. La indicación de revalvuloplastia o cirugía valvular así como el tipo de técnica quirúrgica (la comisurotomía, la cirugía de Ross, la prótesis aórtica) fue establecida según criterios individuales de los cardiólogos responsables del paciente, probablemente basados en la edad, la clínica, la apariencia ecocardiográfica del aparato valvular y la existencia de insuficiencia aórtica asociada.

La mediana del gradiente ecocardiográfico medio a los 10 años posvalvuloplastia de aquellos pacientes sin reintervención ($n=21$, dos neonatos, 19 pediátricos) fue 25,5 (13,5-34) mmHg, que comparado con el gradiente inmediato posvalvuloplastia, que era 21 (10-25) mmHg, evidencia cierta estabilidad de la enfermedad en el tiempo en este subgrupo.

La [tabla 2](#) presenta algunas características demográficas, hemodinámicas, ecocardiográficas y de seguimiento de los enfermos de nuestra serie.

Antes de la valvuloplastia siete pacientes (13,7%) presentaban insuficiencia aórtica grado uno; posvalvuloplastia se documentaron 23 (45%) casos con insuficiencia (18 grado uno, cinco grado dos). De las 18 insuficiencias grado uno, 10 evolucionaron a insuficiencia grado dos, en un tiempo mediano de 1,5 (0,5-10) años.

A 10 o más años de evolución, 17 de los 21 pacientes (81%) sin reintervención tenían insuficiencia aórtica (cuatro grado uno, 13 grado dos). De este último grupo de 13 pacientes, cinco recibieron indicación quirúrgica de recambio valvular (cinco prótesis aórticas) a un tiempo mediano de 10,96 años (5,65-14,0) respecto la valvuloplastia inicial.

La única variable que mostró asociación significativa con la presencia de insuficiencia (grado uno o dos) fue la de pertenecer al grupo neonatal ($p=0,04$). No se halló significación estadística entre valvuloplastias realizadas con ratio balón/anillo mayor a uno, e insuficiencia poscateterismo ($p=0,15$), sin embargo, sí se observó una tendencia, ya que aquellos enfermos sin insuficiencia posprocedimiento ($n=28$) tenían una media de ratio balón/anillo de $0,93 \pm 0,09$, mientras que aquellos con insuficiencia grado uno ($n=18$) y grado dos ($n=5$), sus medias de ratio balón/anillo fueron respectivamente de $0,96 \pm 0,05$ y de $1,01 \pm 0,02$. Tampoco se evidenció ninguna relación entre la morfología valvular (bicúspide o tricúspide) y la aparición de insuficiencia aórtica en la evolución ($p=0,26$).

En referencia a la revalvuloplastia por estenosis residual, excepto el sexo masculino ($p=0,02$), no se encontró ninguna variable con asociación significativa.

Las variables que se asociaron de forma significativa ($p<0,05$) a necesidad de cirugía fueron ([tabla 3](#)): grupo neonatal ($p=0,01$), z-score de diámetro telediastólico ventricular izquierdo $< -2,5$ ($p=0,03$), patrón diastólico

Tabla 2 Características demográficas, ecográficas, hemodinámicas y evolutivas

Variable	Total	Grupo neonatal (n = 11)	Grupo pediátrico (n = 40)
Edad media	4,53a ± 5,7	4,9 d ± 8,9	5,7a ± 6,1
Edad mediana	0,73a (0,09-9,5 a)	1 día (1-3d)	2,97a (0,37-11,2 a)
Niños/niñas	37/14 (2,64/1)	8/3 (2,66/1)	29/11 (2,63/1)
Disfx VI pre <55%	5/34 (14%) (n = 34)	5/8 (62,5%)	0/26 (0%)
Disfx VI pos <55%	3/34 (8,8%) (n = 34)	3/8 (37,5%)	0/26 (0%)
Patrón diast. restric	7/25 (28%) (n = 25)	4/6 (66,6%)	3/19 (16%)
Z-score DTDVI	-0,73 (-1,85- 0,1)	-1,15 (-3,1-1,7)	-0,7 (-1,5- -0,1)
Z-score anillo aórtico	-0,28 (-1,35- 1,3)	-2,65 (-4,0 - -0,25)	+0,1 (-0,9-1,4)
Ratio balón/anillo	0,95 ± 0,07	0,97 ± 0,07	0,95 ± 0,08
Δ pico-pico pre	60,7 ± 18	62,2 ± 18,5	60,2 ± 18,5
Δ pico-pico pos	25,04 ± 13,2	24,4 ± 9,5	25,2 ± 14,2
Reducción Δ	35,6 ± 16	37,8 ± 13,4	35 ± 16,9
Grado IAo ≥ 1 pre	7/51 (13,7%)	1/11 (9,1%)	6/40 (15%)
Grado IAo ≥ 1 pos	23/51 (45,1%)	8/11 (72%)	15/40 (33%)
Complicaciones	8/51 (15,7%)	1/11 (9%)	7/40 (17,5%)
Δ medio eco pre	43,2 ± 7	41,2 ± 6,6	43,7 ± 7,1
Δ medio eco pos	20,9 ± 11,3	20 ± 9,3	21,1 ± 12
Seguimiento medio (años)	6,8 ± 5,8	3,35 ± 4,6	7,77 ± 5,9
Seguimiento mediano	5,8 (0,54-12,3)	0,38 (0,15-9,9)	7,3 (2-13,4)
Re-BAV en seguimiento	12/51 (23,5%)	3/11 (27,3%)	9/40 (22,5%)
Cx V.Ao en seguimiento	18/51 (35,3%)	8/11 (72,7%)	10/40 (25%)

a: años; Cx V. Ao en seguimiento: cirugía valvular aórtica en el seguimiento; d: días; Disfx VI pre: disfunción ventricular izquierda pre-valoroplastia; Disfx VI pos: disfunción ventricular izquierda pos-valoroplastia; Grado IAo ≥ 1 pre: grado de insuficiencia aórtica ≥ 1 pre-valoroplastia; Grado IAo ≥ 1 pos: grado de insuficiencia aórtica ≥ 1 pos-valoroplastia; Patrón diast. restric: patrón diastólico restrictivo; Re-BAV en seguimiento: revaloroplastia en el seguimiento; Reducción Δ: reducción del gradiente; Z-score DTDVI: diámetro telediastólico ventricular izquierdo; Δ medio eco pre: gradiente medio ecocardiográfico pre-valoroplastia; Δ medio eco pos: gradiente medio ecocardiográfico pos-valoroplastia; Δ pico-pico pre: gradiente pico-pico pre-valoroplastia (mmHg); Δ pico-pico pos: gradiente pico-pico pos-valoroplastia.

restrictivo ($p=0,001$) y gradiente hemodinámico pico-pico > 60 mmHg ($p=0,03$).

Para ponderar qué factores se asociaban con más fuerza a la necesidad de la cirugía valvular aórtica, se construyó un modelo de regresión logística multivariante con aquellas variables que en el análisis univariado habían mostrado aso-

ciación significativa (tabla 4). La variable patrón diastólico restrictivo se desestimó por la escasa n de enfermos ($n=7$). Aunque las p no son significativas, las odds ratio de las tres variables del modelo son suficientemente altas (todas mayores a tres), indicando una mayor probabilidad de necesidad de cirugía.

La supervivencia global de nuestra cohorte histórica a los cinco y 10 años fue del 95 y del 91,5% respectivamente. Estratificando por grupos, la supervivencia del grupo

Tabla 3 Variables asociadas a cirugía/revaloroplastia

Variables	Nivel de significación estadística	
	Cirugía	Revaloroplastia
Sexo	0,66	0,02
Válvula bicúspide	1	0,5
Grupo neonatal	0,02	0,71
Z-score DTDVI <-2,5	0,04	0,67
Z-score anillo aórtico	0,24	0,66
Patrón diast restric	0,001	0,34
Δ HD pico-pico pre >60	0,03	0,18
Δ HD pico-pico pos ≥30	0,36	0,74
FEVI < 55%	0,3	1
Complicaciones	0,7	0,66

DTDVI: diámetro telediastólico ventricular izquierdo; FEVI: fracción de eyección ventricular izquierda; Patrón diast restric: patrón diastólico restrictivo; Δ HD pico-pico pre >60: gradiente hemodinámico pico-pico pre-valoroplastia > 60 mmHg; Δ HD pico-pico pos ≥30: gradiente hemodinámico pico-pico pos-valoroplastia > 30 mmHg.

Tabla 4 Modelo de regresión logística multivariante (variables con significación estadística)

Variable	Odds ratio	(95%CI)	p-valor
<i>Grupo neonatal</i>			
No	1		0,089
Sí	4,35	(0,85; 25,5)	
<i>Δ HD pico-pico > 60 mmHg</i>			
No	1		0,100
Sí	3,29	(0,8;13,6)	
<i>Zsc DTDVI < -2,5 preBAV</i>			
No	1		0,115
Sí	4,12	(0,71;23,94)	

Zsc DTDVI <-2,5 preBAV: Z-score del diámetro telediastólico ventricular izquierdo <-2,5 pre-valoroplastia; Δ HD pico-pico > 60 mmHg: gradiente hemodinámico pico-pico ≥ 60 mmHg.

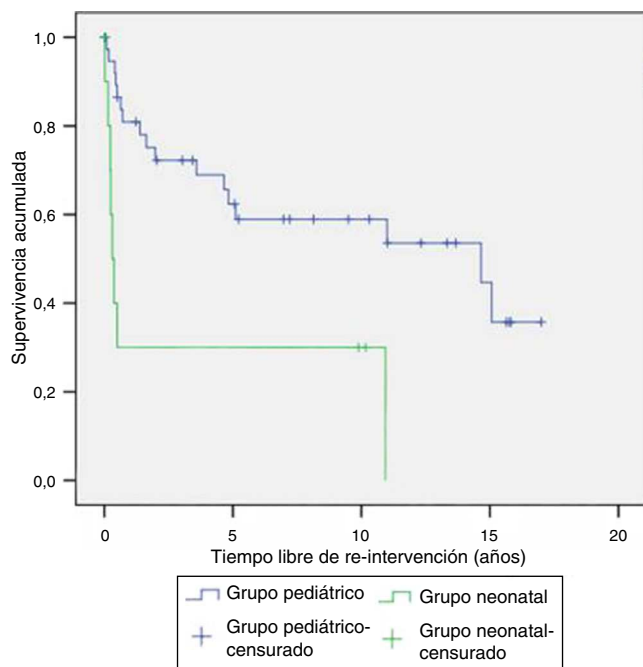


Figura 2 Curva de supervivencia libre de reintervención.

neonatal resultó a los cinco y 10 años del 71 y 54%, mientras que en el grupo pediátrico fue en ambos casos del 100% (no hubo *éxitus* en este grupo).

La figura 2 muestra la curva de Kaplan-Meier en tiempo libre de reintervención para los grupos neonatal y pediátrico, demostrando una supervivencia libre de reintervención a los 10 años del 30 y del 59% respectivamente. La figura 3, referente al tiempo libre de insuficiencia aórtica significativa (grado dos), muestra una supervivencia de los grupos neonatal y pediátrico a los cinco años del 45 y 71%, y a los 10, del 45 y 63% respectivamente. A los 15 años de evolución, la supervivencia del grupo pediátrico disminuye hasta el 32%.

Discusión

Aunque existen distintos artículos publicados sobre valvuloplastia aórtica, son pocos los que tienen un tiempo de seguimiento medio mayor a cinco años. En nuestra serie la ratio niños/niñas valvuloplastiados/as fue de 2,64:1, cifras parecidas a las de otros autores^{10,16,17}, hecho que se fundamenta en que la estenosis aórtica es más frecuente en el sexo masculino.

La eficacia de la valvuloplastia aórtica, entendida desde el punto de vista de reducción del gradiente transvalvular, así como las distintas curvas de supervivencia, resultaron similares a los de otras revisiones^{6,10,11,13,18}.

Cada vez es más posible el diagnóstico prenatal de la estenosis aórtica crítica¹⁹. Distintos trabajos han postulado que la actuación sobre el feto afecto de estenosis aórtica crítica *in útero*, podría cambiar el curso natural de la enfermedad, evitando la evolución a hipoplasia de cavidades izquierdas y haciendo posible una circulación biventricular en la vida posnatal²⁰⁻²².

En aquellos recién nacidos con la estenosis aórtica severa y el ventrículo izquierdo *border line*, en los que la decisión

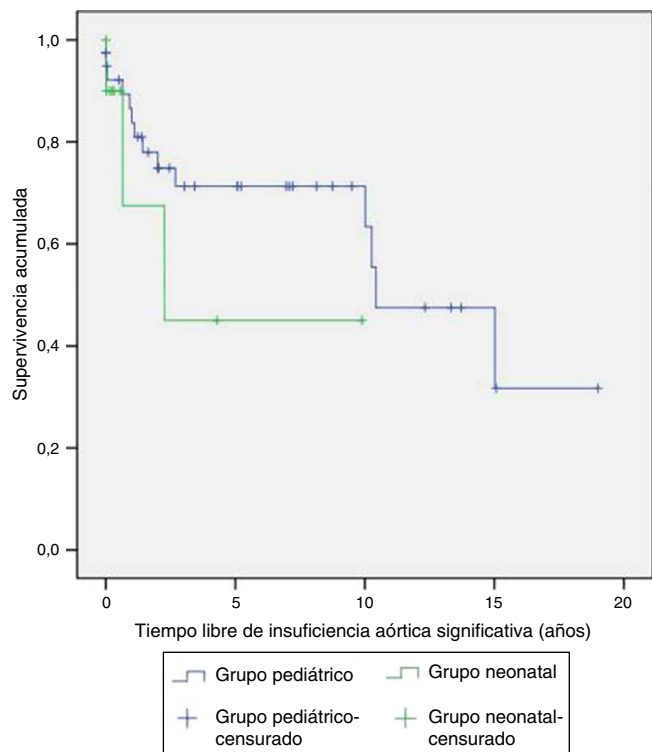


Figura 3 Curva de supervivencia libre de insuficiencia aórtica significativa.

de reparación bi- o univentricular resulta difícil, la valvuloplastia aórtica puede ayudar a descomprimir el ventrículo izquierdo mejorando el paso anterógrado, dejando un compás de espera para evaluar la estrategia terapéutica^{16,18}.

La disfunción miocárdica es una de las variables que puede comprometer el pronóstico del paciente afecto de la estenosis aórtica congénita^{9,13} sometido a la valvuloplastia. La disfunción debida a la isquemia subendocárdica en contexto de un miocardio hipertrófico y/o fibroelástico podría incapacitar al ventrículo para sostener un gasto cardíaco adecuado^{6,9,23}. En este trabajo, de los cinco neonatos con disfunción izquierda, en la evolución tres requirieron cirugía de Ross, y uno trasplante cardíaco.

La función diastólica de los pacientes con valvuloplastia aórtica es un aspecto escasamente reportado en la bibliografía. En el presente trabajo se estudió la diástole mediante flujo transmitral en 25 enfermos (seis neonatos y 19 pediátricos). Los siete pacientes que presentaron un patrón restrictivo pre-valvuloplastia (cuatro neonatos, tres pediátricos), requirieron algún tipo de reintervención en la evolución; dicho patrón resultó ser una de las variables que mostró asociación significativa a cirugía ($p=0,001$).

Se han descrito distintos mecanismos causantes de la insuficiencia aórtica posvalvuloplastia: el desgarro parcial de algún velo por dilatación no controlada, la perforación de algún velo⁷, la rotura del anillo durante la inflación del balón²⁴, o usos del ratio balón/anillo mayores a 1,1 entre otros. Contrariamente a otros estudios publicados^{6,8,12,25}, en esta serie no se encontró asociación significativa entre la aparición de insuficiencia aórtica posvalvuloplastia y mayor ratio balón/anillo ($p=0,15$), aunque sí se observó una tendencia de mayor insuficiencia a mayor

ratio balón/anillo. En este sentido, nuestros resultados fueron similares a los de Maskatia⁷ y O'Connor²⁶.

En referencia a la morfología valvular aórtica, es posible que algunos casos en los que no se pudo determinar, se tratara de válvulas monocúspides. No se halló ninguna asociación significativa entre pacientes con válvulas bicúspides e insuficiencia aórtica o requerir algún tipo de reintervención en la evolución. Esta misma observación ya la hicieron Al Marshafawy¹² y Maskatia²⁷ en sus respectivos estudios. En cambio, otras revisiones como la de Reich et al.¹¹ sí que describieron asociación entre las válvulas bicúspides y la insuficiencia aórtica, argumentando una rigidez no uniforme o un tamaño desigual de las cúspides como posibles factores relacionados con la insuficiencia.

La variable que mostró una asociación significativa con la insuficiencia aórtica posprocedimiento fue la de pertenecer al grupo neonatal (en 8/11 neonatos se constató insuficiencia, $p=0,04$), dato ya descrito por otros autores^{6,13,28}, observándose una progresión de la insuficiencia con el tiempo^{6,10,18}. Poscateterismo ($n=51$) solo había cinco (9,8%) casos con insuficiencia significativa (grado dos), mientras que a los 10 años del procedimiento ($n=21$) la presentaban 13 (61,9%) pacientes.

En nuestra serie, 12 pacientes requirieron la revalvuloplastia (23,5%) y 13 pacientes la cirugía (25,5%), porcentajes ligeramente superiores a los de otros estudios^{10,17,18}, si bien debe considerarse que se admitieron pacientes con otras malformaciones cardíacas asociadas.

La reestenosis aórtica, así como la aparición y la progresión de insuficiencia aórtica son hechos comunes después de la valvuloplastia^{7,10,18,25}, pudiendo justificar la indicación de una nueva actuación sobre la válvula^{8,9,24}. En vista a la alta tasa de reintervención (casi un 50% en esta serie), la valvuloplastia aórtica debe considerarse como una terapéutica paliativa para un paciente en el que la reintervención a la larga va a ser bastante probable¹⁰.

En este estudio, de los 12 pacientes que requirieron la revalvuloplastia, siete no precisaron de la cirugía durante el periodo de seguimiento, aunque uno de ellos precisó una tercera valvuloplastia (a los siete años de la revalvuloplastia); no obstante, cinco enfermos acabaron recibiendo indicación quirúrgica a un tiempo mediano de 4,27 años (0,54-5,1) respecto la valvuloplastia inicial. En esta muestra, los 12 pacientes que requirieron la revalvuloplastia eran varones, motivando una asociación estadísticamente significativa ($p=0,02$), posiblemente debido a la mayor proporción de niños/niñas (2,64:1). La revalvuloplastia también sigue siendo eficaz como tratamiento paliativo de la estenosis aórtica recurrente y, aunque pueda ser causa de más insuficiencia, retrasa la necesidad de intervención quirúrgica en la mayoría de las ocasiones^{24,29}.

Diversos estudios han identificado una serie de factores que comportan un mayor riesgo de reintervención entre los cuales se destacan: la edad a la valvuloplastia menor a un mes, z-score del anillo aórtico y del diámetro telediastólico ventricular izquierdo <-3 , la disfunción ventricular izquierda preprocedimiento, el patrón diastólico restrictivo de flujo transmitral, y el gradiente transvalvular hemodinámico >60 mmHg^{6,8-10,12,13,16,18,26,29}. En nuestra serie la mayoría de dichos factores también mostraron asociación significativa en el análisis univariado excepto el z-score

aórtico ($p=0,24$) y la disfunción ventricular ($p=0,3$) aunque para esta última variable la escasa muestra ($n=5$) impidió sacar conclusiones.

La naturaleza retrospectiva del estudio y el tamaño modesto de la muestra ($n=51$) con un amplio rango de edades (0-18 años), podrían limitar la aplicabilidad de los hallazgos reportados. No se pudo determinar un criterio unitario para la elección de procedimientos de reintervención. El largo periodo ventana (19 años) que ha conllevado mejoras en los materiales y la tecnología, y la participación de cuatro hemodinamistas con distinto grado de experiencia, son puntos a considerar a la hora de extrapolar resultados.

Conclusiones

En nuestra experiencia la valvuloplastia aórtica resultó ser una técnica segura y eficaz como tratamiento paliativo de la estenosis aórtica congénita en la edad pediátrica. Los factores que en este trabajo mostraron una asociación significativa a necesidad de la cirugía fueron: el grupo neonatal, z-score del diámetro telediastólico ventricular izquierdo $<-2,5$, el patrón diastólico de flujo transmitral restrictivo y el gradiente hemodinámico pico-pico >60 mmHg.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Rudolph A. *Congenital diseases of the heart*. 3.^a ed Chichester: Wiley-Blackwell; 2009.
2. Villalba Nogales J, Herráiz Sarachaga I, Bermúdez-Cañete Fernández R, Maitre Azcárate MJ, Mora de Oñate J, González Rocafort A, et al. La valvuloplastia en la estenosis valvular aórtica crítica del neonato. *An Esp Pediatr*. 2002;57(5):444-51.
3. Lai WL, Mertens L, Cohen MS, Geva T. *Echocardiography in pediatric and congenital heart disease from fetus to adult*. 1.^a ed Chichester: Wiley-Blackwell; 2009.
4. Lababidi Z, Wu JR, Walls JT. Percutaneous balloon aortic valvuloplasty: results in 23 patients. *Am J Cardiol*. 1984;53:194-7.
5. Lababidi Z, Weinhaus L. Successful balloon valvuloplasty for neonatal critical aortic stenosis. *Am Heart J*. 1986;12:913-6.
6. McElhinney DB, Lock JE, Keane JF, Moran AM, Colan SD. Left heart growth, function and reintervention after balloon aortic valvuloplasty for neonatal aortic stenosis. *Circulation*. 2005;111(4):4514-58.

7. Maskatia SA, Ing FF, Justino H, Crystal MA, Mullins CE, Mattamal RJ, et al. Twenty five year experience with balloon aortic valvuloplasty for congenital aortic stenosis. *Am J Cardiol.* 2011;108:1024–8.
8. 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.
9. McCrindle BW, Blackstone EH, Williams WG, Sittiwangkul R, Spray TL, Azakie A, et al. Are outcomes of surgical versus transcatheter balloon valvotomy equivalent in neonatal critical aortic stenosis? *Circulation.* 2001;104 12 suppl 1:152–8.
10. Fratz S, Glidein HP, Balling G, Sebening W, Geinz T, Eicken A, et al. Aortic valvuloplasty in pediatric patients substantially postpones the need for aortic valve surgery. A single center experience of 188 patients after up to 17,5 years of follow-up. *Circulation.* 2008;117:1201–6.
11. Reich O, Tax P, Marek J, Rázek V, Gilik J, Tomek V, et al. Long term results of percutaneous balloon aortic valvuloplasty of congenital aortic stenosis: independent predictors of outcome. *Heart.* 2004;90:70–6.
12. Al Marshafawy H, Al Sawah GA, Hafez M, Matter M, El Gamal A, Sheishaa AG, et al. Balloon valvuloplasty of aortic valve stenosis in childhood: midterm results in a Children's Hospital, Mansoura University, Egypt. *Clin Med Insights Cardiol.* 2012;6:57–64.
13. Knirsch W, Berger F, Harpes P, Kretschmar O. Balloon valvuloplasty of aortic valve stenosis in childhood: early and medium term results. *Clin Res Cardiol.* 2008;97:587–93.
14. Evangelista A. Manual de ecocardiografía clínica. Área del cor, Hospital Vall d'Hebrón. 1.ª ed Barcelona: Aureagràfic; 2009.
15. Akkan D, Kjaergaard J, Moller JE, Hassager C, Torp-Pedersen C, Kober L. Prognostic importance of a short deceleration time in symptomatic congestive heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2008;10(7):689–95.
16. Rhodes LA, Colan SD, Perry SB, Jonas RA, Sanders SP. Predictors of survival in neonates with critical aortic stenosis. *Circulation.* 1991;84:2325–35.
17. Ewert P, Bertram H, Breuer J, Dähnert I, Dittrich S, Eicken A, et al. Balloon valvuloplasty in the treatment of congenital aortic valve stenosis. A retrospective multicenter survey of more than 1000 patients. *Int J Cardiol.* 2011;149:182–5.
18. Brown DW, Dipilato AE, Chong EC, Lock JE, McElhinney DB. Aortic valve reinterventions after balloon aortic valvuloplasty for congenital aortic stenosis intermediate and late follow-up. *J Am Coll Cardiol.* 2010;56(21):1740–9.
19. Lapierre C, Rypens F, Grignon A, Dubois J, Déry J, Garel L. Prenatal ultrasound screening of congenital heart disease in the general population: general concepts, guidelines, differential diagnoses *Ultrasound Q.* 2013;29:111–24.
20. Friedman KG, Margossian R, Graham DA, Harrild DM, Emami SM, Wilkins-Haug LE, et al. Postnatal left ventricular diastolic function after fetal aortic valvuloplasty. *Am J Cardiol.* 2011;108:556–60.
21. Marantz P, Aiello H, Grinenco S, Izbizky G, Peña G, Trentacoste L, et al. Foetal aortic valvuloplasty: experience of five cases. *Cardiol Young.* 2013;23:675–81.
22. Freud L, McElhinney DB, Marshall AC, Marx GR, Friedman KG, Del Nido PJ, et al. Fetal aortic valvuloplasty for evolving hypoplastic left heart syndrome: postnatal outcomes of the first 100 patients. *Circulation.* 2014;130(8):638–45.
23. Santos MA, Azevedo VM. Neonate aortic stenosis: importance of myocardial perfusion in prognosis. *Arg Bras Cardiol.* 2002;79(3):245–55.
24. Petit CJ, Maskatia SA, Justino H, Mattamal RJ, Crystal MA, Ing FF. Repeat balloon aortic valvuloplasty effectively delays surgical intervention in children with recurrent aortic stenosis. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2012;82:549–55.
25. Sholler GF, Keane JF, Perry SB, Sanders SP, Lock JE. Balloon dilation of congenital aortic valve stenosis. Results and influence of technical and morphological features on outcome. *Circulation.* 1988;78:351–60.
26. 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.
27. Maskatia SA, Justino H, Ing FF, Crystal MA, Mattamal RJ, Petit CJ. Aortic valve morphology is associated with outcomes following balloon valvuloplasty for congenital aortic stenosis. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2013;81:90–5.
28. Moore P, Egito E, Mowrey H, Perry SB, Lock JE, Keane JF. Mid-term results of balloon dilatation of congenital aortic stenosis: predictors of success. *J Am Coll Cardiol.* 1996;27:1257–63.
29. Petit CJ, Ing FF, Mattamal R, Pignatelli RH, Mullins CE, Justino H. Diminished left ventricular function is associated with poor mid-term outcomes in neonates after balloon aortic valvuloplasty. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2012;80:1190–9.