

Estenosis aórtica valvular. Tratamiento quirúrgico en la infancia

A. Cabrera Duro, Y. López Fernández, P. Martínez Corrales¹, D. Rodrigo Carbonero, B. Azúa González, J. Alcibar Villa, A. Llorente Urcullu¹, J.R. Rumoroso Cuevas, E. Pastor Menchaca

Resumen. *Objetivo.* Valorar a medio y largo plazo los resultados de la comisurotomía aórtica como primer tratamiento en la estenosis aórtica en el niño.

Material y métodos. Veintidós pacientes fueron intervenidos a la edad de $7,3 \pm 3,6$ años. La intervención se realizó con circulación extracorpórea e hipotermia moderada. En 20 se realizó estudio hemodinámico (gradiente sistólico transvalvular, $69,7 \pm 24,7$ mmHg; presión telediastólica, $17 \pm 7,1$ mmHg). Diez pacientes se valoraron con Doppler (área valvular de $0,8 \pm 0,2$ cm²/m²). Tras la intervención se verificó un seguimiento de $8,6 \pm 5,4$ años.

Resultados. La válvula aórtica tenía morfología bicúspide en 13 casos y tricúspide en 9. Ningún paciente falleció. Antes de los 7 años, siete pacientes tuvieron reestenosis, realizándose valvuloplastia en seis (gradiente $92,5 \pm 16,6$ mmHg) y en otro paciente se colocó un homoinjerto valvulado de aorta. El gradiente transvalvular calculado en 20 pacientes se redujo a medio plazo a $43,5 \pm 17,5$ mmHg y el área se incrementó a $2,4$ cm²/m². Sólo seis tenían un gradiente superior a 40 mmHg. La insuficiencia aórtica existía previamente en seis pacientes, apareciendo en tres tras la valvulotomía. En la actualidad está presente en 12, siendo mínima en 9, leve en un paciente y moderada en dos.

Conclusión. La valvulotomía es un buen método terapéutico paliativo. En nuestro medio no tiene mortalidad. Siete pacientes presentaban reestenosis antes de los 7 años, resuelta favorablemente. La insuficiencia aórtica es generalmente mínima. El recambio valvular se puede evitar en la adolescencia.

An Esp Pediatr 1997;46:555-560.

Palabras clave: Niños; Estenosis aórtica congénita; Valvulotomía aórtica; Reestenosis; Insuficiencia aórtica.

AORTIC VALVE STENOSIS. SURGICAL TREATMENT IN INFANTS

Abstract. *Objectives:* The results of aortic commissurotomy, as the first step in the treatment of aortic valve stenosis in children, have been estimated after a medium-term follow-up.

Material and methods: Twenty-two patients were operated at a mean age of 7.3 ± 3.6 years of age. Surgery was performed under cardiopulmonary bypass and moderate hypothermia. Twenty patients underwent cardiac catheterization (the systolic gradient pressure was 67.9 ± 24.7 mmHg and the end diastolic pressure was 17 ± 7.1 mmHg). We evaluated 10 patients with Doppler flow echocardiography (the valvular area was 0.8 ± 0.2 cm²/m²). After surgery, we made a follow-up of 8.6 ± 5.4 years.

Cardiología Pediátrica. ¹Cirugía Cardiovascular. Hospital Infantil de Cruces. Baracaldo, Bilbao.

Correspondencia: Alberto Cabrera Duro.

C/ Alameda de Recalde, 35 B - 2º D. 48001 Bilbao.

Recibido: Febrero 1996

Aceptado: Octubre 1996

Results: The aortic valve was bicuspid in 13 cases and tricuspid in 9 cases. There was no mortality. Before the age of 7, 7 patients developed restenosis. The mean pressure gradient was 92.5 ± 16.6 mmHg, so six of them underwent valvuloplasty and the other one was operated with an aortic valvulated homograft. The pressure gradient, which was estimated in 20 patients, was lowered to 43.5 ± 17.5 mmHg and the aortic area was increased to 2.4 cm²/m². Six patients had a pressure gradient above 40 mmHg. Six patients had previous aortic regurgitation and this reappeared in 3 patients after valvulotomy. At this time, 12 patients have aortic regurgitation, being mild in 9 patients, mild to moderate in 1 and moderate in 2 patients.

Conclusion: Valvulotomy is a palliative therapeutic method. We had no mortality. Restenosis appeared in 7 patients, before the age of seven years, and it can be easily corrected. The aortic regurgitation is usually mild. Valve replacement can be avoided in childhood.

Key words: Children. Congenital aortic stenosis. Aortic valvulotomy. Restenosis. Aortic regurgitation.

Introducción

La estenosis aórtica valvular representa el 3-5% de las cardiopatías congénitas⁽¹⁾. El carácter evolutivo de la enfermedad incrementa la obstrucción en un número significativo de pacientes^(2,3), que en un período de 10-15 años pasan a tener una estenosis moderada a severa. El tratamiento médico no reduce la mortalidad, que en los casos de obstrucción severa puede alcanzar el 80% a los 5 años de vida^(4,5). La cirugía es una terapéutica posible. A lo largo de las últimas décadas se han utilizado varias técnicas⁽⁶⁻⁸⁾: una con circulación extracorpórea, como la valvulotomía⁽⁹⁻¹¹⁾; otra en la sala de hemodinámica, la valvuloplastia⁽¹²⁻¹⁴⁾ y, excepcionalmente, el recambio valvular.

En este trabajo presentamos nuestra experiencia en pacientes mayores de 2 años con estenosis aórtica valvular congénita tratados inicialmente por valvulotomía.

Material y métodos

Durante el período 1977-1994, hemos intervenido mediante valvulotomía con circulación extracorpórea a 22 pacientes afectados de estenosis valvular aórtica (Tabla I). Veinte eran varones y dos eran mujeres. La edad de intervención fue $7,3 \pm 3,6$ años (rango: 2-16 años). Todos tenían un ventrículo izquierdo hipertrófico. Se presentaron anomalías asociadas en cinco pacientes (Tabla II). Los cuatro enfermos con coartación de aorta se corrigieron en el primer año de vida. La estenosis subaórtica fibrosa o supraválvular se corrigió simultáneamente con la

Tabla I

Caso	Edad	G. VI-Ao Cateterismo	G. VI-Ao Doppler	PTD VI	Area aórtica Doppler cm ² /m ²	Anomalías asociadas
1	2 a					CoAo
2	4 a	69	90	20	1	ESV-CoAo
3	7 a	84		22		
4	12 a		100		0,9	
5	8 a	45		16		
6	1,5 a	100		20		
7	3 a					CoAo
8	11 m	34	89	8	0,8	ESV
9	9 a	101	74	29	1	
10	5 a	70		8		
11	4 a	41		12,8		
12	2 a	100		20		
13	7 a		120		0,8	
14	4 a	100		14		ESA
15	4 a					CoAo
16	2 a	66	64	8	0,9	
17	4 a	46	59	9	0,7	
18	11 a	92		24		
19	3 a	40		10		
20	10 m	80	80	20		
21	1 a	100	100	18	0,3	
22	4 a	48	50	10		
X ± δt	4,5 ± 3,2	69,7 ± 24,7	82,6 ± 21,4	15,8 ± 6,4	0,8 ± 0,2	

a: años; CoAo: coartación de aorta; ESA: estenosis subaórtica; ESV: estenosis supraavicular; GVI-Ao: gradiente ventrículo izquierdo-aorta; PTD VI: presión telediastólica de ventrículo izquierdo.

estenosis valvular. Todos los pacientes tenían estenosis aórtica valvular severa: sintomatología con fracción de eyección < 50%. El estudio hemodinámico se realizó a 20 pacientes (90%), no se consiguió pasar al ventrículo izquierdo en tres pacientes. El gradiente sistólico transvalvular fue de $69,7 \pm 24,7$ mmHg. Desde 1988 se incorporó la exploración con Doppler, valorando en 10 pacientes el gradiente sistólico que fue de $82,6 \pm 21,4$ mmHg (rango: 50-120) y en 8 casos se calculó el área de la válvula aórtica (mediante la fórmula de continuidad), siendo de $0,8 \pm 0,2$ cm²/m² (rango: 0,3-1 cm²/m²).

Desde 1994 no realizamos cateterismo previo a la valvulotomía; sólo Doppler, isótopos y resonancia. La indicación para la intervención fue la presencia de síntomas, fracción de eyección < 50%, calculada por Doppler, isótopos y cateterismo, gradiente por Doppler o cateterismo superior a 60 mmHg y área valvular aórtica menor de 1 cm². Los pacientes fueron intervenidos bajo circulación extracorpórea e hipotermia moderada de 25-30°C. A partir de 1985 se introdujo la protección miocárdica, añadiendo solución de cardioplejía en la raíz aórtica. La técnica quirúrgica consistió en la valvulotomía aórtica a nivel de las comisuras, dependiendo de la forma anatómica de la válvula. Se realizó el seguimiento a largo plazo de todos los pacientes, valorando por Doppler el

Tabla II Valvuloplastia postvalvulotomía en pacientes con reestenosis

Caso	Edad	Gradiente previo	Gradiente post
2	10 a	112	69
6	11 a	96	43
9	16 a	101	33
16	17 a	66	17
17	12 a	100	49
21	6 a	80	50
X ± δT	12 ± 4	92,5 ± 16,6	43,5 ± 17,5

gradiente y el área de la válvula aórtica. En 10 pacientes se verificó el estudio de la función sistólica y diastólica con isótopos y resonancia.

En nuestro hospital se ha descartado el tratamiento de la estenosis aórtica del neonato por valvuloplastia. Los resultados obtenidos en dos grupos similares con insuficiencia cardíaca, gasto cardíaco bajo y edad menor de 1 mes, fueron: a) Valvulotomía: mortalidad 16,5%, morbilidad 0%. b) Valvuloplastia: mortalidad 37,5%, morbilidad 25%; lo que nos

Tabla III Cirugía-evolución

Caso	Edad-intervención	Edad-actual	G. VI-Ao Doppler	Area aórtica Doppler cm ² /m ²	I. Aórtica		Valvuloplastia
					Actual	Pre	
1	2 a	19 a	40	3	-	-	
2	5 a	14 a	20	2,6	±	-	10 a
3	9 a	22 a	50	2,8	±	±	
4	12 a	16 a	42	1,8	-	-	
5	9 a	25 a	25	-	-	-	
6	4 a	16 a	36	3,1	++	-	11 a
7	7 a	20 a	-	-	-	-	
8	3 a	8 a	36	1,3	-	-	
9	9 a	19 a	29	1,3	±	-	16 a
10	5 a	23 a	35	2,7	±	-	
11	8 a	25 a	25	2	±	±	
12	2 a	14 a	50	3,4	±	+	
13	7 a	11 a	51	2,8	-	-	
14	4 a	14 a	26	1,3	±	±	Homoinjerto
15	9 a	23 a	21	2,8	+	-	
16	16 a	21 a	36	2,2	++	+	17 a
17	10 a	14 a	36	2,3	-	-	12 a
18	12 a	26 a	-	2,3	±	±	
19	11 a	18 a	30	2,7	-	-	
20	9 a	18 a	45	-	-	-	6 a
21	5 a	7 a	50	2	±	-	
22	4 a	10 a	36	2,5	-	-	
X ± δt	7,3 ± 3,6	17,4 ± 5,5	35,9 ± 9,8	2,3 ± 0,6			

-. Ausente; ±: Mínima; +: Leve; ++: Moderada; F: Fallecimiento.

ha hecho descartar este método. En la lactancia o edad infantil hemos realizado esta técnica en algunos casos, pero al presentarse un mayor número de complicaciones la hemos dejado para los casos de reestenosis aórtica. Una válvula previamente abierta es más fácil de reabrirse por sus comisuras sin generar roturas ni perforaciones anormales. La cirugía abierta se ha aplicado también en aquellos casos de estenosis aórtica en edad juvenil que han requerido un recambio valvular simple, técnica de Konno o Ross.

Resultados

La intervención quirúrgica se practicó bajo circulación extracorpórea, empleando hipotermia moderada. En 10 (45,4%) se protegió el miocardio con cardioplejía. El tiempo medio de extracorpórea fue de 35 ± 4 minutos con 19 ± 3 minutos de clampaje aórtico. Las cardiopatías asociadas como la estenosis subaórtica fibrosa y la estenosis supraavicular se corrigieron simultáneamente durante la intervención. La válvula aórtica tenía morfología bicúspide en 13 pacientes (59%) y tricúspide en 9 (41%). En dos pacientes se presentaron complicaciones a corto plazo: mediastinitis y taquicardia paroxística supraventricular. Todos los pacientes sobrevivieron (100%).

Se efectuó el seguimiento durante un período comprendido

entre 4 y 18 años. Ninguno fue perdido durante ese tiempo. En 1994 se calculó el gradiente transvalvular en 20 pacientes, que fue de 35,9 ± 9,8 mmHg (rango: 20-51 mmHg), mientras que el área valvular se estimó en 19 casos, siendo de 2,3 ± 0,6 cm²/m² (rango: 1,3-3,4 cm²/m²). Antes de los 7 años, siete pacientes requirieron reintervención por reestenosis, realizándose valvuloplastia en seis. El gradiente previo a la valvuloplastia fue de 92,5 ± 16,6 mmHg (rango: 66-112 mmHg) (Tabla III). Tras la valvuloplastia el gradiente se redujo a 43,5 ± 17,5 mmHg (rango: 17-69 mmHg). A un paciente se le colocó un homoinjerto. A largo plazo (14 o más años), 14 pacientes (70%) presentaban una estenosis leve, con un gradiente menor a 40 mmHg, mientras que seis pacientes (30%) tenían una obstrucción moderada, con un gradiente entre 40-51 mmHg. Seis pacientes tenían previamente insuficiencia aórtica; cuatro, mínima y dos, leve (casos 3, 11, 12, 14, 16 y 18). En uno se incrementó con la valvulotomía y en otro disminuyó. En tres pacientes apareció insuficiencia tras la valvulotomía (casos 10, 15 y 21). En 4 de los 6 pacientes a los que se les realizó valvuloplastia como segundo tratamiento presentaron también insuficiencia aórtica o se incrementó (casos 2, 6, 9, 16). En resumen, 9 tenían insuficiencia mínima, en uno leve y otros dos, moderada. Consideramos que una insuficiencia es mínima cuando no se escucha a la auscultación y se registra

levemente con Doppler-color, según los siguientes parámetros: área insuficiencia/área válvula aórtica en proyección eje corto < 5%, área insuficiencia/área ventrículo izquierdo en proyección eje largo < 5%, curva de flujo regurgitante registrado por Doppler continuo, fracción regurgitante < 10%, fracción orificial < 3%. La función ventricular estudiada en 10 pacientes por ventriculografía isotópica en equilibrio era normal.

Discusión

Previamente a la introducción de la cirugía, los pacientes con estenosis aórtica severa fallecían precozmente. En unos casos, por un fracaso del ventrículo izquierdo, favorecido por un anillo aórtico pequeño⁽¹²⁾, o en otros casos de forma súbita (3-4%)⁽⁴⁾. La estenosis aórtica es la enfermedad que genera más muertes súbitas. La incorporación en 1956^(17,18) de la valvulotomía aórtica bajo circulación extracorpórea, por vía transventricular⁽¹³⁾ o por vía valvular, redujo la mortalidad.

Es necesario que los pacientes con estenosis severa se diagnostiquen precozmente y se intervengan antes de la aparición del cuadro de shock cardiogénico⁽¹⁹⁾, evitando así que el miocardio pueda alterarse⁽²⁰⁾. Sin fracaso clínico, los pacientes deben intervenir si se cumplen una serie de condiciones: un gradiente valvular superior a 60 mmHg (calculado por Doppler o cateterismo)⁽²¹⁾; un área valvular menor de 0,8 cm²/m² (obtenido por la fórmula de continuidad)⁽²²⁾; una fracción de eyección menor del 50% y la presencia de alteraciones de la repolarización. En la década de los 80 se introduce el tratamiento no quirúrgico: la valvuloplastia. Cuando los pacientes son lactantes o escolares los diferentes autores⁽²³⁻²⁶⁾, no muestran predilección por una u otra técnica para corregir la obstrucción. No obstante, para valorar las dos técnicas es necesario que se cumplan una serie de requisitos. En primer lugar, que las condiciones clínicas de los pacientes incluidos en el estudio sean similares; en segundo lugar, que la edad de los mismos sean aproximadas, y en tercer lugar, que la valvulotomía-valvuloplastia se realice en la misma época con un tiempo de seguimiento igual. Comparar los resultados de pacientes intervenidos de valvulotomía en 1970 (mediante técnicas no actualizadas) con otros casos tratados con valvuloplastia veinte años más tarde, con tiempos de seguimiento diferentes (5-20 años)⁽²⁷⁾, no es correcto. Sólo el grupo de Boston⁽²⁸⁾ cumplió los requisitos anteriores en una serie de 32 pacientes neonatos, con unos resultados similares. Sin embargo, consideramos que el número de 16 pacientes tratados con valvulotomía y otros 16 con valvuloplastia es reducido para sacar conclusiones definitivas.

La valvuloplastia aórtica con balón presenta, inherente a la propia técnica, una serie de complicaciones que no se dan en la valvulopatía; ésta última puede realizarse sin estudio hemodinámico previo. Es frecuente la presencia de estenosis o trombosis femoral, que alcanza en algunas series hasta el 21% de los casos^(25,30-33,39). Esta complicación podría evitarse si la vía de acceso fuera la carótida. A nivel cardíaco es posible la perforación del corazón^(25,30) y arritmias ventriculares⁽³⁴⁾. El no control visual

favorece la rotura de la válvula independientemente de que el balón tenga un diámetro adecuado al anillo de la válvula (0,9-1,1). La rotura se da en la zona más débil. Solymar⁽³⁶⁾, en un estudio sobre valvuloplastia intraoperatoria realizada en 10 pacientes, comprobó rotura e insuficiencia en 8. Todos los casos presentaban una válvula bicúspide funcional o tricúspide. No siempre se puede determinar la morfología de la válvula, en el 44% de los casos de Cazzaniga⁽³⁷⁾ no fue posible. La efectividad fue total cuando la válvula era anatómicamente bicúspide. La mortalidad en lactantes es superior en la valvuloplastia, pudiendo alcanzar hasta un 50%^(25-30,37,38). Nosotros no tuvimos mortalidad en la edad de lactancia o escolar, con mínimas complicaciones.

La insuficiencia aórtica es la complicación más frecuente en el tratamiento de las estenosis de la válvula aórtica, independientemente del tipo de técnica utilizada⁽³⁴⁻⁴⁶⁾. Se han reportado un número mayor de casos con insuficiencia en lactantes y jóvenes cuando se realizó valvuloplastia. La estructura anatómica de la válvula (válvula unicomisural), el tamaño del balón, la no visión directa, la insuficiencia previa y la no experiencia unida a otras características técnicas⁽⁴⁷⁾, favorece esta complicación, que puede llegar hasta en un 60% de los casos^(9,10,14,25,27,31,32,36,48-41). Tres de nuestros pacientes presentaron insuficiencia tras valvulotomía: dos, mínima y uno, leve (casos 10, 15 y 21). No se conoce la historia natural de la insuficiencia aórtica en la valvuloplastia versus valvulotomía. La cirugía precoz en la lactancia o infancia favorece el paso de la adolescencia libre de reestenosis⁽²⁰⁾, siempre que la intervención no sea antes de los 3 meses⁽⁴⁷⁾. Para que aparezca ésta, las comisuras deben ser abiertas parcialmente, ya con un balón pequeño o con el bisturí⁽⁴⁸⁻⁵⁰⁾, quedando un gradiente superior a 35 mmHg. El gradiente se incrementa en 5-10 mmHg/año. Si el seguimiento es largo, 15-20 años, un 50% de pacientes pueden presentar reestenosis moderada o severa^(4,5,8,19,51-53). Si hay que realizar una reintervención, las complicaciones y la mortalidad se incrementan^(19,53,54) hasta duplicarse o triplicarse. No obstante, en una válvula reestenótica mínimamente insuficiente, con comisuras previamente abiertas por valvulotomía, puede aplicarse la valvuloplastia con bajo riesgo.

Bibliografía

- 1 Hoffman JIE. The natural history of congenital isolated pulmonic and aortic stenosis. *Ann Rev Med* 1969; **20**:15-19.
- 2 Hastreiter AR, Oshima M, Miller RH, Lev M, Paul MH. Congenital aortic stenosis syndrome in infancy. *Circulation* 1963; **28**:1084-1088.
- 3 Keane JE, Bernhard WF, Nadas AS. Aortic stenosis surgery infancy. *Circulation* 1975; **52**:1138-1143.
- 4 Kitchiner DJ, Jackson M, Walsh K, Peart I, Arnold R. Incidence and prognosis of congenital aortic valve stenosis in Liverpool (1960-1990). *Br Heart J* 1993; **69**:71-79.
- 5 Keane JF, Discroll DJ, Gersony WM, Hayes CJ, Kidd L. Second natural history study of congenital heart defect. Results of treatment of patients with aortic valve stenosis. *Circulation* 1993; **83**(Suppl I):16-27.
- 6 Kirklin JW, Barratt-Boyes BG. Congenital aortic stenosis. *Cardiac Surgery*. New York. John Wiley Sons, 1986; págs. 972-1012.
- 7 Edmund LH, Wagner HR, Heyman MA. Aortic valvulotomy in neonates. *Circulation* 1980; **61**:421-427.

- 8 Hammon JW, Lupinetti FM, Maples MD, Merrill WN, Frist WH, Graham TP y cols. Predictor of operative mortality in critical valvular aortic stenosis presenting in infancy. *Ann Thorac Surg* 1988; **45**:537-540.
- 9 De Boer DA, Robbins RC, Maron BJ, McIntosh CL, Clark RE. Late results of aortic valvulotomy for congenital valvular aortic stenosis. *Ann Thorac Surg* 1990; **50**:69-73.
- 10 Maragnes P, Davignon A, Van Desburg N, Fournier A, Guerin R. La valvuloplastie aortique percutanee chez l'enfant evaluation non invasive et criteres de succes. *Arch Mal Coeur Vaiss* 1993; **86**:555-558.
- 11 Marcon F, Mitchalski H, Weber JL, Worms AM. Results a moyen term de la valvuloplastie percutanee par ballonnet dans le traitement des stenosis valvulaires aortiques de l'enfant et de l'adolescent. *Arch Mal Coeur Vaiss* 1993; **86**:563-569.
- 12 Gundry SR, Behrendt DM. Pronostic factors in valvulotomy for critical aortic stenosis in infancy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986; **92**:747-754.
- 13 Pelech AN, Dyck JD, Trusler GA, Williams WG, Olley PM, Rowe RD y cols. Critical aortic stenosis: Survival and management. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987; **94**:510-517.
- 14 Duncan K, Sullivan I, Robinson P, Horvaete P, De Leval M, Stark J. Transventricular aortic valvulotomy for critical aortic stenosis in infants. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987; **93**:546-550.
- 15 Lababidi Z, Wu JR, Walls TJ. Percutaneous balloon aortic valvuloplasty. Results in 23 pacientes. *Am J Cardiol* 1984; **53**:194-197.
- 16 Rupprath G, Neuhaus KL. Percutaneous balloon valvuloplasty for aortic valve stenosis in infancy. *Am J Cardiol* 1985; **55**:1655-1656.
- 17 Beekman RH, Rochini AP, Crowley DC, Snider AR, Sewer GA y cols. Comparison of single and double balloon valvuloplasty in children with aortic stenosis. *J Am Coll Cardiol* 1988; **12**:480-485.
- 18 Swan H, Kortz A. Direct vision transaortic approach to the aortic valve during hypothermia: Experimental observation and report of a successful clinical case. *Ann Surg* 1956; **144**:205-214.
- 19 Lewis FJ, Shumway NE, Niasi SA, Benjamin RB. Aortic valvulotomy under direct vision during hypothermia. *J Thorac Surg* 1956; **32**:481-499.
- 20 Hsieh K, Keane JF, Nadas AS, Bernhard WF, Castaneda AR. Long-term follow-up of valvotomy before 1968 for congenital aortic stenosis. *Am J Cardiol* 1986; **58**:338-341.
- 21 Ettetdgui JA, Tallman-Eddy T, Neches WH, Pahl E, Zuberhuhler JR, Fisher DR y cols. Long-term results of survivors of surgical valvulotomy for severe aortic stenosis in early infancy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; **104**:1714-1720.
- 22 Endrys J, Jonsof AM, Stransky P. Assessment of the severity of aortic stenosis. Comparison of gradient and valve area. *Pediatr Cardiol* 1986; **6**:263-267.
- 23 Myreng V, Molstad P, Endressen K, Ihlen H. Reproducibility of echocardiographic estimates of area of stenosed aortic valves using the continuity equation. *Int J Cardiol* 1990; **36**:349-354.
- 24 Smedira NG, Ports TA, Merrick SH, Ronkini JS. Balloon aortic valvuloplasty as a bridge to aortic valve replacement in critical ill patients. *Ann Thorac Surg* 1993; **55**:914-916.
- 25 Bhatia A, Kumer A, Seth A, Bhatia ML, Trehan N. Successful aortic balloon valvuloplasty in critical aortic stenosis with shock. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1993; **29**:296-297.
- 26 Rocchini AP, Beekman RH, Shachar GB, Benson L, Schwartz D, Kan JS. Balloon aortic valvuloplasty: Results of the valvuloplasty and angioplasty of congenital anomalies registry. *Am J Cardiol* 1990; **65**:784-789.
- 27 Rosenfeld HM, Landzberg MJ, Perry SB, Colm SD, Keane JF, Lock JE. Balloon aortic valvuloplasty in the young adult with congenital aortic stenosis. *Am J Cardiol* 1994; **73**:1112-1117.
- 28 Sullivan ID, Wren C, Bain H, Hunter S, Rees PG, Taylor JFN y cols. Balloon dilatation of the aortic valve for congenital aortic stenosis in childhood. *Br Heart J* 1989; **61**:186-191.
- 29 Zeevi H, Keane JF, Castaneda A, Perry SH, Lock JE. Neonatal critical valvular aortic stenosis. A comparison of surgical and balloon dilatation therapy. *Circulation* 1989; **80**:831-839.
- 30 Parsons MK, Morean GA, Graham TP, Johns JA, Boncek RJ. Echocardiographic estimation of critical left ventricular size in infants with isolated aortic valve stenosis. *J Am Coll Cardiol* 1991; **58**:1049-1055.
- 31 Ribeiro PA, Al Zaibag M, Halim M, Al Kasab S. Percutaneous single and double balloon valvulotomy in adolescent and young adults with congenital aortic stenosis. *Eur Heart J* 1988; **9**:866-873.
- 32 Shaddy RE, Boncek MM, Sturtevant 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**:451-456.
- 33 Witsenburg M, Cromme-Dijkhuis AH, Frohn-Mulder IM, Hess J. Short and midterm results of balloon valvuloplasty for valvular aortic stenosis in children. *Am J Cardiol* 1992; **69**:945-950.
- 34 Vermilion RP, Shider AR, Bengar AR, Beekman RH. Doppler evaluation of femoral arteries in children after aortic balloon valvuloplasty or coarctation balloon angioplasty. *Pediatr Cardiol* 1993; **14**:13-18.
- 35 Weesner KM. Ventricular arrhythmias after balloon aortic valvuloplasty. *Am J Cardiol* 1990; **66**:1534-1535.
- 36 Solymar L, Sudow G, Berggren H, Eritson B. Balloon dilatation of stenotic aortic valve in children. An intraoperative study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; **104**:1709-1713.
- 37 Cazzaniga M, Faella H, Gamba R, Kurlat I, Lanery D, Sciegata A. Valvulotomía percutánea con balón en la cardiopatía obstructiva neonatal. Parte II. Estenosis valvular aórtica crítica. *An Esp Pediatr* 1993; **38**:407-412.
- 38 Suárez de Lezo J, Medina A, Pan M. Papel de la valvuloplastia percutánea en enfermedades valvulares congénitas. *Rev Esp Cardiol* 1991; **44**:35-50.
- 39 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**:732-738.
- 40 Phillips RR, Gertis LM, Wilson N, Walker DR. Aortic valve damage caused by operative balloon dilatation of critical aortic valve stenosis. *Br Heart J* 1987; **57**:168-170.
- 41 Sholler GF, Keane JF, Perry SB, Sanders SP, Lock JE. Balloon dilatation of congenital aortic valve stenosis. Results and influence of technical and morfolological features on outcome. *Circulation* 1988; **78**:351-360.
- 42 Vogel M, Benson LN, Burrows P, Smalhorn JF, Freedom RM. Balloon dilatation of congenital aortic valve stenosis in infants and children. Short term and intermediate results. *Br Heart J* 1989; **62**:148-153.
- 43 Hansdorf G, Schneider M, Schirmer KR, Schulze-Neick Y. Antegrade balloon valvuloplasty of aortic stenosis in children. *Am J Cardiol* 1993; **71**:460-462.
- 44 Hossack KF, Neutze JM, Lowe JB, Barrat-Boyes BG. Congenital valvar aortic stenosis, natural history and assessment for operation. *Br Heart J* 1980; **43**:561-573.

- 45 Espinosa Celiani M, Pérez de Juan Romero M, Gutiérrez Escalada B, Villegas García M, Romero Ayala L, López Soriano F. Resultados inmediatos a largo plazo de la valvulotomía aórtica en la estenosis aórtica valvular. *Arch Inst Mex* 1988; **58**:533-538.
- 46 Janatuinen MJ, Vauttinen EA, Saraste MK, Ingberg MV. Surgical management of congenital aortic stenosis in children and young adults. *Scand J Thorac Surg* 1989; **23**:219-224.
- 47 Burch M, Redington AN, Carvalho JS, Rusconi P, Shinebourne EA, Rigby y cols. Open valvulotomy for critical aortic stenosis in infancy. *Br Heart J* 1990; **63**:37-40.
- 48 McCrindle BW. Independent predictors of immediate results of percutaneous balloon aortic valvulotomy in childhood. *Am J Cardiol* 1996; **77**:286-293.
- 49 Rao PS, Thapar MK, Wilson AD, Levy JM, Chopra PS. Intermediate term follow-up results of balloon aortic valvuloplasty in infants and children special reference to causes of restenosis. *Am J Cardiol* 1989; **64**:1356-1360.
- 50 Meliones JN, Beekman RH, Rocchini AP, Lacina SJ. Balloon valvuloplasty for recurrent aortic stenosis after surgical valvulotomy in childhood, immediate and follow-up studies. *J Am Coll Cardiol* 1989; **13**:1106-1110.
- 51 Johnson RG, Williams GR, Razvok JD, Thompson WM, Lane MM, Elkins RC. Reoperation in congenital aortic stenosis. *Ann Thorac Surg* 1985; **40**:156-162.
- 52 Bauer EP, Schimidli J, Vogt PR, Segesser CK, Turina MI. Valvulotomy for isolated congenital aortic stenosis in children. Prognostic factors for outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; **40**:334-339.
- 53 Zafra Anta M, Moreno Granado F, Calvo Rey C, Fernández Ruiz A, Rey del Castillo C, Cordovilla Zurdo G y cols. Resultados a largo plazo de la estenosis aórtica congénita operada. *Ann Esp Pediatr* 1993; **38**:213-219.
- 54 Sandor GGS, Olley PM, Trusler GA, Williams WG, Rowe RD, Morch JE. Long-term follow-up of patients after valvulotomy for congenital valvar aortic stenosis in children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980; **80**:171-176.
- 55 Acerete Guillen F, Bermúdez-Cañete R, Herraiz Sarachaga Y. Cateterismo intervencionista. Valvuloplastia de la estenosis aórtica congénita infantil. Revisión de su estado actual. *Rev Esp Cardiol* 1993; **46**(Supl 2):48-52.