

Impacto clínico y ecocardiográfico de la valvuloplastia aórtica neonatal

Mario Cazzaniga, Luis Fernández Pineda, Víctor Abraira*, María C. Quero, Ignacio Herraiz, María Maître, Ramón Bermúdez y Manuel Quero

Servicio de Cardiología Pediátrica. *Unidad de Bioestadística Clínica. Hospital Ramón y Cajal. Madrid.

dilatación con balón/ ecocardiografía/ estenosis aórtica/ hemodinámica/ insuficiencia cardíaca/ recién nacido

Objetivos. El heterogéneo patrón morfológico-funcional de la estenosis valvular aórtica severa y crítica del neonato sustenta el debate acerca del valor de la valvuloplastia con balón como terapéutica de elección.

Pacientes y métodos. El impacto de variables clínico-ecocardiográficas susceptibles de afectar al resultado del procedimiento se analizó retrospectivamente en 32 neonatos cuya edad en el momento de la intervención fue de 22 ± 18 días. Se midieron con ecocardiografía 2D: «anillo» aórtico, anillo mitral, diámetro ventricular izquierdo y aorta ascendente; las dimensiones fueron categorizadas determinándose también su valor Z. Mediante Doppler y mapeo en color se registraron el máximo gradiente instantáneo transaórtico y el grado de regurgitación sigmoidea. El cuadro clínico se codificó como 0: asintomático; 1: insuficiencia cardíaca leve y 2: grave. Todas las variables se analizaron durante tres períodos (A: pre-valvuloplastia; B: pos-valvuloplastia inmediato, y C: postardío). El resultado terapéutico (períodos B y C) se definió como favorable (superviviente con gradiente Doppler ≤ 70 mmHg, sin nueva intervención sobre la válvula aórtica inmediata o tardía) o no favorable (fallecimiento, cirugía de univentricularización, prótesis aórtica o superviviente con gradiente Doppler > 70 mmHg). Las diferencias entre subgrupos fueron comparadas con test de Wilcoxon (para datos apareados o no apareados según fuera necesario), realizándose regresión logística no condicional para los niveles del cuadro clínico y variables categorizadas, con estimación de las *odds ratio* e intervalos de confianza en cada caso.

Resultados. El resultado favorable fue del 72% en el período B y del 50% en el período C. El gradiente Doppler descendió de 70 ± 28 a 34 ± 14 mmHg en período B, y fue de 36 ± 8 en el período C. Nueve enfermos tuvieron resultado no favorable en el período inmediato posprocedimiento (6 fallecidos y operación de Norwood en tres), mientras que 5 presentaron este resultado en el período C

(1 superviviente con gradiente Doppler > 70 mmHg, 1 fallecido y 3 con reemplazo valvular). El máximo grado de insuficiencia cardíaca (*odds ratio*: 33; intervalo de confianza, 2,4-443; $p = 0,008$) y las variables anatómicas categorizadas o expresadas con su valor Z influyeron en el resultado no favorable. En el 80% de los supervivientes se detectó insuficiencia aórtica residual que fue mayoritariamente leve. A los 7,6 años, la probabilidad de supervivencia sin reintervención o reemplazo valvular fue del 83% y del 67%, respectivamente.

Conclusiones. La insuficiencia cardíaca grave expresa una profunda alteración anatomofuncional en la estenosis valvular aórtica severa o crítica del neonato. Participa como predictor de resultado no favorable junto a las dimensiones anatómicas ecocardiográficas: «anillo» aórtico ≤ 6 mm; anillo mitral ≤ 9 mm; diámetro ventricular ≤ 13 mm, y aorta ascendente ≤ 8 mm. La ecocardiografía bidimensional con Doppler en color es esencial en la selección de candidatos a valvuloplastia y constituye un excelente instrumento para el seguimiento clínico.

RELEVANCE OF THE CLINICAL AND ECHOCARDIOGRAPHIC DATA IN NEONATAL BALLOON AORTIC VALVULOPLASTY

Objectives. The selection of patients for balloon aortic valvuloplasty is a vital clinical challenge in neonatal aortic stenosis. The present study was designed to establish possible predicting factors for poor results after balloon therapy.

Patients and methods. 2D echocardiographic, Doppler color and clinical variables (grade of cardiac failure, aortic «anulus», mitral anulus, left ventricular diameter, ascending aorta, instantaneous Doppler gradient, and grade of aortic regurgitation) were analyzed in 32 neonates submitted to balloon dilation at 22 ± 18 days of life. The evaluations were conducted during three periods in respect to balloon therapy (A: before; B: immediately after, and C: mid-term follow-up). The outcome in both, B and C periods was defined as favorable (all survivors with Doppler gradient ≤ 70 mmHg and no

Correspondencia: Dr. M. Cazzaniga.
Servicio de Cardiología Pediátrica.
Hospital Ramón y Cajal.
Ctra. de Colmenar, km 9,100. 28034 Madrid.

Recibido el 12 de junio de 1997.

Aceptado para su publicación el 10 de octubre de 1997.

other intervention on the valve) and unfavorable (death, first stage of univentricularization, valvular replacement or survivors with Doppler gradient > 70 mmHg). Mean values between subgroups were compared by Wilcoxon test; unconditional logistic regression was used to analyze the impact of cardiac failure and anatomic variables (continuous, categorized or Z) on the outcome.

Results. The Doppler gradient decreased from 70 ± 28 to 34 ± 14 mmHg after the valvuloplasty, and no changes were detected in the follow-up period (36 ± 8 mmHg). An immediate favorable result was obtained in 72% of the patients; its consisted of 50% in period C. Nine neonates had an immediate unfavorable outcome (6 deaths and 3 with Norwood operation). In the follow-up, three patients had valvular replacement, one patient Doppler gradient > 70 mmHg and one patient with left ventricular endomyocardial abnormalities died. The severe cardiac failure (odds ratio: 33; CL 2.4-443; $p = 0.008$) and all categorized anatomic variables (aortic «anulus» ≤ 6 mm; mitral anulus ≤ 9 mm; ascending aorta ≤ 8 mm; left ventricular diameter ≤ 13 mm) were related with the immediate poor outcome. At 7.6 years, survival and freedom with no valvular replacement nor reintervention probability rates were 83% and 67%, respectively.

Conclusions. 2D echo Doppler provides essential information about the anatomic and functional lesions coexisting with severe or critical aortic stenosis in neonates. Patients with left heart hypoplasia and severe heart failure should not be candidates for balloon valvuloplasty. The degree of residual aortic regurgitation and endomyocardial abnormalities of the left ventricle play an important role in the mid-term follow-up.

(*Rev Esp Cardiol* 1998; 51: 141-151)

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la valvuloplastia con balón (VAB) ocupa un lugar preferente como tratamiento paliativo de la estenosis aórtica congénita no calcificada en la población pediátrica¹⁻³.

La introducción de esta modalidad terapéutica como primer eslabón en el tratamiento de neonatos con obstrucción severa o crítica continúa siendo debatida debido fundamentalmente al heterogéneo sustrato morfológico y funcional de la enfermedad⁴⁻⁷.

En los últimos años, los investigadores han dirigido su atención a demostrar la influencia que el tamaño del denominado corazón izquierdo ejerce en el resultado del procedimiento, a informar de novedosas mejoras

tecnológicas en el material indispensable para realizarlo, a definir la vía de acceso hacia la válvula aórtica más certera y menos nociva, y a comparar los resultados de la VAB con sus homónimos quirúrgicos⁸⁻¹⁴.

Sin embargo, es escasa la información acerca del potencial impacto clínico y ecocardiográfico cuando se plantea la VAB; estos aspectos constituyen el objetivo de este artículo.

PACIENTES Y MÉTODOS

De un total de 40 neonatos en quienes se planeó realizar VAB, se analizaron retrospectivamente los informes clínicos, hemodinámicos y ecocardiográficos correspondientes a 32 de ellos que reunían los siguientes criterios de inclusión: a) estenosis valvular aórtica congénita severa y/o crítica; b) VAB realizada, y c) ausencia de enfermedad cardíaca asociada (atresia mitral, enfermedad subaórtica o malformaciones complejas). Ocho enfermos fueron excluidos del análisis debido a las siguientes causas: intento fallido de VAB ($n = 4$); patología intercurrente asociada grave (perforación intestinal, $n = 1$); fallecimiento en el momento del ingreso hospitalario ($n = 1$), e intervención con balón y enfermedad cardíaca asociada ($n = 2$). Determinados aspectos de esta población fueron ya publicados anteriormente^{15,16}.

La sospecha clínica en esta serie ($n = 32$) se basó en el examen físico, radiológico y electrocardiográfico, confirmándose el diagnóstico mediante ecocardiografía bidimensional con técnica Doppler y mapeo en color a los 9 ± 6 (rango, 1-25 días) (media \pm DE, rango) días de vida. El situs visceroaórtico y las conexiones segmentarias fueron normales en todos los enfermos; el 77% eran de sexo masculino.

En el momento de su admisión para VAB, el 66% (21/32) de los enfermos tenían estenosis crítica definida por insuficiencia cardíaca congestiva; válvula aórtica gruesa con escasa o nula movilidad, y turbulencia sistólica Doppler en aorta ascendente.

Contrariamente, el 34% (11/32) presentó datos de obstrucción severa: pulsos arteriales débiles; gradiente transvalvular máximo Doppler superior a 70 mmHg (94 ± 20), y gradiente medio Doppler superior a 30 mmHg (48 ± 8). El área aórtica en estos niños estimada mediante ecuación de continuidad fue de $0,24 \pm 0,05$ cm²/m². También en todos ellos se observó en la exploración ecocardiográfica un incremento del grosor valvular con pobre apertura sistólica.

La VAB se efectuó a los 22 ± 18 días de vida (3-70) (5 enfermos tenían más de 30 días: 16%), con un peso de $3,3 \pm 0,5$ kg (2,5-4,7) y una superficie corporal de $0,21 \pm 0,02$ m² (0,19-0,28). La técnica de la VAB no fue esencialmente diferente a la ya publicada²; la relación balón/«anillo» utilizada fue del $97 \pm 16\%$ (60-125), y el período de hospitalización osciló entre 5 y 70 días.

El estudio clínico y ecocardiográfico fue analizado en tres períodos: A, antes de la valvuloplastia; B, inmediatamente después (desde la finalización del procedimiento hasta el alta hospitalaria) y finalmente C, en un tiempo de seguimiento denominado intermedio entre 2 meses y 7,6 años (mediana, 34 meses). La recogida de los datos se finalizó en junio de 1997 con el último informe clínico o mediante contacto con médico responsable cuando fue necesario.

Catorce enfermos (44%) tenían ductus arterioso permeable, 12 de los cuales recibían infusión de prostaglandina I (PGE_1). Aunque en ningún caso fue mayor que moderada, se detectó insuficiencia mitral en el 28% de los niños (9/32), demostrándose en dos de ellos enfermedad subvalvular mitral con ligera turbulencia diastólica detectada por Doppler. Cuatro enfermos tenían signos ecoangiográficos indicativos de fibroelastosis endocárdica y un neonato tenía comunicación interventricular muscular restrictiva asociada.

La coartación de aorta se detectó en el 15% de los pacientes de la serie: en cinco neonatos se reparó quirúrgicamente pre-VAB, lo que explica el retraso de la valvuloplastia más allá de los 30 días de vida en 4 de los 5 que cumplían esa condición. Sólo en un enfermo esta intervención se efectuó con posterioridad al procedimiento con balón (caso 16).

Definición de variables y su codificación

Clínicas

El cuadro clínico pre-VAB se codificó como: 0, enfermos con pulsos arteriales débiles, irritabilidad e intolerancia alimentaria sin tratamiento médico (11/32; 34%); 1, enfermos con insuficiencia cardíaca leve (diuréticos y digital [13/32; 40%]), y 2, enfermos con insuficiencia cardíaca grave (grado 1 más dobutamina, dopamina y/o ventilación mecánica [8/32; 25%]).

Ecocardiográficas

Se examinaron todos los registros ecocardiográficos de cada enfermo y promediando 3 ciclos cardíacos se midieron 4 segmentos anatómicos (expresados en mm): anillo mitral (AM), diámetro medido en eje largo paraesternal al inicio de la diástole; diámetro diastólico ventricular izquierdo (DDVI) obtenido en el eje largo paraesternal utilizando como referencia la onda R del ECG; unión ventriculoaórtica (anillo aórtico [AAo]), diámetro medido a la altura de la inserción ventricular de los velos sigmoideos en eje largo paraesternal al inicio de la sístole y aorta ascendente (AoAsc) midiendo su diámetro a 10 mm del plano valvular desde plano supraesternal o paraesternal derecho siempre con la completa visualización del arco aórtico.

Con criterios clínicos basados en nuestras propias

observaciones y reflejados también en la bibliografía¹⁷⁻¹⁹, estas variables se categorizaron como:

	Bajo (codificada 0)	Alto (codificada 1)
AM	≤ 9	> 9
DDVI	≤ 13	> 13
AAo	≤ 6	> 6
AoAsc	≤ 8	> 8

El valor Z de cada variable anatómica correspondiente a los 4 segmentos cardíacos fue derivado de los valores normales correspondientes a neonatos a término publicados por Imai²⁰ ($Z = \text{diámetro medido} - \text{media normal} / \text{desviación estándar normal}$).

Asimismo, se registró el máximo gradiente instantáneo Doppler (MGID) desde planos supraesternal, paraesternal derecho o apical eje largo siempre utilizando la mayor velocidad registrada y la fracción de acortamiento ventricular izquierda (FAVI) expresada en porcentaje. Se evaluó la insuficiencia aórtica pre o post-VAB mediante mapeo color definiéndose como leve cuando la señal diastólica se limitaba a la zona subaórtica, moderada cuando alcanzó el borde libre de la hoja septal mitral y severa cuando se extendió hasta el ápex ventricular (en este último caso se ratificó con el registro holodiastólico de flujo Doppler retrógrado en la aorta abdominal).

Las variables hemodinámicas analizadas en este estudio fueron presión sistólica y diastólica ventricular izquierda, gradiente hemodinámico transvalvular y relación balón/«anillo».

Carácter del resultado

El desenlace inmediato del procedimiento (período B), se valoró mediante la variable carácter del resultado:

No favorable (codificada como 1), incluye el fallecimiento ocurrido con o sin relación con la VAB o al menos dos de los siguientes criterios: ineficacia terapéutica por reducción del gradiente aórtico inferior al 50% (hemodinámico o MGID); persistencia o empeoramiento de la insuficiencia cardíaca, y VAB eficaz (reducción del gradiente hemodinámico y/o MGID ≥ 50%) pero insuficiente debido a una ineludible intervención quirúrgica posterior para mantener un modelo circulatorio biventricular (trasplante cardíaco), o para transformarlo en univentricular (operación de Norwood).

Favorable (codificada como 0), incluye a todo superviviente con reducción inmediata del gradiente hemodinámico y/o MGID ≥ 50%; mejoría clínica, y sin intervención alguna sobre la válvula sigmoidea (quirúrgica o por catéter) posterior a la VAB.

Del mismo modo, el resultado tardío se valoró como *no favorable*, condición que incluye la mortalidad relacionada con la propia cardiopatía, un MGID superior

TABLA 1
Datos demográficos, ecocardiográficos y hemodinámicos

Caso	Edad	Peso	Pre/Post				Seguimiento		
			CC	GHAo	MGID	FAVI	Evolución	MGID/FAVI	CC
1	14	3,4	0/0	70/20	115/35	51/50	Vivo	40/41	0
2	16	3,5	0/0	68/25	70/50	34/41	Vivo	50/44	0
3	11	3,4	0/0	80/30	115/30	30/30	Vivo	50/38	0
4	8	3,0	0/0	48/15	78/32	54/44	Vivo	34/50	0
5	14	2,5	0/1	80/10	115/33	42/34	Vivo/Prótesis	–	–
6	70	4,7	0/0	50/6	120/30	40/36	Vivo	25/33	0
7	3	3,0	0/2	70/5	76/5	52/15	F-perforación sigm.	–	–
8	10	2,8	0/0	60/15	90/30	57/44	Vivo	30/43	0
9	30	4,3	0/0	100/20	95/50	43/43	Vivo	34/45	1
10	30	3,8	0/0	85/10	90/35	20/31	Vivo	32/40	0
11	25	3,5	1/2	75/15	50/8	30/20	F-15 días post-VAB	–	–
12	45	3,5	1/1	40/10	60/45	50/43	Vivo/Prótesis–	–	–
13	9	3,0	1/0	47/10	62/15	36/40	Vivo	20/37	0
14	70	3,4	1/1	90/15	90/17	30/40	F-36 h post-VAB	–	–
15	65	3,5	1/0	30/10	33/15	18/24	Vivo/Prótesis	–	–
16	15	3,2	1/2	80/30	90/60	22/20	F-1 año post-VAB	–	–
17	40	3,0	1/0	50/25	90/35	40/43	Vivo	32/35	0
18	25	3,6	1/0	20/5	35/25	12/25	Vivo	30/32	0
19	22	3,4	1/0	70/20	80/35	22/29	Vivo	38/37	0
20	15	3,2	1/0	70/45	65/50	22/30	Vivo	40/35	0
21	18	3,0	1/0	35/20	50/40	15/23	Vivo	35/31	0
22	25	3,4	1/0	40/20	45/40	20/31	Vivo	35/38	0
23	13	3,0	2/2	20/10	17/15	28/20	F-Norwood	–	–
24	20	3,8	2/1	34/10	48/22	24/38	F-Sepsis <i>Pseudomonas</i>	–	–
25	3	2,8	2/2	50/45	34/50	10/16	F-posvalvulotomía	–	–
26	7	3,0	2/2	40/40	30/53	15/18	F-posvalvulotomía	–	–
27	29	3,7	2/1	30/20	50/30	20/32	Vivo	28/33	1
28	17	3,0	2/2	40/15	50/28	15/22	Vivo/Norwood > Glenn	–	–
29	4	2,8	2/2	69/6	60/48	28/37	F-Norwood	–	–
30	24	3,0	1/1	40/20	90/30	31/48	Vivo	50/43	1
31	11	3,3	2/1	68/–	77/44	15/40	Vivo	75/32	0
32	15	3,5	0/0	50/15	70/40	35/50	Vivo	53/32	0

CC: cuadro clínico; GHAo: gradiente hemodinámico aórtico (mmHg); MGID: máximo gradiente instantáneo Doppler (mmHg); FAVI: fracción acortamiento ventrículo izquierdo (%); F: fallecido; VAB: valvuloplastia aórtica con balón. Edad en días en el momento de la valvuloplastia; peso en kg.

a 70 mmHg o reintervención sobre la válvula aórtica por estenosis recurrente o regurgitación sigmoidea. Se consideró *favorable* cuando estaban ausentes los citados criterios y en cada examen el MGID fue \leq 70 mmHg.

Análisis estadístico

Los datos se presentan con su media \pm desviación estándar. Un primer análisis bruto consistió en comparar muestras mediante la prueba de Wilcoxon apareada para variables analizadas pre y post-VAB, utilizando la misma prueba no apareada para comparar los subgrupos con y sin resultado favorable.

Con el objetivo de estimar la *odds ratio* (OR) y sus intervalos de confianza (IC) del 95%, se ajustaron modelos de regresión logística no condicional univariante con las variables originales, con su derivado valor Z, y

categorizadas, utilizando como variable dependiente el carácter del resultado.

A tal efecto, el cuadro clínico se codificó mediante variables *dummy* según el esquema:

Cuadro clínico	Insuficiencia leve	Insuficiencia grave
0	0	0
1	1	0
2	0	1

Los mismos modelos fueron ajustados sólo en aquellos enfermos con estenosis aórtica crítica; en este subgrupo no se utiliza la codificación *dummy* dado que sólo son posibles dos niveles de insuficiencia cardíaca. Posteriormente se plantea un modelo de regresión logística multivariante con estrategia «hacia atrás» en un intento por demostrar la influencia conjunta de variables sobre el resultado de la VAB. El máximo modelo

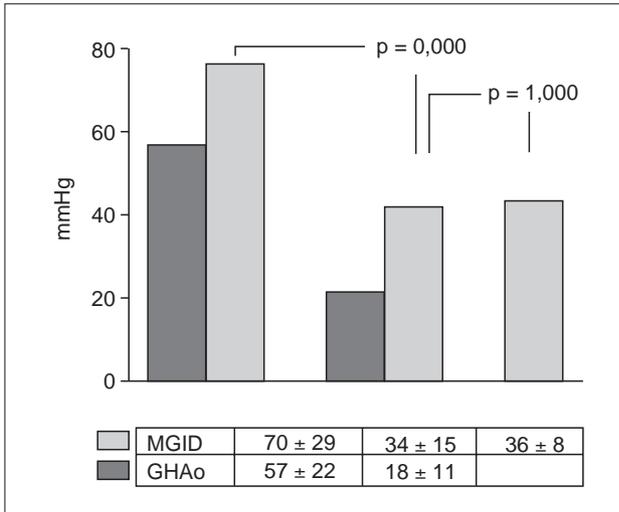


Fig. 1. Comportamiento del gradiente hemodinámico (GHAo) y del máximo instantáneo Doppler (MGID) (ambos en mmHg) durante los tres períodos de estudio.

estuvo compuesto por las variables cuadro clínico, AAo, AoAsc, AM y DDVI (aun cuando la significación estadística alcanzada fue significativa en ambos conjuntos [grupo total y subgrupo con obstrucción crítica] para los tres ajustes de las variables morfológicas, sólo se expresan en las tablas y en el texto aquellas categorizadas para su mejor comprensión clínica).

Los datos ecocardiográficos anatómicos evaluados en cada uno de los niveles del cuadro clínico fueron comparados mediante el test de Kruskal-Wallis; los mismos datos en los tres períodos investigados (A, B y C) se compararon mediante la prueba de Friedman, con la corrección de Bonferroni correspondiente.

Con la ayuda del método de Kaplan-Meier, se construyeron gráficas de supervivencia utilizando como punto final de análisis el resultado no favorable (inmediato más tardío), y el fallecimiento, respectivamente, comparándose un subgrupo definido como «variante» hipoplásica de cámaras izquierdas (valor Z de al menos una de las variables anatómicas ≥ 1,8) y otro normal.

RESULTADOS

La información clínica, hemodinámica y ecográfica esencial se expone en la tabla 1. Inmediatamente después de concluida la VAB se registró un descenso de la presión ventricular izquierda: sistólica de 115 ± 22 (60-150) a 87 ± 15 mmHg (55-115) (p = 0,000), y diastólica de 20 ± 6 (6-30) a 15 ± 5 mmHg (6-25) (p = 0,000); del mismo modo, el gradiente hemodinámico descendió de 56 ± 21 (20-100) a 18 ± 11 mmHg (5-45) (p = 0,000). El descenso porcentual de este último fue del 64 ± 23% (0-93). En el mismo sentido, el MGID descendió de 70 ± 28 (17-120) a 34 ± 14 mmHg (8-60)

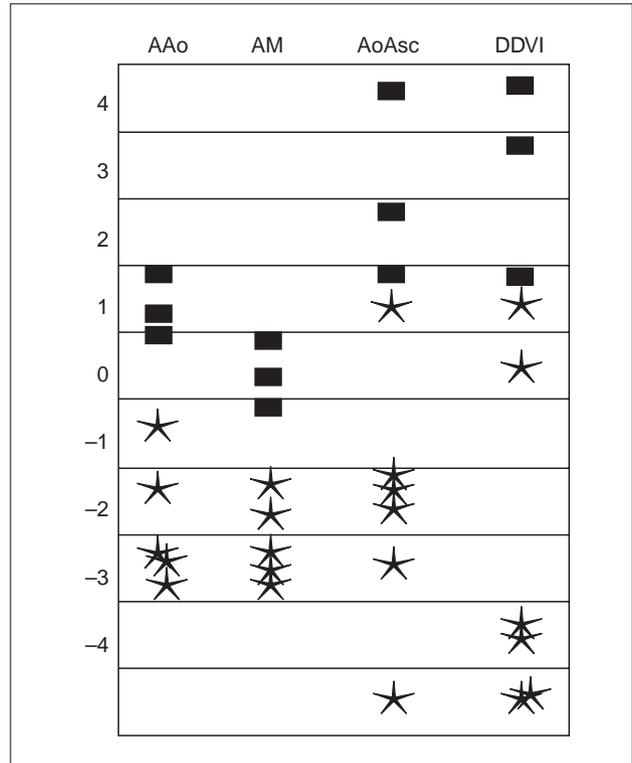


Fig. 2. Valor Z de los 4 segmentos anatómicos en los enfermos con resultado inmediato no favorable. Obsérvese el valor negativo al menos de dos o más variables en aquellos casos con datos ecocardiográficos indicativos de «variante» hipoplásica del corazón izquierdo (*) respecto de los que no los tienen (-); AAo: anillo aórtico; AM: anillo mitral; AoAsc: aorta ascendente; DDVI: diámetro diastólico ventricular izquierdo.

(p = 0,000), lo que constituye una reducción del 47 ± 26% (fig. 1); este parámetro pre-VAB fue un 15 ± 25% superior al registrado en hemodinamia, y sólo en 7 enfermos (22%) fue inferior (todos con insuficiencia cardíaca). Existió correlación entre el MGID y FAVI (r = 0,58; p = 0,001) y entre el MGID y el gradiente registrado en hemodinamia (r = 0,67; p = 0,001) (ambas comparaciones realizadas en el período A).

Carácter del resultado inmediato

El análisis del resultado inmediato post-VAB permitió detectar dos subgrupos comparables en términos de edad, peso, superficie corporal y relación balón/«anillo». Se obtuvo un resultado calificado como favorable en 23 enfermos (72%), mientras que 9 (28%) fueron incluidos en el subgrupo de no favorable.

Fundamento del resultado no favorable

Dada la persistencia de su grave estado clínico, tres enfermos fueron sometidos al primer estadio de uni-ventricularización (operación de Norwood) con posterioridad a una efectiva VAB; dos de ellos fallecieron

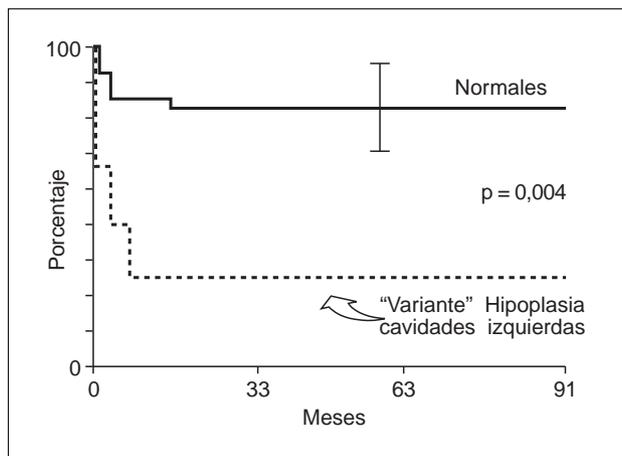


Fig. 3. Análisis de supervivencia comparando enfermos con «variante» hipoplásica frente a normales.

en el postoperatorio y sólo uno se vio beneficiado por el éxito del segundo estadio (operación de Glenn bidireccional). También, con un contexto de enfermedad mitroventricular y circulación sistémica ductus-dependiente, dos enfermos fallecieron en el quirófano durante el intento de valvulotomía quirúrgica, 24 h después de una valvuloplastia ineficaz, y uno a los 15 días post-VAB con importante disminución del gasto cardíaco e hipertensión pulmonar. El valor Z de los segmentos morfológicos estudiados fue mayoritariamente bajo en estos casos (fig. 2).

Finalmente, en tres enfermos sin manifestaciones de hipoplasia izquierda, el fallecimiento se debió a las siguientes causas: perforación de velo aórtico con masiva insuficiencia; muerte súbita 36 h después de un procedimiento combinado que incluyó VAB con angioplastia de recoartación aórtica, y sepsis por *Pseudomonas* tras la realización de una ligadura quirúrgica de ductus 4 días después de una VAB llevada a cabo con éxito. Considerando a estos tres enfermos, en quienes al menos en los dos primeros se advierte vinculación con el procedimiento, la mortalidad «relacionada» fue del 9,4%. En la figura 3 se ilustra el análisis de supervivencia con relación a la mortalidad entre los subgrupos con «variante» hipoplásica de cámaras izquierdas en comparación con el subgrupo normal (25%; IC del 95%, 65-12 frente al 83%; IC del 95%, 93-61; p = 0,004).

Las 4 variables anatómicas fueron significativamente menores en el subgrupo no favorable respecto al favorable (tabla 2); también puede observarse este efecto con regresión logística univariante (tabla 3). No se demostró asociación cuando se evaluaron la edad, superficie corporal, peso y relación balón/«anillo».

La insuficiencia cardíaca grave fue el mejor predictor del resultado inmediato no favorable en este estudio (OR, 33; IC del 95%, 2,4-443; p = 0,008), ratificándose como tal cuando la mortalidad se evaluó como variable

TABLA 2
Carácter del resultado inmediato:
análisis comparativo de variables ecográficas

	Favorable (n = 23)	No favorable (n = 9)
DDVI	18 ± 3,4	13,7 ± 4,5
Z	2,5 ± 2,4	-0,74 ± 3,2
AoAsc	10,2 ± 1,6	7,7 ± 1,7
Z	3,3 ± 2,3	-0,33 ± 2,4
AM	11,1 ± 1,8	8,5 ± 1,3
Z	1,1 ± 1,8	-1,51 ± 1,3
AAo	7,4 ± 0,6	6,4 ± 1
Z	0,83 ± 0,9	-0,70 ± 1,4
MGID	78 ± 27	50 ± 23
FAVI	32 ± 14	26 ± 12

DDVI: diámetro diastólico ventricular izquierdo; AoAsc: aorta ascendente; AM: anillo mitral; AAo: anillo aórtico (para otras abreviaturas véase tabla 1). Los valores de cada variable corresponden al período pre- valvuloplastia y se expresan como media ± DE (las variables morfológicas ecocardiográficas con su valor Z derivado). Con excepción de la FAVI, todas son significativamente diferentes entre los subgrupos (p = 0,003).

TABLA 3
Regresión logística no condicional univariante
para variables ecográficas categorizadas

Variable	Odds ratio	Intervalo de confianza del 95%
AAo	0,17	0,05-0,67
DDVI	0,74	0,58-0,94
AoAsc	0,36	0,17-0,76
AM	0,29	0,12-0,73

Para las abreviaturas véase la tabla 2. Variable dependiente: carácter del resultado inmediato.

TABLA 4
Influencia del cuadro clínico en el
resultado inmediato de la valvuloplastia

	Sin ICC	ICC leve	ICC grave
No favorable	1 (9)	2 (15)	6 (75)
Favorable	10 (91)	11 (85)	2 (25)
	Odds ratio 1 = 2,2 (0,17-28) p = 0,657		
	Odds ratio 2 = 33 (2,4-443) p = 0,008		
Mortalidad	1 (9)	2 (15)	4 (50)
Favorable	10 (91)	11 (85)	4 (50)
	Odds ratio 1 = 2,2 (0,17-28) p = 0,657		
	Odds ratio 2 = 16 (1,1-250) p = 0,043		

La odds ratio se expone con su intervalo de confianza del 95% (entre paréntesis); otros paréntesis: porcentaje; ICC: insuficiencia cardíaca congestiva.

dependiente (OR, 1,6; IC del 95%, 1,1-250; p = 0,040) (tabla 4). El máximo grado de insuficiencia cardíaca quedó como variante única en el modelo multivariante probablemente en relación a la falta de potencia de los contrastes asociada al tamaño de la serie.

Debido al marco fisiopatológico, los datos funciona-

TABLA 5
Datos ecocardiográficos y hemodinámicos
en relación con el cuadro clínico

	Sin ICC (n = 11)	ICC leve (n = 13)	ICC grave (n = 8)	K-W
AAo	7,5 ± 0,6	7,1 ± 0,8	6,5 ± 1,1	0,080
DDVI	16 ± 2,4	19 ± 4,4	15 ± 5,5	0,071
AoAsc	11,1 ± 1,5	9,1 ± 1,6	8,1 ± 1,8	0,006
AM	11,5 ± 2,1	10,3 ± 1,7	8,8 ± 1,4	0,033
MGID	94 ± 19	64 ± 21	45 ± 18	0,006
FAVI	42 ± 12	28 ± 11	19 ± 7	0,001
PSVI	126 ± 14	115 ± 21	100 ± 22	0,040
GHAo	70 ± 16	53 ± 22	43 ± 15	0,001

Para las abreviaturas véanse las tablas 1, 2 y 4. Todas las variables (media ± DE) corresponden al período prevulvoplastia; K-W: test de Kruskal-Wallis.

les (FAVI, MGID, gradiente hemodinámico y presión sistólica ventricular izquierda) y anatómicos más reducidos correspondieron a los enfermos con insuficiencia cardíaca severa, con excepción del «anillo» aórtico y diámetro ventricular izquierdo que, aunque pequeños, no alcanzaron significación estadística (tabla 5).

Carácter del resultado tardío

Dos enfermos fueron perdidos para su seguimiento a los 1,5 y 4 meses, respectivamente, en buenas condiciones clínicas; en cinco se reconocieron criterios de resultado no favorable (5/21; 24%): tres requirieron reemplazo valvular protésico por regurgitación sigmoidea severa (a los 1,5, 4 y 4,5 años post-VAB); uno falleció 12 meses después del procedimiento con grave disfunción ventricular izquierda, hipertensión pulmonar y signos ecográficos indicativos de fibrosis en los músculos papilares con fibroelastosis endocárdica (condición ya observada por angiografía en la VAB); finalmente, un enfermo asintomático y pendiente de decisión terapéutica, sobrevive con un MGID de 75 mmHg (medio de 32 mmHg).

En los tres niños en quienes se decidió el reemplazo valvular, la relación balón/«anillo» alcanzada fue de 1,06, 1,06 y 1,12 y sólo uno de ellos estaba asintomático prevulvoplastia. Cabe destacar que en todos tuvo que ampliarse la unión ventriculoaórtica para que cupiera la prótesis mecánica. En la figura 4 se expone el análisis de supervivencia en enfermos liberados de nueva intervención (inmediata y tardía) comparando los subgrupos con «variante» hipoplásica frente a normal (0 frente al 67%; IC del 95%, 83-42; $p = 0,001$).

Dieciséis de 32 enfermos (50%) cumplen los criterios de resultado favorable tardío sin datos de estenosis recurrente significativa. El comportamiento de la media del MGID en estos niños durante los tres períodos del seguimiento fue de 78, 34 y 39 mmHg (A, B y

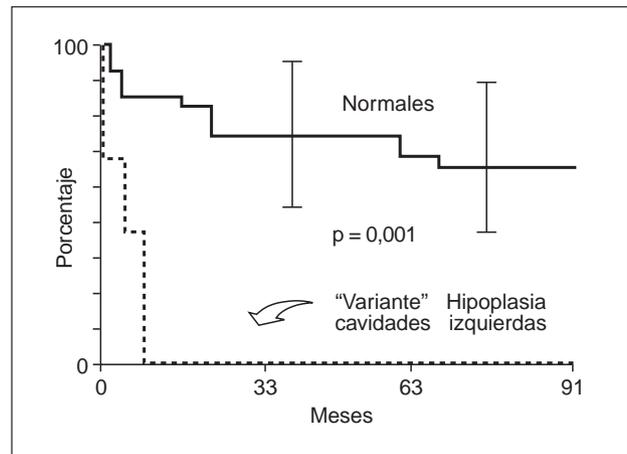


Fig. 4. Análisis de supervivencia considerando a todos aquellos enfermos liberados de la necesidad de nueva reintervención con balón o cirugía. Se comparan la población con «variante» hipoplásica frente al subgrupo normal.

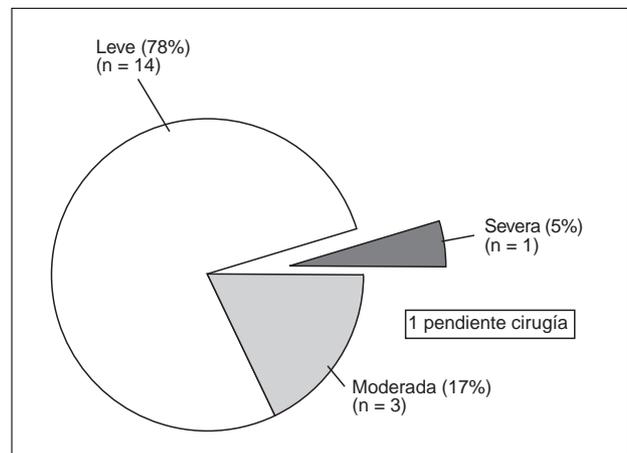


Fig. 5. Magnitud de la insuficiencia aórtica residual posvalvuloplastia en todos los niños evaluados en el período C con independencia del carácter del resultado tardío.

C, respectivamente) (B y C frente a A; $p = 0,000$), mientras que la FAVI fue del 32, 36 y 38% ($p = 0,525$).

En 18 supervivientes, se detectó regurgitación aórtica que fue calificada como leve en 14 (78%); moderada en 3 (17%) y grave en 1 (5%). En relación con la magnitud de la misma, sólo en tres se observó leve insuficiencia cardíaca (fig. 5).

Análisis de los enfermos con EAo crítica

El análisis univariante demuestra también en este grupo la influencia de las variables anatómicas y de la insuficiencia cardíaca grave (OR, 16; IC del 95%, 1,8-148; $p = 0,005$) en el resultado inmediato de la VAB. Siendo comparables en términos de edad, peso, superficie corporal y relación balón/«anillo», los niños con resultado no favorable presentaron va-

TABLA 6
Regresión logística no condicional univariante
para variables anatómicas categorizadas y grado
de insuficiencia cardíaca en enfermos con estenosis
aórtica crítica

Variable	Odds ratio	Intervalo de confianza del 95%
ICC pre	16	1,8-148
DDVI	0,71	0,53-0,94
AAo	0,17	0,03-0,81
AM	0,09	0,01-0,78
AoAsc	0,38	0,16-0,88

ICC pre: insuficiencia cardíaca prevalvuloplastia; variable dependiente: carácter del resultado inmediato. Para otras abreviaturas véase la [tabla 2](#).

lores morfométricos significativamente reducidos ([tabla 6](#)).

DISCUSIÓN

La estenosis valvular aórtica severa o crítica del neonato y del lactante –a diferencia de la del niño o adolescente–, no es sólo una enfermedad valvular circunscrita a un orificio restrictivo; es aún más, una difusa alteración estructural y funcional que puede afectar individual o colectivamente a estructuras esenciales: unión ventriculoaórtica, región subaórtica, textura y organización de velos sigmoideos, válvula mitral con su aparato subvalvular, molde endomiocárdico y transición sinotubular aórtica⁴⁻⁷.

La ecocardiografía 2D, aun sin ofrecer una imagen que reproduzca con veracidad la intimidad morfológica tal como la visualiza el patólogo o el cirujano, reconoce y cuantifica el espectro anatomofuncional que combina diferentes dimensiones de la entrada, salida, geometría ventricular y región sinotubular. En uno de los extremos subyacen variantes del denominado corazón izquierdo hipoplásico, universo en el que la decisión terapéutica resulta conflictiva^{7,21-27}.

Las dimensiones anatómicas analizadas en este estudio exploran los 4 segmentos mencionados, y a pesar de que los valores individuales pueden ser discordantes en un mismo enfermo, todos evalúan un mismo modelo estructural ([fig. 2](#)). La influencia de estas variables (cualquiera que fuera su ajuste) en el resultado inmediato se confirma en nuestra serie tanto cuando se consideran el no favorable o la mortalidad como variables dependientes.

El 19% de nuestros enfermos compartieron grados marginales de hipoplasia izquierda asociada a la obstrucción valvular, y aun cuando en 3 de ellos la VAB fuera considerada efectiva, el marco anatómico y funcional determinó el resultado clínico.

Debido a que el eje mayor del ventrículo izquierdo se acorta en detrimento del menor según la magnitud de la hipoplasia, el DDVI es discutido como dimen-

sión aislada para evaluar el tamaño de la cámara. Asumiendo este argumento, en la actualidad también cuantificamos la longitud aorta/ápex (en los enfermos con EAo severa resultó encontrarse dentro del rango de normalidad: 34 ± 5 mm). A pesar de limitaciones metodológicas, algunos autores subrayan que el área ventricular (delineada por eco) y el volumen angiográfico pueden contribuir en la decisión terapéutica^{13,17-19}.

Contrariamente a lo publicado en un minucioso estudio, no hemos demostrado el efecto acumulativo predictor que los segmentos morfológicos ejercen en el resultado de la VAB, ya que en ningún modelo multivariante permaneció más de una variable significativa; probablemente la falta de potencia vinculada al tamaño muestral por la escasa prevalencia de la enfermedad influya en este análisis. Asimismo, esta divergencia también puede estar vinculada a que en dicho estudio se incluyen neonatos tratados con valvuloplastia y enfermos que, sin ella, fueron inicialmente remitidos para la realización de cirugía (Norwood o trasplante cardíaco), aspectos que impiden llevar a cabo una comparación adecuada⁸.

El valor predictivo del contexto morfológico-funcional fue también ratificado por otros autores, tanto cuando la actuación sobre la válvula se realizó con balón como cuando se llevó a cabo con escalpelo. Sin embargo, parece prudente tener cautela al comparar resultados entre distintas series (con similar o diferente terapéutica), ya que la mortalidad o un resultado no favorable publicado resultan muy dispares (oscilan entre un 10 y un 70%). Nuevamente, la falta de homogeneidad en las muestras, la selección no aleatorizada, y la falta de similitud cronológica empleada en el tratamiento explican suficientemente las divergencias²⁸⁻⁴¹.

La estimación precisa de la severidad de la EAo neonatal es un reto clínico de probada dificultad. La correlación encontrada entre el MGID y la FAVI refleja la relación del gradiente con el flujo transvalvular y corrobora que el primero no es el mejor parámetro para determinar el grado de la obstrucción cuando las siguientes condiciones están presentes: inestabilidad clínica, insuficiencia mitral genuina o funcional, disfunción ventricular isquémica o disminución del gasto cardíaco debido al encuadre anatómico. Dado que el *shunt* ductal y las lesiones obstructivas en otras localizaciones también alteran la evaluación de la gravedad, la conducta que seguimos es reparar inicialmente la coartación aórtica cuando está presente antes de decidir la VAB^{42,43}.

La discrepancia entre el gradiente registrado en ecografía o en hemodinamia de determinados neonatos con severa insuficiencia cardíaca apoyan este argumento. Factores relacionados con la viscosidad o fuerzas inerciales distales a la vena contracta (número de Reynolds) no incluidos en la ecuación que transforma

la velocidad Doppler en mmHg pueden estar vinculados a estas disparidades. Algunos autores estiman que el gradiente medio y el área valvular –aun con limitaciones– informan más acertadamente acerca del grado de obstrucción, en especial cuando existe estabilidad circulatoria^{44,45}.

Somos conscientes de que analizamos dos poblaciones con diferente signo clínico: estenosis valvular crítica y severa; sin embargo, las observaciones derivadas no invalidan los resultados, ya que éstos se ratifican en ambos subgrupos. Asimismo –si bien no es admitido universalmente–, sabemos que la historia natural de la obstrucción severa sin tratamiento o sólo con medicación de apoyo conduce al neonato a un deterioro clínico rápidamente progresivo⁴⁶⁻⁴⁸.

El éxito tardío de la VAB en esta serie, entendido como porcentaje de supervivencia (83%) o porcentaje de enfermos que se ven libres de una nueva intervención (con balón o cirugía) (67%), al menos hasta un período inferior a 7,6 años, puede ser comparado favorablemente con los hallazgos ya publicados^{17,30,49-55}.

El resultado tardío desfavorable fue consecuencia de las anomalías endomiocárdicas con disfunción del ventrículo izquierdo y especialmente por la negativa evolución de la regurgitación aórtica. Quizá por el tiempo de seguimiento no se observaron obstrucciones recurrentes significativas, excepto en un niño (caso 31).

Aunque nuestra metodología para valorar la insuficiencia sigmoidea pueda ser objeto de crítica, ya que deben tenerse en cuenta otros datos como ancho y área del chorro regurgitante, su relación con la dimensión de la unión ventriculoaórtica, tiempo de flujo retrógrado diastólico en aorta abdominal o desaceleración del registro Doppler diastólico subaórtico, resultó de utilidad para semicuantificar el grado regurgitante.

Sólo en dos de los 4 enfermos supervivientes con regurgitación severa se superó la relación balón/«anillo» de 1,06, que se supone el origen de esta complicación. En este sentido, es ilustrativa la descripción quirúrgica en el momento del implante protésico cuando el cirujano refiere «ausencia de velo coronario derecho» en el caso 15, lo que puede interpretarse como desinserción sigmoidea producida por el balón. No detectamos por ecografía signos o manifestaciones valvulares precursoras diagnósticas de este fenómeno. En cualquier caso, la mutación de la insuficiencia semilunar fue progresivamente negativa en estos niños⁵⁶⁻⁵⁹.

Para disminuir la incidencia de esta complicación se sugiere que sin superar una relación balón/«anillo» de 1, la VAB debe intentarse por vía anterógrada accediendo a las cámaras izquierdas a través del foramen oval con el objeto de cruzar el orificio restrictivo (que habitualmente está situado en localización posterior e izquierda) con mayor seguridad⁶⁰⁻⁶².

CONCLUSIONES

La VAB neonatal es un procedimiento eficaz como primer eslabón terapéutico en la estenosis aórtica severa o crítica. El resultado inmediato está íntimamente vinculado a la minuciosa selección de los potenciales candidatos. Aceptando como limitación de este trabajo su carácter retrospectivo acreditamos que el máximo grado de insuficiencia cardíaca y datos anatómicos próximos al denominado síndrome hipoplásico de cámaras izquierdas (AM \leq 9 mm; DDVI \leq 13 mm; Ao-Asc \leq 8 mm; AAo \leq 6 mm) constituyen predictores de resultado inmediato desfavorable. La gravedad de la insuficiencia aórtica residual y anomalías endomiocárdicas del ventrículo izquierdo limitan a medio plazo el beneficio del procedimiento con balón. La ecocardiografía bidimensional con técnica Doppler y mapeo en color son las bases esenciales para situar el contexto anatómico y fisiopatológico de la obstrucción valvular neonatal; ello contribuye a diseñar la mejor de las decisiones terapéuticas. Asimismo, constituye el instrumento idóneo para evaluar el comportamiento del gradiente y de las lesiones residuales durante el seguimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lababidi Z, Wu J, Walls T. Percutaneous balloon aortic valvuloplasty: results in 23 patients. *Am J Cardiol* 1984; 53: 194-197.
2. Lababidi Z, Winhaus L. Successful balloon valvuloplasty for neonatal critical aortic stenosis. *Am Heart J* 1986; 112: 913-916.
3. Sholler G, Keane J, Fellows K, Kulik T, Lock J. Balloon dilation of congenital aortic valve stenosis: results and influence of technical and morphological features on outcome. *Circulation* 1988; 78: 351-360.
4. Leung M, McKay R, Smith A, Anderson R, Arnold R. Critical aortic stenosis in early infancy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 101: 526-534.
5. Freedom R. Balloon therapy of critical aortic stenosis in the neonate. The therapeutic conundrum resolved? *Circulation* 1989; 80: 1.087-1.088.
6. McKay R, Smith A, Leung M, Arnold R, Anderson R. Morphology of the ventriculoaortic junction in critical aortic stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 104: 434-442.
7. Freedom R. Neonatal aortic stenosis [carta]. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 100: 927-934.
8. Rhodes L, Colan S, Perry S, Jonas R, Sanders S. Predictors of survival in neonates with critical aortic stenosis. *Circulation* 1991; 84: 2.325-2.335.
9. Beekman R, Rochini A, Andes A. Balloon valvuloplasty for critical aortic stenosis in the newborn: influence of new catheter technology. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17: 1.172-1.176.
10. Giusti S, Borghi A, Radaelli S, Bonhoeffer P, Spadoni I, Macri R et al. The carotid arterial approach for balloon dilation of critical aortic stenosis in neonates. Immediate results and follow up. *Cardiol Young* 1995; 5: 155-160.
11. Fischer D, Ettetdgui J, Park S, Siewers R, Del Nido P. Carotid artery approach for balloon dilation of aortic valve stenosis in the neonate: a preliminary report. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 1.633-1.636.

12. Alekyan B, Petrosyan Y, Coulon J, Danilov Y, Vinokmov R. Right subscapular artery catheterization for balloon valvuloplasty of critical aortic stenosis in infants. *Am J Cardiol* 1995; 76: 1.049-1.052.
13. Zeevi B, Keane J, Castaneda A, Perry S, Lock J. Neonatal critical valvar stenosis. As comparison of surgical and balloon dilation therapy. *Circulation* 1989; 80: 831-839.
14. Mosca R, Iannettoni M, Schwartz S, Ludomirsky A, Beekman II R, Lloyd Th et al. Critical aortic stenosis in the neonate. A comparison of balloon valvuloplasty and transventricular dilatation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 109: 147-154.
15. Cazzaniga M, Faella H, Gamboa R, Kurlat I, Laneri D, Sciegata A et al. Valvotomía percutánea con balón en cardiopatía obstructiva neonatal. *An Esp Pediatr* 1993; 38: 407-412.
16. Herraiz I, Llopis M, Bermúdez R, Acerete F, Cazzaniga M, Quero M et al. Valvuloplastias neonatales: experiencia en 25 casos [resumen 55]. Venezuela: VI Congreso Latino de Cardiología Pediátrica, 1994.
17. Parsons M, Moreau G, Graham Th, Johns J, Boucek R. Echocardiographic estimation of critical left ventricular size in infants with isolated aortic valve stenosis. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 1.049-1.055.
18. Kasten-Sportes C, Peichaud J, Sidi D, Kachaner J. Percutaneous balloon valvuloplasty in neonates with critical aortic stenosis. *J Am Coll Cardiol* 1989; 13: 1.101-1.105.
19. Cazzaniga M, Abraira V, Fernández Pineda L, Herraiz I, Bermúdez R, Quero M et al. Severe heart failure as a predictor of poor outcome after neonatal balloon aortic valvuloplasty. *Cardiol Young* 1995; 5 (Supl 1): 38.
20. Imai T, Satomi G, Yasukochi S, Harada Y, Takeuchi T, Gotoh H et al. Normal values for cardiac and great arterial dimensions in premature infants by cross-sectional echocardiography. *Cardiol Young* 1995; 5: 319-325.
21. Anderson R, Devine W, Ho S, Smith A, McKay R. The myth of the aortic annulus: the anatomy of the subaortic outflow tract. *Ann Thorac Surg* 1991; 52: 640-646.
22. Freedom R. Critical aortic stenosis [réplica]. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993; 105: 366-367.
23. Ludman P, Foale R, Alexander N, Nihoyannopoulos P. Cross sectional echocardiographic identification of hypoplastic left heart syndrome and differentiation from other causes of right ventricular overload. *Br Heart J* 1990; 63: 355-361.
24. Mocellin R, Sauer U, Simon B. Reduced left ventricular size and endocardial fibroelastosis a correlates of mortality in newborns and young infants with severe aortic valve stenosis. *Pediatr Cardiol* 1983; 4: 265-272.
25. Noonan J, Nadas A. The hypoplastic left heart syndrome. *Pediatr Clin North Am* 1958; 5: 1.020-1.056.
26. Stüdw G, Solymer L, Berggren H, Eiksson B, Holmgren D, Gilljam T. Aortic valve replacement with a pulmonary autograft in infants with critical aortic stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1966; 122: 433-436.
27. Van Son J, Falk V, Mohr F. Ross-Konno operation with resection of endocardial fibroelastosis for critical aortic stenosis with borderline-sized left ventricle in neonates. *Ann Thorac Surg* 1997; 63: 112-116.
28. Karl T, Sano S, Brawn W, Mee R. Critical aortic stenosis in the first month of life: surgical results in 26 infants. *Ann Thorac Surg* 1990; 50: 105-109.
29. Pelech A, Dyck J, Trusler G, Williams W, Olley P, Rowe R et al. Critical aortic stenosis, survival and management. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1982; 44: 510-517.
30. Bullock F, Joffe H, Jordan S, Martin R. Balloon dilatation as first line of treatment for severe aortic stenosis in early infancy: medium term and determinant of survival. *Br Heart J* 1993; 70: 546-553.
31. Kugler J, Campbell E, Vargo A, McNamara D, Hollman G, Cooley D. Results of aortic valvotomy in infants with isolated aortic valve stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1979; 78: 553-558.
32. Gundry S, Bhrendt D. Prognostic factors in valvotomy for critical aortic stenosis in infancy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986; 92: 747-754.
33. Messina L, Turley K, Stanger P, Hoffman J, Ebert P. Successful aortic valvotomy for severe valvular aortic stenosis in a newborn infant. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984; 88: 92-96.
34. Sink J, Smallhorn J, McCartney F, Taylor J, Stark M, De Leval M. Management of critical aortic stenosis in infancy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984; 61: 421-427.
35. Edmunds L, Wagner H, Heymann M. Aortic valvotomy in neonates. *Circulation* 1980; 61: 421-427.
36. Moreno Granado F, Benito F, Fernández Ruiz M, García Aguado A, Cordovilla G, Álvarez Díaz F. Estenosis aórtica congénita. Resultados quirúrgicos. *Rev Esp Cardiol* 1986; 39 (Supl): 56-66.
37. Turley K, Bove E, Amato J, Iannettoni M, Yeh J, Cotroneo J et al. Neonatal aortic stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 99: 679-684.
38. Hammon J, Lupinetti F, Maples M, Merrill W, Frist W, Graham Th et al. Predictors of operative mortality in critical valvar aortic stenosis presenting in infancy. *Ann Thorac Surg* 1988; 45: 537-540.
39. Wren C, Sullivan I, Ball C, Deanfield J. Percutaneous balloon dilation of aortic valve stenosis in neonates and infants. *Br Heart J* 1987; 58: 608-612.
40. Gaynor W, Bull C, Sullivan I, Armstrong B, Deanfield J, Taylor J et al. Late outcome of survivors of intervention for neonatal aortic valve stenosis. *Ann Thorac Surg* 1995; 60: 122-126.
41. Benito Bartolomé F, Jiménez Cossío S, Sánchez Fernández-Bernal C. Valvuloplastia aórtica con catéter balón en la estenosis aórtica crítica del neonato y lactante pequeño. *Rev Esp Cardiol* 1996; 49: 277-280.
42. Cape E, Jones M, Yamada I, VanAuker M, Valdes-Cruz L. Turbulent/viscous interactions control Doppler/catheter pressure discrepancies in aortic stenosis. *Circulation* 1996; 92: 2.975-2.981.
43. Huhta J, Latson L, Gutgesell H, Cooley D, Kearney D. Echocardiographic in the diagnosis and management of symptomatic aortic valve stenosis in infants. *Circulation* 1984; 70: 438-444.
44. Bengur A, Snider R, Serwer G, Peters J, Rosenthal A. Usefulness of the Doppler mean gradient in evaluation of children with aortic valve stenosis and comparison to gradient at catheterization. *Am J Cardiol* 1989; 64: 756-761.
45. Bengur R, Snider R, Meliones J, Vermilion R. Doppler evaluation of aortic valve area in children with aortic stenosis. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 1.499-1.505.
46. Acerete Guillén F, Bermúdez R, Herraiz I. Cateterismo intervencionista. Valvuloplastia de la estenosis aórtica congénita infantil. Revisión de su estado actual. *Rev Esp Cardiol* 1993; 46 (Supl 2): 48-54.
47. Lakier J, Lewis A, Heymann M, Stanger P, Hoffman J, Rudolph A. Isolated aortic stenosis in neonate. Natural history and hemodynamic considerations. *Circulation* 1974; 50: 801-808.
48. Berman W, Yabek S, Fripp R, Burstein R, Dillon T, Corlew S. Medical management of three asymptomatic infants with severe valvar aortic stenosis. *Pediatr Cardiol* 1988; 9: 237-242.
49. Rocchini A, Beekman R, Sachar G, Benson L, Schwartz D, Kan J. Balloon aortic valvuloplasty and angioplasty of congenital anomalies registry. *Am J Cardiol* 1990; 65: 784-789.
50. Egipto E, Moore Ph, Sullivan J, Colan S, Perry S, Lock J et al. Transvascular balloon dilation for neonatal critical aortic stenosis: early and mid-term results. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 442-447.
51. Tax P, Reich O, Skovranek S, Tume S, Marek J, Samanek M. Balloon valvuloplasty in newborns with critical aortic stenosis. *Cardiol Young* 1995; 5 (Supl 1): 21.
52. Piechaud J, Delogu D, Kachaner J, Sidi D. Transcatheter valvotomy of aortic stenosis with dilated left ventricle in the newborns: long term results. *J Am Coll Cardiol* 1995; 68: 99A.
53. O'Connor B, Beekman R, Rochini A, Rosenthal A. Intermediate term effectiveness of balloon valvuloplasty for congenital aortic stenosis. *Circulation* 1991; 84: 732-738.

54. Keane J, Bernhard W, Nadas A. Aortic stenosis surgery in infancy. *Circulation* 1975; 52: 1.138-1.143.
55. Kitchiner D, Sreeram N, Malaiya N, Jackson M, Walsh K, Pearl I et al. Long term follow up of treated aortic stenosis. *Cardiol Young* 1995; 5: 9-14.
56. Minich L, Tani L, Hawkins J, McGough E, Shaddy R. Use of echocardiography for detecting aortic valve leaflet avulsion and predicting repair potential after balloon valvuloplasty. *Am J Cardiol* 1995; 75: 633-635.
57. Hawkins J, Minich L, Shaddy R, Tani L, Orsmond G, Sturtevant J et al. Aortic valve repair and replacement after balloon aortic valvuloplasty in children. *Ann Thorac Surg* 1996; 61: 1.355-1.358.
58. Lamberti J. The aortic valve: to dilate, repair or replace-That is the question. *Ann Thorac Surg* 1996; 61: 1.297-1.299.
59. Helgason H, Keane J, Kenneth E, Kulik T, Lock J. Balloon dilatation of aortic valve: studies in normal lambs and in children with aortic stenosis. *J Am Coll Cardiol* 1987; 9: 816-822.
60. Benson L. Catheter intervention for left heart obstructive lesions: aortic stenosis and coarctation of the aorta. Hawaii: The Second World Congress of Pediatric Cardiology and Cardiac Surgery, 1997; 148PL.
61. Van Praagh R, Baño Rodrigo A, Smolinsky A, Schuetz T, Fyler D, Van Praagh S. Anatomic variations in congenital valvar, subvalvar and supravalvular aortic stenosis: a study of 64 postmortem cases. En: Takahashi M, editor. *Challenge in the treatment of congenital cardiac anomalies*. Nueva York; Futura Pub., 1986; 13-41.
62. Hausdorf G, Schneider M, Schimer K, Schulcze-Neick I, Lange P. Anterograde balloon valvuloplasty of aortic stenosis in children. *Am J Cardiol* 1993; 71: 460-462.