

Coartación de aorta: diferentes formas anatomoclínicas según la edad de presentación

Luis Felipe Valenzuela García*, Rafael Vázquez García**, Luis Pastor Morales*, Román Calvo Jambrina*, María Jesús Rodríguez Hernández**, Ignacio Font Cabrera*, José Cubero García*, Luis Pastor Torres**, José María Cruz Fernández* y Carlos Infantes Alcón*

Servicios de Cardiología. *Hospital Universitario Virgen Macarena y **Hospital Universitario Virgen de Valme. Sevilla.

cardiopatías congénitas/ cirugía cardiovascular/ coartación aórtica/ edad/ hipertensión arterial/ postoperatorio

Objetivo. Analizar las características anatomoclínicas diferenciales de la coartación de aorta en sus diferentes edades de presentación.

Pacientes y métodos. Se revisaron retrospectivamente los datos clínicos, angiográficos, hallazgos intraoperatorios y resultados quirúrgicos de 82 casos de coartación de aorta (54 varones y 28 mujeres). La edad media fue de $16,2 \pm 13,7$ años (rango = 1 mes-63 años). Los pacientes fueron divididos en tres grupos: menores de 1 año (grupo A; n = 10); de 1-12 años (grupo B; n = 30) y mayores de 12 años (grupo C; n = 42).

Resultados. La forma preductal se observó en el 20,7% de los casos (el 50,0%, el 30,0% y el 7,1% en los grupos A, B y C respectivamente; p = 0,003) y las anomalías asociadas tipo *shunt* izquierda-derecha en el 19,5% (el 40,0%, el 16,7% y el 16,7% en los grupos A, B y C, respectivamente; p = NS). La insuficiencia cardíaca fue la manifestación predominante en el grupo A (70,0%), mientras que lo más frecuente en el grupo B fue el hallazgo casual en un paciente asintomático (30,0%). La hipertensión arterial o sus complicaciones fueron la presentación más habitual en el grupo C (38,0%). Se observó crecimiento ventricular izquierdo en el electrocardiograma en el 0,0%, el 30,0% y el 54,7% de los pacientes de los grupos A, B y C, respectivamente (p = 0,003). Se observaron complicaciones postoperatorias, incluyendo fallecimiento, crisis hipertensivas y recoartación, respectivamente, en el 90,0%, 33,3% y 21,4% de los casos de los grupos A, B y C (p = 0,01).

Conclusiones. La edad de presentación de la coartación aórtica permite establecer grupos con diferentes características anatómicas y clínicas, e incluso con diferente evolución postoperatoria.

COARCTATION OF THE AORTA: DIFFERENT ANATOMO-CLINICAL FORMS DEPENDING OF THE AGE OF PRESENTATION

Objective. To analyse the anatomico-clinical characteristics of the coarctation of the aorta at different ages of presentation as well as the findings and results of its surgical correction at different periods.

Patients and methods. We retrospectively studied the clinical and angiographic data, as well as the intraoperative findings and surgical outcomes of 82 consecutive patients (54 M and 28 F) with coarctation of the aorta. Mean age was 16.2 ± 13.7 years (1 month to 63 years). The patients were divided into three groups according to age: Group A (n = 10) under 1 year; Group B (n = 30) from 1 to 12 years and Group C (n = 42) over 12 years.

Results. A preductal form was found in 20.7% cases (50.0%, 30.0% and 7.1% of groups A, B, and C respectively; p = 0.003). An associated left-to-right shunt was present in 19.5% (40.0%, 16.7% and 16.7% of groups A, B and C respectively; p = NS). The first manifestation of the disease was different in groups A, B and C. Among group A patients, congestive heart failure was the most frequent presentation (70.0%). In group B, the most frequent presentation (30%) was as an incidental finding in an asymptomatic patient. Finally, systemic hypertension or its complications predominated among group C patients (38.0%). Left ventricular hypertrophy on ECG was present in 0.0%, 30.0% and 54.7% of patients in groups A, B and C (p = 0.003) respectively. Postoperative complications including death, hypertensive crisis and re-coarctation were observed in 90.0%, 33.3% and 21.4% in groups A, B and C (p = 0.01) respectively.

Conclusions. Among patients with coarctation of the aorta, the age of clinical presentation allows us to define groups of patients with different anatomical characteristics, clinical course and postoperative outcome.

Correspondencia: Dr. L.F. Valenzuela García.
Avda. Reina Sofía, bloque 3, esc. 2, bajo 5. 41940. Tomares. Sevilla.

Recibido el 27 de octubre de 1997.

Aceptado para su publicación el 16 de abril de 1998.

(Rev Esp Cardiol 1998; 51: 572-581)

INTRODUCCIÓN

La coartación de aorta constituye el 6% de las cardiopatías congénitas de la infancia y el 15% en la edad adulta. Su frecuencia es dos veces mayor en varones y es más común en pacientes con disgenesia gonadal (síndrome XO de Turner)¹. La coartación es ampliamente reconocida como una etiología de hipertensión arterial potencialmente reversible y, a menudo, los pacientes son identificados por la medición de rutina de la presión arterial. Por tanto, se requiere un elevado índice de sospecha ante un paciente con hipertensión arterial, especialmente si su edad no es muy avanzada. La mayoría de los pacientes con coartación no corregida mueren antes de los 40 años por insuficiencia cardíaca, rotura de aorta o vasos cerebrales o bien por endocarditis infecciosa². La corrección quirúrgica conlleva un aumento de supervivencia, mejoría sintomática y reducción de la presión arterial^{3,4}. No obstante, a pesar del éxito inicial, la supervivencia a largo plazo es más corta que la esperada. Una importante proporción de pacientes presenta hipertensión postoperatoria tardía y complicaciones cardiovasculares. La cardiopatía isquémica es la causa más frecuente de muerte tardía. La edad en el momento de la reparación inicial es el predictor más importante de hipertensión postoperatoria y supervivencia a largo plazo⁵.

Como motivo de esta revisión exponemos la experiencia en las dos últimas décadas de nuestro hospital, centro de referencia en el diagnóstico y tratamiento de esta patología durante dicho período. El objetivo de nuestro estudio es analizar las características anatómicas diferenciales de la coartación de aorta en sus diferentes edades de presentación, así como los hallazgos y resultados de la corrección quirúrgica en los distintos períodos. A diferencia de otras series, predominan los casos diagnosticados en la edad adulta, lo que permite analizar aspectos interesantes de la evolución de esta enfermedad.

PACIENTES Y MÉTODOS

Se han revisado retrospectivamente 82 casos (54 varones y 28 mujeres) de coartación de aorta, diagnosticados y remitidos para corrección quirúrgica entre los años 1977-1994. Las características de la población se resumen en la **tabla 1**. La revisión incluye los datos clínicos, angiográficos, hallazgos intraoperatorios y resultados quirúrgicos de todos los pacientes. Dichos datos se obtuvieron a través de la lectura independiente por parte de al menos dos investigadores, y los casos discordantes se resolvieron por consenso. El seguimiento postoperatorio inmediato, llevado a cabo en todos los pacientes en nuestro hospital, fue de al menos 45 días, tras los cuales los pacientes eran devueltos a sus centros de procedencia, a excepción de 15 casos con evolución más tórpida, cuyo seguimiento se

TABLA 1
Características de la población de estudio

Edad (años)	
Media ± DE	16,23 ± 13,72
Mediana	13,50
Cuartiles de edad (años)	
Q ₁	4,04
Q ₂	13,50
Q ₃	25,00
Q ₄	63,00
Sexo (%)	
Varón	55 (67,1)
Mujer	27 (32,9)
Formas anatómicas (%)	
Preductal	17 (20,7)
Ductal	46 (56,1)
Posductal	19 (23,2)

TABLA 2
Tipos de coartación

	Total (n = 82)	< 1 año (n = 10)	1-12 años (n = 30)	> 12 años (n = 42)
Preductal (%)	17 (20,7)	5 (50,0)	9 (30,0)	3 (7,1)
Ductal (%)	46 (56,1)	5 (50,0)	15 (50,0)	26 (61,9)
Posductal (%)	19 (23,2)	0	6 (20,0)	13 (31,0)
Total (%)	82 (100,0)	10 (100,0)	30 (100,0)	42 (100,0)

continuó en nuestro centro durante un período medio de 23,2 meses (rango = 6 meses-4 años). Con objeto de evaluar los resultados y evolución a largo plazo, se contactó con todos los pacientes mediante entrevista o encuesta dirigida por correo, lo que supone un seguimiento medio de 14,1 ± 4,2 años en la población estudiada, con una mediana de 15,0 años (rango intercuartílico = 12,0-17,0 años). En el protocolo de seguimiento se investigó la presencia de hipertensión arterial (HTA), tratada o no, así como sintomatología compatible con insuficiencia cardíaca o cardiopatía isquémica.

Dada la amplia oscilación de la edad de los pacientes (1 mes a 63 años, con un valor medio de 16,2 ± 13,7 años), éstos fueron divididos en 3 grupos de edades en los que la coartación de aorta tiene una forma de presentación diferente (en base a lo referido en la literatura^{1,6-9} y a la propia experiencia de los autores): *a*) pacientes menores de 1 año, 10 casos (12,2%), la mitad de los cuales fueron diagnosticados y tratados antes del primer mes de vida; *b*) pacientes entre 1 y 12 años, 30 casos (36,6%), y *c*) pacientes mayores de 12 años, 42 casos (51,2%). Entre los 3 grupos se ha comparado la incidencia de los hallazgos propios de la coartación y de sus anomalías asociadas. El análisis estadístico se ha realizado mediante tests de la χ^2 brutos

TABLA 3
Características anatomoclínicas y evolución por edades

	Grupo A (n = 10)	Grupo B (n = 30)	Grupo C (n = 42)	P
Peductal (%)	5 (50,0)	9 (30,0)	3 (7,1)	0,003
Shunt izquierda-derecha (%)	4 (40,0)	5 (16,7)	7 (16,7)	NS
Colaterales ausentes (%)	5 (50,0)	9 (30,0)	5 (11,9)	0,002
Clínica (%)	ICC (70,0)	Asintomático (30,0)	HTA (38,0)	-
HTA preoperatoria (%)	3 (30,0)	8 (26,7)	38 (90,5)	0,000
Pulso femoral ausente (%)	8 (80,0)	18 (60,0)	22 (52,4)	0,003
Cardiomegalia (%)	9 (90,0)	21 (70,0)	24 (57,1)	0,020
Muecas costales (%)	0 (0,0)	2 (6,7)	35 (83,4)	0,000
Plétora (%)	3 (30,0)	2 (6,7)	1 (2,4)	0,010
ECCG: HVI (%)	0 (0,0)	9 (30,0)	23 (54,7)	0,003
Complicación postoperatoria (%)	8 (80,0)	10 (33,3)	9 (21,4)	0,002
HTA postoperatoria (%)	0 (0,0)	5 (16,7)	15 (35,7)	0,020

Complicaciones del postoperatorio: muerte, crisis hipertensiva y recoartación; HVI: hipertrofia ventricular izquierda; clínica: forma de presentación habitual; ICC: insuficiencia cardíaca; HTA: hipertensión arterial.

sobre tablas de contingencia 2 x 3, utilizando los programas estadísticos Epi-Info versión 5.01 y Kwikstat versión 3.3. Una p inferior a 0,05 se consideró estadísticamente significativa.

RESULTADOS

Anatomía

Como se expone en las tablas 1 y 2, la forma anatómica más frecuente de coartación fue la yuxtaductal (46/82 = 56,1%), seguida de la posductal (19/82 = 23,2%) y, finalmente, de la preductal (17/82 = 20,7%). Esta última es más frecuente en el neonato y en el primer año de vida y disminuye notablemente conforme avanza la edad (tabla 3). Lo contrario ocurrió con la forma posductal, mientras que la yuxtaductal se presentó con igual frecuencia en todas las edades. Diez pacientes (12,2%) tenían una aorta hipoplásica. En 10 pacientes (12,2%), la coartación consistía en un diafragma fibroso. El ductus estaba fibrosado en 38 pacientes (46,3%), lo que correspondía en 20 de ellos (52,6%) a una coartación ductal.

Anomalías asociadas

Más de la mitad de los pacientes (45/82 = 54,8%) tuvo alguna anomalía asociada; las más frecuentes fueron la aorta bicúspide (19/82 = 23,1%) y la persistencia del conducto arterioso (11/82 = 13,4%). Hubo shunt izquierda-derecha en 16 pacientes (19,5%) y patología valvular (incluyendo aorta bicúspide) en 45 casos (54,9%). La prevalencia de cada anomalía varió en los distintos grupos de edades y formas de coartación, como se detalla en las tablas 3,4 y 5. Se encontró una aorta bicúspide con más frecuencia en mayores de 12 años (12/42 = 28,6%) en tanto que anomalías tipo

TABLA 4
Anomalías asociadas por edades

	Total (n = 82)	< 1 año (n = 10)	1-12 años (n = 30)	> 12 años (n = 42)
A. bicúspide	19 (23,1)	1 (10,0)	6 (20,0)	12 (28,6)
PCA	11 (13,4)	2 (20,0)	4 (13,3)	5 (11,9)
F. permeable	7 (8,5)	3 (30,0)	4 (13,3)	0
I. mitral	7 (8,5)	2 (20)	3 (10,0)	2 (4,7)
I. aórtica	7 (8,5)	1 (10)	3 (10,0)	3 (7,1)
SAD	5 (6,1)	0	4 (13,3)	1 (2,4)
E. aórtica	5 (6,1)	0	3 (10,0)	2 (4,7)
CIV	4 (4,9)	2 (20)	1 (3,3)	1 (2,4)
ATS	3 (3,7)	0	1 (3,3)	2 (4,7)
PVM	2 (2,4)	0	2 (6,7)	0
A. aneuris.	2 (2,4)	0	0	2 (4,7)
ASV	1 (1,2)	0	0	1 (2,4)
E. subaórtica	1 (1,2)	0	1 (3,3)	0
ASIV	1 (1,2)	0	1 (3,3)	0
DVAP	1 (1,2)	0	0	1 (2,4)
MHO	1 (1,2)	0	0	1 (2,4)
E. mitral	2 (2,4)	0	1 (3,3)	1 (2,4)
E. pulmonar	3 (3,7)	1 (10,0)	0	2 (4,7)
No	37 (45,2)	5 (50,0)	14 (46,7)	18 (42,9)
Shunt I-D	16 (19,5)	4 (40,0)	5 (16,7)	7 (16,7)
Valvular	45 (54,9)	5 (50,0)	18 (60,0)	22 (52,4)
Extracardíacas				
Urológica	3 (3,7)	0	1 (3,3)	2 (4,7)
Polimalformado	3 (3,7)	1 (10,0)	1 (3,3)	1 (2,4)
Retraso mental	3 (3,7)	1 (10,0)	2 (6,7)	0
FAV	1 (1,2)	0	1 (3,3)	0

A.: aorta; F.: foramen; E.: estenosis; I.: insuficiencia; SAD: origen anómalo de subclavia (naciendo de aorta descendente); ATS: anomalía de troncos supraaórticos; PCA: ductus persistente; PVM: prolapso valvular mitral; A. aneuris.: aorta aneurismática; ASV: aneurisma del seno de Valsalva; ASIV: aneurisma del septo IV alto; DVAP: drenaje venoso anómalo; MHO: miocardiopatía hipertrofica; FAV: fístula A-V y astrocitoma; Shunt I-D: shunt izquierda-derecha; los resultados se exponen en número (porcentaje de pacientes); CIV: comunicación interventricular.

TABLA 5
Anomalías asociadas por tipos de coartación

	Total (n = 82)	Preductal (n = 17)	Ductal (n = 46)	Posductal (n = 19)
A. bicúspide	19 (23,1)	5 (29,4)	11 (23,9)	2 (10,5)
PCA	11 (13,4)	1 (5,9)	6 (13,0)	0
F. permeable	7 (8,5)	3 (17,6)	3 (6,5)	1 (5,3)
I. mitral	7 (8,5)	3 (17,6)	3 (6,5)	0
I. aórtica	7 (8,5)	2 (11,8)	6 (13,0)	1 (5,3)
SAD	5 (6,1)	3 (17,6)	2 (4,3)	0
E. aórtica	5 (6,1)	0	3 (6,5)	2 (10,5)
CIV	4 (4,9)	2 (11,8)	2 (4,3)	0
ATS	3 (3,7)	0	3 (6,5)	0
PVM	2 (2,4)	2 (11,8)	0	0
A. aneuris.	2 (2,4)	0	2 (4,3)	0
ASV	1 (1,2)	0	1 (2,2)	0
E. subaórtica	1 (1,2)	0	1 (2,2)	0
ASIV	1 (1,2)	1 (5,9)	0	0
DVAP	1 (1,2)	0	1 (2,2)	0
MHO	1 (1,2)	0	1 (2,2)	0
E. mitral	2 (2,4)	1 (5,9)	1 (2,2)	0
E. pulmonar	3 (3,7)	1 (5,9)	1 (2,2)	1 (5,3)
No	37 (45,2)	7 (41,2)	18 (39,1)	12 (63,2)
Shunt I-D	16 (19,5)	5 (29,4)	9 (19,6)	2 (10,6)
Valvular	45 (54,9)	12 (70,6)	26 (56,5)	6 (31,6)

A.: aorta; F.: foramen; E.: estenosis; I.: insuficiencia; SAD: origen anómalo de subclavia (naciendo de aorta descendente); ATS: anomalía de troncos supraaórticos; PCA: ductus persistente; PVM: prolapso valvular mitral; A. aneuris.: aorta aneurismática; ASV: aneurisma del seno de Valsalva; ASIV: aneurisma del septo IV alto; DVAP: drenaje venoso anómalo; MHO: miocardiopatía hipertrófica; FAV: fístula A-V y astrocitoma; *Shunt* I-D: *shunt* izquierda-derecha; CIV: comunicación interventricular; los resultados se exponen en número (porcentaje de pacientes).

shunt izquierda-derecha fueron más frecuentes en menores de 1 año (4/10 = 40%) y con forma preductal (5/17 = 29,4%). En el caso de la comunicación interventricular (CIV), la mitad de los pacientes (2/4 = 50,0%) fue antes de 5 meses y tenían una forma preductal (tablas 4 y 5). Los otros dos pacientes tenían una coartación ductal, con 12 y 25 años (tipo Roger), respectivamente. La forma preductal también se asoció más frecuentemente a anomalías valvulares (12/17 = 70,6%).

Múltiples defectos congénitos, con un máximo de 4 asociados, se encontraron en la forma preductal, mientras que 1 o 2 defectos fueron más frecuentes en las otras formas de coartación.

Hallazgos clínicos

En el conjunto total de pacientes, la forma más frecuente de presentación fue la insuficiencia cardíaca (18/82 = 21,9%), seguida de un hallazgo casual (13/82 = 15,9%), catarros de repetición (12/82 = 14,6%) y cefaleas (10/82 = 12,2%) (tabla 6). En pacientes menores de 1 año la insuficiencia cardíaca fue la forma de presentación habitual (10/10 = 100,0%). De 1-12 años predominaron el hallazgo casual en una revisión escolar (9/30 = 30,0%) y catarros de repetición (7/30 = 23,3%). Por encima de 12 años las presentaciones más

frecuentes fueron el hallazgo ocasional de hipertensión arterial (7/42 = 16,7%) o sus manifestaciones clínicas como cefaleas repetitivas (6/42 = 14,3%) (tabla 6).

La HTA estuvo presente en 49 casos (59,7%). Como se observa en la tabla 3, fue más frecuente en el subgrupo de pacientes mayores de 12 años (38/42 = 90,5%). La edad media en el momento del diagnóstico fue de 22,9 ± 13,3 años (7 meses-63 años). Ocho casos (9,8%) sufrieron crisis hipertensiva, con una edad media de presentación de 26,5 ± 8,1 (13-35 años). En 4 pacientes (4,9%) una crisis hipertensiva fue la primera manifestación de la enfermedad. En tres pacientes (3,7%) se detectó retinopatía hipertensiva evolucionada, con edema papilar incipiente en ausencia de crisis hipertensiva.

En 48 pacientes (58,5%), los pulsos femorales estaban ausentes. No fueron normales en ningún caso. La ausencia total de pulsos femorales fue más frecuente en la coartación preductal y en menores de 1 año (8/10 = 80%). La prevalencia de pulsos femorales no detectables varía con la edad (tabla 3).

Setenta y seis pacientes (92,7%) presentaron un *soplo sistólico* detectable, generalmente intenso (61 casos de grado al menos II-III/VI con *thrill* en 10 casos). Se irradiaba a espalda en 35 casos (35/76 = 46,0%), al cuello en 10 (10/76 = 13,4%) y no se irradiaba en 22 (22/76 = 28,9%).

TABLA 6
Presentación clínica

	Total (n = 82)	< 1 año (n = 10)	1-12 años (n = 30)	> 12 años (n = 42)
ICC	18 (21,9)	10 (100,0)	6 (20,0)	2 (4,8)
Asintomático	13 (15,9)	0	9 (30,0)	4 (9,5)
Catarros	12 (14,6)	0	7 (23,3)	5 (11,9)
Cefaleas	10 (12,2)	0	4 (13,3)	6 (14,3)
HTA	7 (8,5)	0	0	7 (16,7)
Crisis HTA	4 (4,9)	0	1 (3,3)	3 (7,1)
Claudicación	4 (4,9)	0	0	4 (9,5)
Síncope	5 (6,1)	0	0	5 (11,9)
Palpitaciones	3 (3,7)	0	0	3 (7,1)
Otros	6 (7,3)	0	3 (10,0)	3 (7,1)
Total	82 (100)	10 (100)	30 (100)	42 (100)

ICC: insuficiencia cardíaca congestiva; Crisis HTA: crisis hipertensiva; Síncope; incluye presíncope; Otros: incluye mareos, cansancio fácil, retraso del crecimiento, entre otros; los valores se exponen en número (porcentaje de pacientes).

TABLA 7
Comparación con estudios previos

	Tawes ⁵ (n = 333)	Maron ⁹ (n = 301)	Cohen ⁵ (n = 646)	Demircin ⁷ (n = 75)	Serie actual (n = 82)
Edad (años)	2-14	2,5-40	0-72	< 1	0-63
Complicaciones asociadas (%)	75,0	70,0	0 (excluidos)	100,0	54,9
HTA postoperatoria (%)	No consta	8,3	25,0	8,0	24,3
Recoartación (%)	6,0	2,6	3,0	8,0	6,1
Mortalidad operatoria (%)	25,5	6,3	2,6	9,3	7,3
Mortalidad tardía (%)	5,7	7,6	13,4	9,3	6,0
Mortalidad total (%)	31,2	13,9	16,1	18,6	13,3
Seguimiento (años)	6	20	20	1	14

HTA: hipertensión arterial.

Otros hallazgos auscultatorios fueron soplo diastólico aórtico asociado a insuficiencia aórtica (5/82 = 6,1%), *click* eyectivo asociado a aorta bicúspide (5/82 = 6,1%), chasquido de apertura en una estenosis mitral y un soplo de circulación colateral en un paciente de 34 años con colaterales tortuosas en la angiografía.

En la *radiografía de tórax*, se detectó cardiomegalia en 54 casos (65,8%) con frecuencia diferente según las edades (tabla 3). La aorta fue normal en 32 casos (39,0%), elongada en 28 casos (34,1%) e hipoplásica en 10 casos (12,2%). La cardiomegalia global y el predominio de cavidades derechas fue más frecuente en menores de un año. La aorta hipoplásica presente en el 30% de los menores de un año disminuye al 10% aproximadamente en el resto de edades. La presencia de una aorta elongada y de una aorta normal en la radiografía de tórax fue más constante en las distintas edades. Doce pacientes (14,6%) presentaron el característico signo del 3, con una edad media en el momento del diagnóstico de 22,8 ± 13,8 años (4-44 años). La ausencia de colaterales (dato angiográfico) predo-

minó en los menores de 1 año (5/10 = 50%), disminuyendo conforme avanzaba la edad (tabla 3). Se observaron muescas costales (signo de Roessler) en 37 pacientes (45,1%) con un caso de muescas costales unilaterales (con origen de subclavia izquierda distal a la coartación). Su presencia fue más frecuente en el subgrupo de mayores de 12 años (tabla 3), con una edad media en el momento del diagnóstico de 27,5 ± 11,2 años (12-44 años). Se encontró plétora en seis (7,3%) de los dieciséis pacientes con *shunt* izquierda-derecha asociado, por tanto, más frecuente en el subgrupo de menores de 1 año (tabla 3).

En el *electrocardiograma*, la mayoría de los enfermos presentaron signos de crecimiento del ventrículo izquierdo (CVI) (32/82 = 39,0%), seguidos por un ECG normal (23/82 = 28,0%) y trastornos de conducción intraventricular (17/82 = 20,8%). La presencia de crecimiento ventricular izquierdo fue más frecuente en mayores de 12 años (23/42 = 54,7%), con una edad media en el momento del diagnóstico de 22,5 ± 13,6 años (rango 3-63 años) (tabla 3). Signos de crecimiento de cavi-

TABLA 8
Evolución postoperatoria inmediata

	Total (n = 82)	< 1 año (n = 10)	1-12 años (n = 30)	> 12 años (n = 42)
Muerte	6 (7,3)	3 (30,0)	2 (6,7)	1 (2,4)
Crisis de HTA	17 (20,7)	4 (40,0)	6 (20,0)	7 (16,7)
Recoartación	5 (6,1)	2 (20,0)	2 (6,7)	1 (2,4)
Otras	6 (7,3)	1 (10,0)	1 (3,3)	4 (9,5)
Complicada	34 (41,5)	10 (100,0)	11 (36,7)	13 (31,0)
No complicada	48 (58,5)	0 (0,0)	19 (63,3)	29 (69,0)
Total	82 (100,0)	10 (100,0)	30 (100,0)	42 (100,0)

Los valores se expresan en número (porcentaje de pacientes); HTA: hipertensión arterial.

dades derechas se hallaron sólo en menores de un año (6/10 = 60%). El crecimiento biventricular ocurrió en el 20% de los menores de 1 año y sólo en el 6,7% entre 1 y 12 años, desapareciendo a partir de esta edad.

Cateterismo cardíaco

En 52 pacientes no se intentó determinar el gradiente transcoartación, al no formar parte del protocolo de nuestro centro para el estudio angiográfico de la coartación entre 1977-1984, período en el que el paciente fue remitido. Entre los medidos, el gradiente medio fue de 65 mmHg (rango = 35-115 mmHg). Cuatro de los cinco pacientes (80%) con gradiente menor de 40 mmHg fueron catalogados intraquirófono de coartación severa (estimación de los observadores), tres de ellos con circulación colateral muy desarrollada, mientras que en un paciente no se apreciaron colaterales. Gradientes transcoartación superiores a 40 mmHg coincidieron siempre con casos calificados como severos durante la cirugía (n = 25), generalmente con importante desarrollo de colaterales (16/25 = 63,0%), si bien éstas no eran apreciables en una minoría de pacientes (3/25 = 12,0%).

Tratamiento

La técnica de elección fue la aortoplastia con parche (58/82 = 70,7%), de Dacron en la mayoría de los casos y Teflón y Goretex como materiales sintéticos alternativos. Se empleó con menor frecuencia en pacientes menores de un año (3/10 = 30%) usándose otras técnicas quirúrgicas hasta en un 70% de ellos. Las otras técnicas empleadas, referidas al conjunto total, fueron: incisión longitudinal y sutura transversa (7/82 = 8,5%), resección y anastomosis término-terminal (6/82 = 7,3%), interposición de parche de aorta torácica ascendente a descendente (4/82 = 4,9%), interposición de prótesis de subclavia izquierda a aorta descendente (3/82 = 3,7%), *flapping* de subclavia (2/82 = 2,4%) y *bypass* axilofemoral bilateral (2/82 = 2,4%). Se asoció ligadura y sección del ductus en los 11 pacientes con ductus persistente asociado. Ocho pacientes precisaron

reintervención quirúrgica, dos de ellos por hemorragia de la anastomosis. En los restantes 6 casos fue para concluir una cirugía correctora, de sustitución valvular (2 pacientes), cierre de defecto septal ventricular (CIV, 2 pacientes), *bypass* axilofemoral contralateral (1 paciente) y resección de un rodete subaórtico en una miocardiopatía hipertrófica obstructiva.

La utilización de la angioplastia transluminal percutánea como procedimiento terapéutico tuvo un carácter paliativo en nuestra serie. Se trató de un neonato (16 días) con coartación de aorta ductal en situación de insuficiencia cardíaca congestiva (ICC) severa. Tras el resultado inicial satisfactorio con desaparición de la ICC comenzó a empeorar progresivamente a partir del sexto día hasta volver a la situación inicial que requirió cirugía con aortoplastia de subclavia urgente con buenos resultados a corto y largo plazo.

Evolución postoperatoria inmediata

Las complicaciones poscirugía se exponen en la **tabla 8**. Treinta y cuatro pacientes (41,5%) tuvieron alguna complicación, más frecuentes en los menores de 1 año (**tabla 3**). La mortalidad postoperatoria fue del 7,3%, también más frecuente en este subgrupo. Diecisiete pacientes (20,7%) presentaron crisis hipertensivas con accidente cerebrovascular (ACV) hemorrágico en tres de ellos (3,7%). Todos los fallecimientos excepto uno se asociaron a crisis hipertensivas (tres ACV hemorrágico y dos isquémicos) y el otro fue por hemorragia pulmonar como complicación de la ventilación mecánica.

Evolución a largo plazo

Durante el período de seguimiento 20 pacientes (20/82 = 24,4%) presentaron hipertensión arterial, que fue de difícil control en 9 de ellos. En este subgrupo de pacientes hipertensos, hubo 2 fallecimientos por ACV, otros 2 por infarto agudo de miocardio y una muerte súbita de causa no filiada (véase posteriormente). El resto de pacientes hipertensos estaban adecuadamente controlados bajo tratamiento hipotensor. Me-

rece la pena destacar que cuatro de los 9 pacientes con HTA de difícil control farmacológico (todos ellos operados después de los 25 años) presentaron datos de la cardiopatía isquémico-hipertensiva, incluyendo los 2 fallecidos por IAM ya mencionados. Un paciente intervenido con 1 año de edad fue remitido a otro hospital con sospecha de recoartación, pero falleció súbitamente antes de que dicho diagnóstico pudiera ser confirmado. Los 62 pacientes restantes (62/82 = 75,6%) manifiestan estar asintomáticos, libres de HTA y efectuando vida normal.

DISCUSIÓN

La mayoría de las publicaciones acerca de la coartación de aorta incluyen series pediátricas^{1,6,7}. Por el contrario, en nuestro estudio predominan los casos diagnosticados y tratados en la edad adulta. La población estudiada es muy similar al estudio de Cohen et al⁵ (edad media de 16 años; rango = 1 semana-72 años) que clásicamente ha definido las variables predictoras de supervivencia a largo plazo tras la cirugía correctora. Ello ha hecho posible analizar la frecuencia de aspectos clínicos claves para su diagnóstico en las diferentes edades de presentación clínica, permitiendo así comprender la evolución de esta enfermedad. Asimismo, permite revisar el papel de las diferentes técnicas correctoras, los resultados y la morbilidad asociada a las mismas en diferentes etapas de la enfermedad. La división en tres grupos de edades facilita la consecución del objetivo.

La frecuencia de anomalías asociadas fue menor en nuestra serie que en la de Tawes et al⁶ (54,9% frente al 75,0%; **tabla 7**) en correspondencia con una inferior proporción de pacientes menores de un año (12,2% frente al 53,8%). En este subgrupo fue más frecuente la forma preductal y la presencia de varias anomalías asociadas (**tablas 3, 4 y 5**) que condicionaron, casi de forma constante, la presencia de insuficiencia cardíaca. Así pues, puede afirmarse que la coartación preductal es la forma más severa, cuyo diagnóstico por encima de 12 años (**tablas 2 y 3**) es muy poco frecuente, ya que suele condicionar una clínica «delatora» a edad más temprana. Lo contrario ocurre con la forma posductal, más «benigna», en tanto que la forma yuxtaductal es intermedia y puede asociarse (con igual frecuencia) a una clínica más severa o pasar desapercibida hasta edades avanzadas.

Los síntomas en la coartación se relacionan con complicaciones adquiridas, fundamentalmente hipertensión sistémica e insuficiencia cardíaca (**tablas 3 y 6**). En el lactante, las formas menos severas de fallo ventricular izquierdo se manifiestan con una sintomatología muy inespecífica (llanto fácil o rechazo de alimentos) que puede retrasar el diagnóstico. La mayoría de los enfermos, al igual que en otras series¹, presentó un «período de gracia» que duró casi tres décadas, du-

rante las cuales estuvieron asintomáticos o con síntomas tan inespecíficos, como cefaleas y catarros frecuentes. Por tanto, el diagnóstico se realizó con frecuencia en una exploración rutinaria por otras causas (**tablas 3 y 6**).

La insuficiencia cardíaca tiene una distribución por edades bimodal con picos tempranos y tardíos¹. En nuestra serie, 16 de los 18 casos (88,9%) se produjeron antes de los 12 años y los dos casos restantes aparecen por encima de los 30 años.

Encontramos menor frecuencia HTA preoperatoria que otras series (61,0% en nuestra serie frente a un 90% descrita^{1,7}). Ello se debe al amplio rango de edad de la población estudiada, ya que dicha diferencia desaparece si sólo consideramos a los pacientes mayores de 12 años (**tabla 3**). La incidencia de HTA postoperatoria fue similar a series previas, del 24,4% frente al 25-50% descritos^{1,5,8,9}. De nuevo, aumenta proporcionalmente a la edad (**tabla 3**). Lógicamente, las complicaciones cardiovasculares tardías también fueron más frecuentes en este grupo, como señalan Cohen et al⁵. Así, los 4 pacientes que durante el seguimiento presentaron cardiopatía isquémico-hipertensiva eran hipertensos y mayores de 25 años en el momento de la corrección.

Sólo en uno de nuestros 20 pacientes con HTA postoperatoria se confirmó la recoartación. Por tanto, coincidimos con la mayoría de los autores^{8,10} en que la recoartación no es un hallazgo constante en los casos de HTA residual.

La sospecha diagnóstica se fundamentó en todos los casos en la constatación de ausencia o importante debilidad de los pulsos femorales. Se ha descrito que los casos con pulsos detectables se deben a persistencia del ductus (lo que permite mantener un flujo distal) o bien a propio débito aórtico¹. Nosotros encontramos que la mayoría de los casos con pulsos detectables no tenían un ductus permeable (28/34 = 82,0%) ni otras anomalías asociadas (16/34 = 47,0%). Cabe suponer que la menor severidad de la coartación y el desarrollo de colaterales son los responsables de este hecho.

El hallazgo de un soplo sistólico fue casi constante y no significó anomalías asociadas. En los casos sin otros defectos, el origen del soplo es la propia coartación irradiándose hacia la pared anterior torácica. La intensidad del soplo fue variable en todas las edades.

Las muescas costales en la radiografía de tórax no se relacionaron con la presencia e intensidad de colaterales, pero sí con la edad, que fue el predictor más importante de su aparición (**tabla 3**). En nuestra serie, la ausencia de muescas costales sólo pudo justificarse anatómicamente en dos pacientes. En el primero existía un origen anómalo de subclavia derecha en la aorta descendente y la subclavia izquierda estaba incluida en la coartación (ausencia bilateral). En el otro caso la subclavia izquierda nacía por debajo de la coartación (muescas unilaterales derechas).

En nuestra serie la técnica de elección para corrección quirúrgica fue la aortoplastia con parche. Introducida por Vosschulte en 1957¹², se asocia a una menor incidencia de recoartación que la resección y anastomosis término-terminal, según las series de un 5 a un 12%^{13,14}. Se usó para casos con istmo aórtico pequeño, hipoplásico o con un largo segmento estenótico. Se ha descrito el desarrollo de aneurismas verdaderos en la pared aórtica opuesta a la colocación del parche, especialmente tras la resección del rodete fibroso de la coartación^{15,16}.

La resección y anastomosis término-terminal (primera intervención quirúrgica para la coartación, llevada a cabo por Crafoord y Nylin en 1944¹⁷) ha sido clásicamente relacionada con una tasa de recurrencia de síntomas y recoartación del 20-80%^{18,19}. Un reciente estudio⁷ con 75 pacientes menores de 1 año seguidos durante 5 años vuelve a apoyar el uso de esta técnica. En nuestra serie, la resección y anastomosis término-terminal, así como la incisión longitudinal y sutura transversa dejaron de practicarse en el año 1982, a excepción de un caso aislado en 1987, a medida que comenzaron a comunicarse series que mostraban mala evolución a largo plazo.

La interposición de una prótesis de Dacron se utilizó en pacientes con grave hipoplasia del arco aórtico y obliteración del mismo.

En el único caso de coartación abdominal se practicó interposición látero-terminal aorta torácica-aorta abdominal de una prótesis de Dacron.

La aortoplastia con subclavia (técnica de Waldhausen o solapa de subclavia)²⁰ tras la ligadura de la misma en el origen de la arteria vertebral (también ligada para evitar el síndrome de robo de subclavia) es una técnica alternativa para los casos de coartación larga en los primeros años de vida y adolescentes con una luz aórtica pequeña. Durante el crecimiento, este método parece preferible a la aortoplastia con parche y, por supuesto, a la resección y anastomosis, ya que las suturas longitudinales permiten un crecimiento circunferencial con menor incidencia de recoartación^{21,22}. Los seguimientos a largo plazo han comunicado una incidencia más alta que la inicialmente esperada²³. En nuestra serie se utilizó en dos varones, el primero de 27 días y coartación ductal sin hipoplasia. El segundo, de 30 días con hipoplasia preductal y CIV amplia en situación de insuficiencia cardíaca severa.

Se practicó *banding* de la arteria pulmonar en un caso con CIV amplia en fallo biventricular, corregida con *flapping* de subclavia. En los casos menos extremos, se prefirió no usar *banding* y esperar los resultados de la aortoplastia. Los motivos fueron dos: la elevada mortalidad asociada a esta intervención (hasta el 50% según series) y el hecho de que la corrección de la coartación puede disminuir la magnitud del *shunt*^{7,24}.

El *bypass* axilofemoral bilateral es, en todo caso, una técnica paliativa. En nuestro caso se empleó por

edad avanzada (mujer de 63 años) y otras enfermedades concomitantes y en un varón de 24 años, con tres cateterismos y dos intervenciones previas seguidas de recoartación (la primera, resección y anastomosis término-terminal y la segunda, interposición de prótesis de Dacron), por la morbimortalidad asociada a una tercera intervención.

La angioplastia con balón es hoy día una alternativa efectiva y segura para el tratamiento de la coartación de aorta a cualquier edad^{11,25}. La recurrencia es mucho más frecuente en neonatos pudiendo llegar al 70%¹¹, pero en cualquier caso mejora la sintomatología y permite retrasar la cirugía. A edades más avanzadas se obtienen resultados similares a la cirugía con menor morbilidad²⁵ y aunque el riesgo de formación de aneurisma parece algo mayor, también existe para cualquier técnica quirúrgica¹¹. Puede constituir la forma ideal de tratamiento en pacientes con alto riesgo quirúrgico y especialmente en caso de recoartación, donde la cicatrización de la primera intervención parece prevenir el desarrollo de aneurisma^{11,26}.

La evolución postoperatoria del conjunto total de nuestros pacientes es similar a la de otras series publicadas, como se expone comparativamente en la tabla 7. En ella se aprecia la heterogeneidad en cuanto al número, edad de la población y período de seguimiento de las distintas series, lo que las hace difícilmente comparables en términos estrictos. De todas las series, la de mayor similitud con la que presentamos (en términos de edad de la población de estudio) es la de Cohen et al⁵, en la que, no obstante, se excluyeron los pacientes con anomalías asociadas, lo que explica su menor mortalidad operatoria. Por otro lado, la serie de Maron⁹ presenta un mayor número de anomalías asociadas (a expensas fundamentalmente de una gran frecuencia de aorta bicúspide), y una mortalidad operatoria muy ligeramente inferior a la de nuestra serie, probablemente debida a la no inclusión de pacientes menores de 2,5 años (subgrupo de mayor mortalidad perioperatoria^{6,7}).

En nuestra casuística, cinco pacientes fallecieron durante el seguimiento, todos ellos con hipertensión pre y postoperatoria e intervenidos después de los 25 años de edad, excepto el caso del paciente con sospecha de recoartación y muerte súbita (intervenido con un año de edad). La enfermedad arterial difusa (coronaria y cerebral) fue la causa de la mortalidad en 4 de los 5 casos mencionados.

CONCLUSIÓN

La coartación de aorta se caracteriza por presentar un espectro anatomoclínico amplio, en el que destaca un largo período asintomático o paucisintomático que requiere un alto nivel de sospecha para su diagnóstico. Dicho diagnóstico no suele ser difícil con una simple exploración física dirigida y pruebas complementarias

como la radiografía de tórax y el electrocardiograma. De ellos, el más valioso sigue siendo la exploración física, teniendo en cuenta que un hallazgo positivo, puede ser la presencia de pulsos femorales débiles en un paciente joven que, por otra parte, puede no ser hipertenso. Por otro lado, el valor relativo de las exploraciones complementarias no invasivas varía ampliamente según las edades, de acuerdo con la evolución de la enfermedad. Asimismo, es significativa la diferente evolución postoperatoria, con mayor riesgo quirúrgico en neonatos y menores de un año con formas productales y anomalías asociadas severas, en las que también es mayor el beneficio a largo plazo. Paradójicamente, el grupo con mejor relación riesgo-beneficio (1-12 años) es el que más fácilmente puede pasar desapercibido, lo que subraya la importancia de la revisión sistemática escolar. En los pacientes de mayor edad (superior a 12 años) con frecuencia se desarrollan hipertensión y los signos clásicos de la radiografía y electrocardiograma, hecho que parece señalar al subgrupo con mayor frecuencia de hipertensión postoperatoria y complicaciones cardiovasculares tardías, incluyendo la mortalidad por enfermedad coronaria y cerebrovascular.

Limitaciones y valor del estudio

En primer lugar, presenta las limitaciones propias de un análisis retrospectivo, si bien los datos clínicos y de las pruebas complementarias eran recogidos de forma prospectiva bajo un protocolo predefinido.

En segundo lugar, la severidad de la coartación no se estimó en todos los casos, según el criterio objetivo que supone la determinación del gradiente transcoartación. Dicha estimación fue el resultado de una valoración conjunta de datos angiográficos (basados en la dilatación postestenótica y longitud del estrechamiento, entre otras) y de la estimación cualitativa del cirujano. No obstante, debe tenerse en cuenta que 55 de nuestros pacientes fueron estudiados antes de 1984, fecha en la que comenzaba a haber experiencia en la dilatación percutánea con balón²⁶, así como en la determinación del gradiente transcoartación por vía retrógrada durante el cateterismo o a través de ultrasonidos con Doppler continuo²⁷. Por otro lado, y de acuerdo con Hanley²⁸, ello no limita la validez del estudio. Son bien conocidos los problemas que afectan a la adecuada valoración de la severidad de una coartación a través del gradiente translesional. Así, a edades más tempranas, la presencia de un ductus persistente puede acompañarse de velocidades de flujo aórtico prácticamente normales. Lo mismo ocurre a edades más avanzadas cuando existe importante desarrollo de colaterales²⁹⁻³¹. En el caso de los ultrasonidos, la valoración de una coartación larga puede ser incorrecta si se aplica la fórmula de Bernouilli, especialmente útil para las estenosis circunscritas³¹. Estas mismas limitaciones son aplicables a la estimación de lesiones residuales o

recurrentes, así como cualquier intento de comparación entre diferentes técnicas terapéuticas. Como resultado, la severidad de una coartación es a menudo definida por un criterio algo subjetivo que combina variables fisiológicas (gradientes de presión) y variables morfológicas (longitud y diámetro del estrechamiento aórtico). Este es el motivo de que después de 50 años de manejo quirúrgico y médico de la coartación, el diagnóstico y la actitud inicial ante ella no se hayan modificado y que la llegada de técnicas como la ecocardiografía no haya sido tan trascendente como en otras áreas de la cardiología. Sigue requiriéndose sólo una técnica complementaria (angiografía o más recientemente resonancia magnética nuclear [RMN]) para su localización precisa de cara a planear la corrección.

En tercer lugar, en el seguimiento hemos encontrado nueve enfermos con HTA difícil de controlar (llegando a precisar hasta dos y tres fármacos), subgrupo que abarca 2 de los 5 fallecimientos del seguimiento. En ellos no se puede descartar la existencia de cierto grado de recoartación y no se ha realizado valoración invasiva por dos motivos, en primer lugar, por negativa del enfermo, quien ante la «mejoría relativa» y la tolerancia a sus actividades cotidianas rechaza un nuevo ingreso. Por último, ha sido nuestra intención no alterar el criterio de su centro de referencia, cardiólogo o médico de cabecera.

No obstante, y a pesar de las limitaciones, hemos creído interesante comunicar nuestra experiencia, por cuanto no tenemos conocimiento en la bibliografía española de otro estudio previo con estas características de población y período de seguimiento.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la Srta. María Ángeles, secretaria del Servicio de Cirugía Cardiovascular, por su inestimable ayuda en el seguimiento de nuestros enfermos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Liberthson R. Congenital cardiac disease in infants, children and adults. En: Eagle KA, Haber E, DeSanctis RW, Austen WG, editores. The practice of cardiology (2.ª ed). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana S.A., 1989; 1.080-1.271.
2. Campbell J. Natural history of coarctation of the aorta. *Br Heart J* 1970; 32: 633-640.
3. Schuster SE, Gross RE. Surgery for coarctation of the aorta: A review of 500 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1962; 43: 54-70.
4. Rath L, Keith JD. Postoperative blood pressure in coarctation of the aorta. *Br Heart J* 1964; 26: 671-678.
5. Cohen M, Fuster V, Steele PM, Driscoll D, Mcgoon DC. Coarctation of the aorta. Long-term follow-up and prediction of outcome after surgical correction. *Circulation* 1989; 80: 840-845.
6. Tawes R, Aberdeen E, Waterston D, Bonhan R. Coarctation of aorta in infants and children. A review of 333 operative cases including 179 infants. *Circulation* 1969; 39: 173-184.

7. Demircin M, Arsan S, Pasaoglu M, Atasoy S, Sarigul A, Dogan R et al. Coarctation of the aorta in infants and neonates: results and assesment of prognostic variables. *J Cardiovasc Surg* 1995; 36: 459-464.
8. Leeuw P, Birkenhager W. Coarctation of the aorta. En: Swales JD, editor. *Textbook of hypertension*. Oxford: Blakwell, 1994; 969-979.
9. Maron BJ, O'Neal H, Rowe RD, Mellits DE. Prognosis of surgically corrected coarctation of the aorta. A 20-year postoperative appraisal. *Circulation* 1973; 49: 119-126.
10. Subirana MT, Borrás X, Roca J, Serra J, Torner-Soler M. Evolución de la Hipertensión Arterial en pacientes operados de coartación de aorta en edad adulta. *Rev Esp Cardiol* 1987; 40 (Supl 1): 21.
11. Rao PS. Should balloom angioplasty be used instead of surgery for native aortic coarctation? *Br Heart J* 1995; 74: 578-579.
12. Vosschulte K. Isthmusplastik zur Behandlung der Aortenisthmusstenosis. *Thoraxchirurgie* 1957; 4: 443-450.
13. Sade RM, Crawford F, Hon A, Riopel D, Taylor A. Growth of the aorta after prosthetic patch aortoplasty for coarctation in infants. *Ann Thorac Surg* 1984; 38: 21-25.
14. Ungerleider RM. Is there a role for prosthetic patch aortoplasty in the repair of coarctation? *Ann Thorac Surg* 1991; 52: 601-602.
15. Ala-Kulju K, Jarvinen A, Maamies T, Mattila A, Meriallio E. Late aneurysm after patch aortoplasty for coarctation of the aorta in adults. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1983; 31: 301-305.
16. Rheuban K, Gutgesell H, Carpenter M, Jedeikin R, Damman JF, Kron II et al. Aortic aneurysm after patch angioplasty for aortic isthmic coarctation in chilhood. *Am J Cardiol* 1986; 58: 178-180.
17. Crafoord C, Nylin G. Congenital coarctation of the aorta and its surgical treatment. *J Thorac Surg* 1945; 14: 347-361.
18. Hartmann A, Goldring D, Hernandez A, Behrer MR, Schad N, Ferguson T et al. Recurrent coarctation of the aorta after successful repair in infancy. *Am J Cardiol* 1970; 25: 405-410.
19. Kappetein A, Zwinderman A, Bogers A, Rohmer J, Huysmans H. More than thirty-five years of coarctation repair: an unexpected high relapse rate. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; 107: 87-95.
20. Waldhausen J, Nahrwold D. Repair of coarctation of the aorta with a subclavian flap. *Ann Thorac Surg* 1966; 51: 532-533.
21. Waldhausen J, Whitman V, Werner J, Pierce W. Surgical intervention in infants with coarctation of the aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1981; 81: 323-325.
22. Sanchez GR, Balsara RK, Dun J, Mehta A, O'Riodan A. Recurrent obstruction after subclavian flapp repair of coarctation of the aorta in infants. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986; 91: 738-746.
23. Cobanoglu A, Teply JF, Grunckenmeier G, Sunderlan C, Starr A. Coarctation of the aorta in patients younger than three months: a critique of the subclavian flap operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 89: 128-135.
24. Kamau P, Miles V, Toews W, Kelminson L, Friesen R, Lockhart C et al. Surgical repair of coarctation of the aorta in infants less than six months of age. Including the question of pulmonary artery banding. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1981; 81: 171-179.
25. Giovanni J, Lip G, Osman K, Mohan M, Islim Y, Gupta J et al. Percutaneous balloon dilatation of aortic coarctation in adults. *Am J Cardiol* 1996; 77: 435-439.
26. Lock JE, Bass JL, Amplatz K, Fuhrman BP, Castaneda-Zuniga W. Balloon dilatation angioplasty of aortic coarctation in infants and children. *Circulation* 1983; 69: 109-116.
27. Wyse RKH, Robinson PJ, Deanfield JE, Tunstall DS, Macartney FJ. Use of continuous wave doppler ultrasound velocimetry to assess the severity of coarctation of the aorta by measurement of aortic flow velocities. *Br Heart J* 1984; 52: 278-283.
28. Hanley FL. The various terapeutic approaches to aortic coarctation: It is fair to compare? *J Am Coll Cardiol* 1996; 27: 471-472.
29. Scott PJ, Wharton GA, Gibbs JL. Failure of doppler ultrasound to detect coarctation of the aorta. *Int J Cardiol* 1990; 3: 379-381.
30. Wilson N, Sutherland GR, Gibbs JL, Dickinson B, Keeton B. Limitations of doppler ultrasound in the diagnosis of neonatal coarctation of the aorta. *Int J Cardiol* 1989; 23: 87-89.
31. Teirstein PS, Yock PG, Popp RL. The accuracy of doppler ultrasound measurements of pressure gradients across irregular, dual and tunnellite obstructions to blood flow. *Circulation* 1985; 72: 577-584.