

# Cardiología pediátrica

## Ventajas y desventajas de las distintas técnicas quirúrgicas para la coartación de aorta

ALBERTO R. TORRES, CARLOS A. DIETL

Departamento de Cirugía Cardiovascular Pediátrica, Hospital Privado Sanatorio Güemes, Buenos Aires, y  
Departamento de Investigación y Docencia, Fundación Favalaro, Buenos Aires

Trabajo recibido para su publicación: 11/87. Aceptado: 3/88

Dirección para separatas: Sanatorio Güemes, Hospital Privado, Francisco Acuña de Figueroa 1240, (1180) Buenos Aires, Argentina

*Durante el período setiembre 1980-diciembre 1987 fueron operados de coartación de aorta (Co Ao) un total de 99 pacientes, siendo 26 de sexo femenino (26,3%) y 73 de sexo masculino (73,7%). Las edades estaban comprendidas entre 4 días y 46 años ( $\bar{X}$ : 10,3). Los pacientes fueron divididos en seis grupos, de acuerdo a la técnica quirúrgica empleada: I) Plástica con subclavia en 28 pacientes (10 neonatos, 6 lactantes y 12 niños), de los cuales fallecieron un paciente en el postoperatorio inmediato y cuatro pacientes tardíamente, todos con malformaciones complejas, y ninguno de ellos había sido cerclado. Ningún paciente con comunicación interventricular (CIV) fue cerclado ni falleció. II) Parche protésico en 38 pacientes de todas las edades (3 neonatos, 1 lactante, 12 niños, 13 adolescentes y 9 adultos): de ellos murieron dos pacientes con anomalías complejas y uno fue reintervenido por recoartación. III) Anastomosis terminoterminal en un paciente (niño). No presentó complicaciones. IV) Interposición con tubo de dacrón en un paciente (adolescente) en el cual no pudo realizarse la anastomosis directa. No presentó complicaciones pero el tiempo de clampeo fue prolongado. V) By-pass subclavioaórtico en 16 pacientes (un niño, 5 adolescentes y 10 adultos). De ellos, 3 pacientes no tenían colaterales, 4 presentaban recoartación y los 8 adultos restantes mostraban en su mayoría aortas frágiles y de difícil disección. No hubo mortalidad. VI) Coartectomía y anastomosis ampliada con subclavia en 15 pacientes (9 neonatos y 6 lactantes). En 11 pacientes la subclavia se usó como un flap, en dos de ellos fue reimplantada para ampliar la anastomosis y en otros dos la anastomosis se amplió con parche de goretex. Tres pacientes fallecieron, todos con cardiopatías complejas asociadas. Dos de ellos habían sido cerclados. Conclusiones: Ninguna técnica es aplicable a todos los pacientes. Existen*

*ventajas y desventajas con todas las técnicas empleadas. Esta debe ser seleccionada de acuerdo con la edad y la variedad anatómica. La mortalidad no está relacionada con la técnica quirúrgica empleada, sino con la cardiopatía compleja asociada, especialmente si no se realizó un cerclaje. En los casos de Co Ao y CIV no está indicado el cerclaje.*

La coartación de aorta representa el 5% de las cardiopatías congénitas.<sup>1</sup> La primera operación exitosa fue realizada por Crafoord y Nylin<sup>2</sup> en Suecia en 1944 y el mismo año por Gross y Hufnagel<sup>3</sup> en Estados Unidos. En ambos casos se efectuó resección de la coartación, con anastomosis terminoterminal de los extremos proximal y distal.

Calodney,<sup>4</sup> en 1950, y Kirklin,<sup>5</sup> en 1952, realizaron las primeras intervenciones en lactantes usando la misma técnica. Desde entonces hubo varias modificaciones técnicas, porque muchos lactantes presentaban recoartación con la anastomosis terminoterminal.

En 1957, Vosschulte<sup>6</sup> empleó la aortoplastia con parche sintético.

Basados en los trabajos de Blalock y Park<sup>7</sup> (1944), Shumacker<sup>8</sup> (1951) y Gerbode<sup>9</sup> (1955), Waldhausen y Nahrwold<sup>10</sup> emplearon en 1966 la aortoplastia con arteria subclavia izquierda, para el tratamiento quirúrgico de la coartación en neonatos y lactantes.

Otras técnicas alternativas, como la resección e interposición de tubo protésico y el by-pass aorto-aórtico y subclavioaórtico<sup>11-13</sup> han sido de utilidad en pacientes mayores, especialmente con recoartación o escasa circulación colateral.

En la literatura mundial se han descrito muchas variantes más. Una modificación técnica introducida por nosotros (coartectomía y anastomosis ampliada con subclavia)<sup>14-17</sup> se empleó en uno de

**Tabla 1**  
Coartación de aorta: técnicas quirúrgicas

Técnica quirúrgica	Nº pacientes	Mortalidad
I. Subclavia	28	1 (H)* + 4 (T)*
II. Parche protésico	38	1 (H)* + 1 (T)*
III. Terminoterminal	1	—
IV. Interposición de tubo	1	—
V. By-pass subclavioaórtico	16	—
VI. Coartectomía y anastomosis ampliada	15	3 (H)*
Total	99	5 (H)* + 5 (T)*

\* Todos estos pacientes con cardiopatías complejas asociadas.  
(H); Hospitalaria. (T); Tardía.

los grupos de pacientes presentados. El objetivo de este trabajo es analizar las ventajas y desventajas de las distintas técnicas quirúrgicas para la resolución de la coartación de aorta, considerando las siguientes variables: edad del paciente, variedad anatómica de coartación, anomalías cardíacas congénitas asociadas, presencia o no de colaterales, o casos de recoartación.

#### MATERIAL Y METODO

Noventa y nueve pacientes fueron operados de coartación de aorta (Co Ao) durante el período setiembre 1980-diciembre 1987. Ellos han sido divididos en seis grupos, de acuerdo a la técnica quirúrgica empleada (ver Tabla 1).

Todos los pacientes fueron subdivididos según edad, y según la presencia de coartación aislada (acompañada o no de ductus y/o válvula aórtica bicúspide), coartación con comunicación interventricular (CIV), y coartación con otras anoma-

lías complejas asociadas (ver Tabla 2). Las distintas malformaciones asociadas se detallan en las Tablas 3 y 4).

#### Técnicas quirúrgicas

I. *Subclavia*: La vía de abordaje es la toracotomía posterolateral izquierda por el cuarto espacio intercostal. Se disecan y exponen ampliamente el arco aórtico, la arteria subclavia izquierda, el istmo aórtico y la aorta descendente. El ductus arterioso es ligado o dividido. Se liga la arteria subclavia izquierda lo más distalmente posible. También se debe ligar la arteria vertebral en su origen, para evitar el "robo de la subclavia". Se clampea la aorta, proximal y distal a la zona coartada. Se realiza una arteriotomía que se inicia en el extremo distal de la arteria subclavia izquierda y se continúa, a través del área de coartación, hasta sobrepasar ampliamente ésta, distalmente, en la aorta torácica descendente. Una vez resecado el diafragma intraaórtico, el extremo distal de la subclavia se fija al extremo inferior de la aortotomía. La anastomosis, que no es circunferencial, se realiza con sutura continua monofilamento de polipropileno 7-0 (ver Fig. 1-A). La técnica de subclavia la hemos usado en 28 pacientes: 10 neonatos, 6 lactantes y 12 niños. Actualmente preferimos el parche protésico en los mayores de 2 años para no sacrificar una arteria importante, que podría ocasionar cambios en el trofismo muscular del miembro superior izquierdo. Por otra parte, de esta arteria nace la arteria vertebral, una de las cuatro arterias que irrigan el cerebro. El grupo corregido con la técnica de subclavia presentó cardiopatías asociadas en 57,1% (16/28) de los pacientes, de los cuales 12 (42,8%) tenían coartación con anomalías complejas asociadas. El tiempo de clampeo promedio con esta técnica fue de 20 minutos.

**Tabla 2**  
Grupos de Co Ao según lesiones cardíacas asociadas y según técnica quirúrgica de reparación

Técnica quirúrgica	Nº pacientes	Co Ao "aislada"	Co Ao + CIV	Co Ao + CC asociada	Cardiopatías asociadas
Subclavia	28	12 (4 Bi)	4	12	57,1 %
Parche protésico	38	34 (6 Bi)	1	3	10,5 %
Terminoterminal	1	1	—	—	—
Interposición de tubo	1	1 (1 Bi)	—	—	—
By-pass subclavioaórtico	16	16 (2 Bi)	—	—	—
Anastomosis ampliada	15	7	3	5	53,3 %
Total	99	71	8	20	28,2 %

Abreviaturas: Co Ao: coartación de aorta; CC: cardiopatía compleja; Bi: válvula aórtica bicúspide; CIV: comunicación interventricular.

**Tabla 3**  
Lesiones cardíacas asociadas con coartación de aorta

Lesión asociada	Nº pacientes
<b>SIMPLES</b>	
Ductus	24
Comunicación interventricular	16
Comunicación interauricular	6
Anomalía parcial de retorno venoso pulmonar	1
<b>COMPLEJAS</b>	
Estenosis aórtica crítica	2
Estenosis mitral	4
"Parachute" mitral	3
Hipoplasia mitral	2
Insuficiencia mitral	2
Doble salida de ventrículo derecho	2
Atresia aórtica	1
Canal atrioventricular completo	1
Ventrículo unico	1
Transposición de grandes arterias	1

En 15 pacientes (53,5%) se realizó simultáneamente ligadura o sección y sutura del ductus. Ningún paciente fue cerclado. Dos niños fueron reoperados por hemorragia postquirúrgica. Un lactante con CIV e hipoplasia mitral asociada falleció en el postoperatorio inmediato de su corrección total simultánea. Cuatro pacientes murieron tardíamente: un neonato con ventrículo único asociado, a causa de neumonía y tres lactantes, uno de ellos con canal atrioventricular completo como consecuencia de una neumonía, y los restantes con estenosis aórtica crítica, fallecieron postcomisurotomía.

Sin embargo esta técnica no es aplicable en los siguientes casos: a) si el origen de la subclavia se halla distal al sitio de la coartación; b) si fuera una arteria subclavia pequeña, generando un "flap" corto o muy angosto, c) si la coartación estuviera asociada a hipoplasia del istmo aórtico. Es por eso que hemos comenzado a usar una técnica modificada por nosotros para el tratamiento en neonatos y lactantes (ver técnica VI).

En la Tabla 5 se señalan las ventajas y desventajas de la técnica con subclavia.

II. *Parche protésico*: La técnica consiste en diseccionar la coartación y sus estructuras adyacentes; luego ligar el ductus y colocar clamps en la aorta distal y proximal. Se hace una incisión longitudinal, proximal y distal a la zona coartada. Se sutura un amplio parche protésico oval o elíptico de dacrón o politetrafluoretileno expandido para ensanchar el segmento coartado.

La incisión aórtica debe extenderse suficiente-

**Tabla 4**  
Lesiones extracardíacas asociadas

Lesión asociada *	Nº pacientes
Hipoplasia del arco transversal	6
Hipoplasia del istmo aórtico	5
Subclavia derecha retroesofágica	2
Interrupción del arco aórtico	1
Estenosis de ramas pulmonares	1
Aneurisma de aorta postcoartación	1
Aneurisma del istmo aórtico	1
Dissección de aorta descendente	1

\* Además, 13 pacientes tenían válvula aórtica bicúspide.

mente proximal y distalmente para asegurar que la estenosis esté completamente resuelta. La porción de parche más ancha debe coincidir con el nivel de la coartación. Si hay significativa hipoplasia ístmica o si el paciente es un lactante, la arteria subclavia se clampea más distalmente, y la incisión se extiende hacia la arteria subclavia (ver Fig. 1-C). La plástica con parche protésico se llevó a cabo en 38 pacientes: 3 neonatos, un lactante, 12 niños, 13 adolescentes y 9 adultos.

La utilizamos preferentemente en niños, adolescentes y adultos. De ellos, 89,4% (34/38) tenía coartación aislada, y el 10,6% de los pacientes (4/38) tenía cardiopatías asociadas: 2,6% (1/38) coartación con CIV y 7,9% (3/38) coartación con anomalías complejas asociadas. El tiempo de clampeo aórtico promedio fue de 33 minutos.

En este grupo fallecieron dos neonatos. Uno murió precozmente y presentaba también una atresia aórtica. El otro falleció tardíamente como consecuencia de una neumonía y tenía una anomalía de Taussig-Bing. Este último había sido cerclado simultáneamente (ver Tabla 6). Además, tres

**Tabla 5**  
Ventajas y desventajas de la aortoplastia con subclavia

Ventajas	Desventajas
Aplicable a lactantes pequeños.	No aplicable a todas las edades.
Técnica fácil.	Sacrifica las arterias subclavia y vertebral.
Tiempo de clampeo corto.	Persiste tejido patológico.
Potencial de crecimiento.	Posible recoartación en lactantes pequeños.
Sutura no circunferencial.	A veces no ensancha suficientemente el área coartada.
Ausencia de tensión en la línea de sutura.	Puede quedar aplanada la aorta por traccionamiento.
Evita material protésico.	



**Tabla 6**  
Ventajas y desventajas de la aortoplastia con parche

Ventajas	Desventajas
Aplicable a todas las edades.	<b>Riesgo de las prótesis.</b>
Preserva la arteria subclavia y sus ramas.	Sin potencial de crecimiento.
Ausencia de tensión en la línea línea de sutura.	Queda tejido patológico residual.
Técnica fácil.	Formación de neoíntima.
Permite el agrandamiento simultáneo de un istmo hipoplásico.	<b>Posible recoartación en lactantes.</b>
	Formación tardía de aneurisma, opuesta al parche.
	Mayor costo.

**Tabla 7**  
Ventajas y desventajas de la anastomosis terminoterminal

Ventajas	Desventajas
Aplicable a todas las edades.	Posible sacrificio de intercostales.
No se usa material protésico.	Sutura circunferencial.
Preserva la arteria subclavia y sus ramas.	<b>No tiene potencial de crecimiento.</b>
Se reseca todo el tejido patológico ductal y de coartación.	<b>Alta incidencia de reestenosis</b> (neonatos y lactantes).
Técnica fácil.	Anastomosis a tensión (adolescentes y adultos).
Tiempo de clampeo corto.	

adultos fueron reoperados por hemorragia postoperatoria y un niño por recoartación dos años después de la cirugía realizada durante el período neonatal.

En un adolescente, sin circulación colateral y con presión distal inferior a 25 mmHg durante el clampeo, se debió realizar la técnica del parche con apoyo de circulación extracorpórea parcial por canulación femoral.

III. *Anastomosis terminoterminal*: Por la misma vía de abordaje se disecciona la aorta, se aíslan cuidadosamente las colaterales existentes, pasando ligaduras temporarias, que puedan ser retiradas posteriormente. Si el conducto arterioso está permeable, se liga o secciona antes de la oclusión aórtica. Se colocan clamps vasculares proximal y distal a la zona estenosada. Tras la resección completa de ésta, se anastomosan directamente ambos cabos aórticos. Se emplea sutura continua en la mitad posterior y puntos separados en la mitad anterior para permitir su potencial crecimiento (ver Fig. 1-B). Solamente en un niño de 10 años se realizó anastomosis terminoterminal, sin complicaciones ni mortalidad. No hemos usado esta técnica en neonatos, lactantes y niños pequeños por la alta incidencia de recoartación, ya que la anastomosis circunferencial tiene poco potencial

de crecimiento (ver Tabla 7).

IV. *Interposición de tubo protésico*: Esta técnica se realiza del mismo modo que la técnica III incluyendo la resección de la coartación. Si los extremos de la aorta transeccionada no pueden ser aproximados primariamente, se interpone un tubo protésico entre ambos extremos aórticos. Es una indicación absoluta en presencia de aneurisma asociado a coartación (ver Fig. 2-A). En un adolescente se interpuso un tubo protésico debido a que, al intentar hacer la anastomosis terminoterminal, ambos cabos no podían ser aproximados sin tensión. El clampeo aórtico fue prolongado y presentó dificultad para controlar el sangrado, que resultó ser importante. Por lo tanto encontramos muchas desventajas con esta técnica. Su aplicación en este paciente fue estrictamente por una variable anatómica que obligó a resolver tal situación de una manera distinta a la prevista (ver Tabla 8).

V. *By-pass subclavioaórtico*: Con esta técnica se disecciona la arteria subclavia y la aorta descendente exclusivamente en la zona donde se realizan las anastomosis. Se coloca un clamp parcial en la arteria subclavia y otro en la aorta descendente y se interpone entre ambas un tubo protésico de adecuado tamaño para restablecer la circulación por debajo de la zona coartada (ver Fig. 2-B). Se efectuó en 16 pacientes: un niño, 5 adolescentes y 10

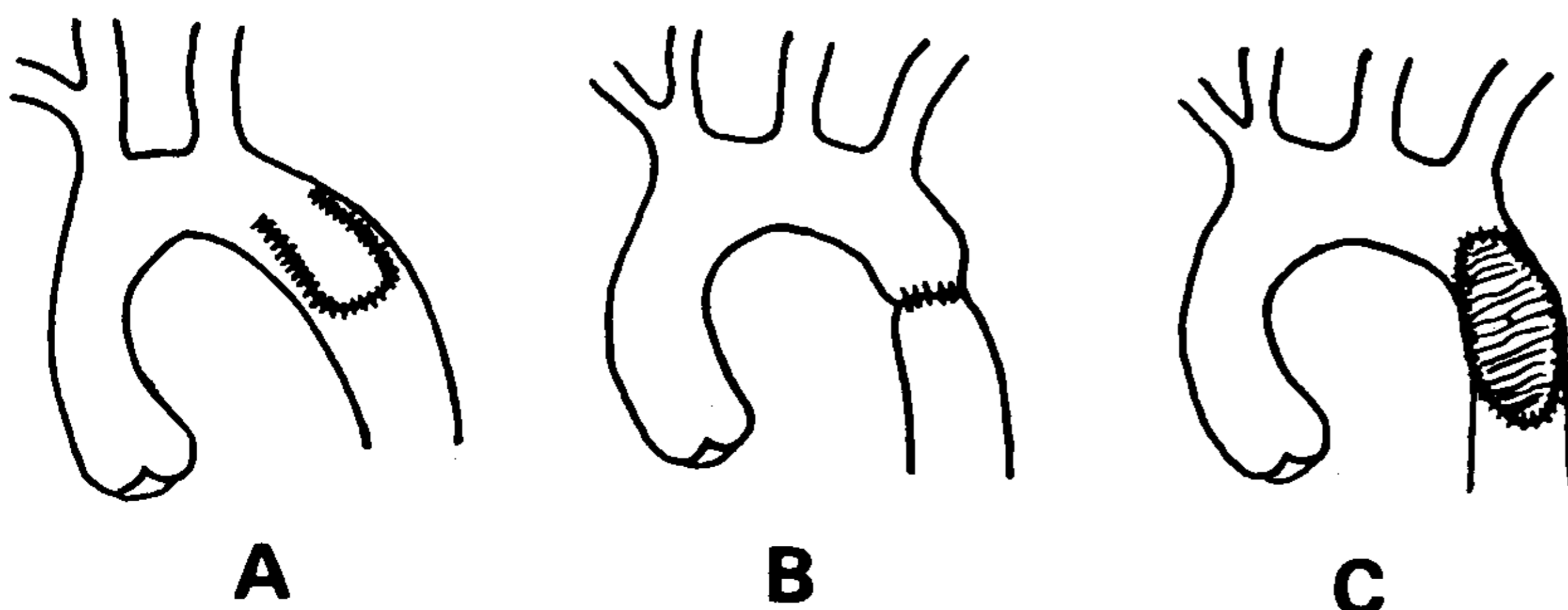


Fig. 1. A: Aortoplastia con subclavia. B: Anastomosis terminoterminal. C: Aortoplastia con parche.

**Tabla 8**  
Ventajas y desventajas de la técnica de interposición de tubo protésico

Ventajas	Desventajas
Permite la resección completa de tejido patológico.	No aplicable en lactantes y niños pequeños.
Anastomosis sin tensión.	Clampeo aórtico más prolongado.
Corrección simultánea de hipoplasia ístmica.	<b>Riesgo de las prótesis.</b>
	Sutura circunferencial.
	Sin potencial de crecimiento.
	Formación de neoíntima.
	Riesgo de trombosis.
	<b>Posible recoartación.</b>
	Mayor costo.
	Dos anastomosis.

adultos. Todos ellos presentaban coartaciones aisladas. La principal ventaja de esta técnica es que el clampeo aórtico es parcial. Se empleó esta técnica para evitar el clampeo aórtico total en 7 pacientes, quienes tenían escasa circulación colateral y cuya tensión media distal al clampeo era inferior a 40 mmHg. Asimismo, en 4 pacientes tuvo indicación mandatoria, ya que presentaban recoartación, con aortas frágiles y de difícil disección. Se empleó también en forma electiva en otros 5 pacientes adultos. Dentro de las complicaciones hubo un paciente con convulsiones por hiponatremia y otro reoperado por hemorragia (ver Tabla 9).

**VI. Coartectomía y anastomosis ampliada con subclavia:** Se realiza una toracotomía posterolateral izquierda a través del cuarto espacio intercostal. Es esencial una amplia movilización de la aorta: desde el origen de la carótida izquierda hasta un centímetro y medio distal a la coartación, así como toda la longitud de la arteria subclavia. La

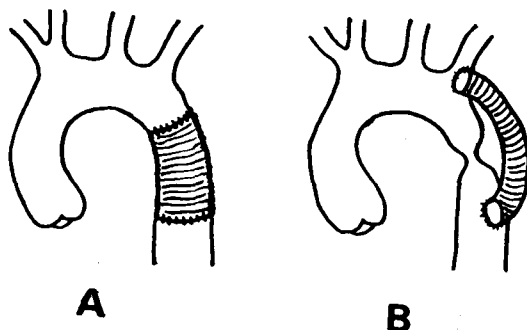


Fig. 2. A: Interposición de tubo protésico. B: By-pass subclavioaórtico.

**Tabla 9**  
Ventajas y desventajas de la técnica de by-pass subclavioaórtico

Ventajas	Desventajas
Mínima disección.	No aplicable en lactantes y niños pequeños.
Evita la necesidad de clampeo aórtico total.	<b>Sin potencial de crecimiento.</b>
Aplicable si hay escasas colaterales.	<b>Riesgo de las prótesis.</b>
Aplicable en recoartaciones.	Riesgo de neoíntima y trombosis.
No se sacrifica ninguna arteria.	Mayor costo.

primera técnica consiste en la ligadura distal de la arteria subclavia y su rama vertebral. El ductus arterioso se sutura bien cercano a la arteria pulmonar. Luego se clampea la aorta en la zona proximal al origen de la arteria subclavia izquierda y distal a la coartación. Se reseca completamente el segmento de coartación y el ductus (ver Fig. 3-A). Los extremos de la aorta dividida son suturados entre sí con sutura monofilamento 7-0 continua, excepto en una pequeña área anterior. Luego, se hace una incisión longitudinal en la superficie anterior de la aorta distal a la anastomosis y a lo largo de toda la arteria subclavia izquierda, la cual es dividida distalmente (ver Fig. 3-B). El colgajo de subclavia abierta es suturado a la incisión longitudinal proximal y distal a la anastomosis transversa. Por lo tanto, la anastomosis terminoterminal es agrandada considerablemente con el "flap" de subclavia (ver Fig. 3-C). Esta técnica se utilizó en

**Tabla 10**  
Ventajas y desventajas de la técnica de coartectomía y anastomosis ampliada con subclavia

Ventajas	Desventajas
Aplicable en lactantes pequeños.	Sacrifica las arterias subclavia y vertebral.
Potencial de crecimiento.	No aplicable a todas las edades.
Evita material protésico*.	Requiere un tiempo de clampeo ligeramente mayor que se reduce significativamente si se usa "shunt" intraluminal.
Se reseca todo el tejido patológico.	
Anastomosis no circunferencial.	
Corrección simultánea de hipoplasia ístmica.	
Menor probabilidad de recoartación en lactantes, ya que se eliminan todas las causas de reestenosis.	

\* Excepto cuando la subclavia es demasiado pequeña, y se utiliza parche.

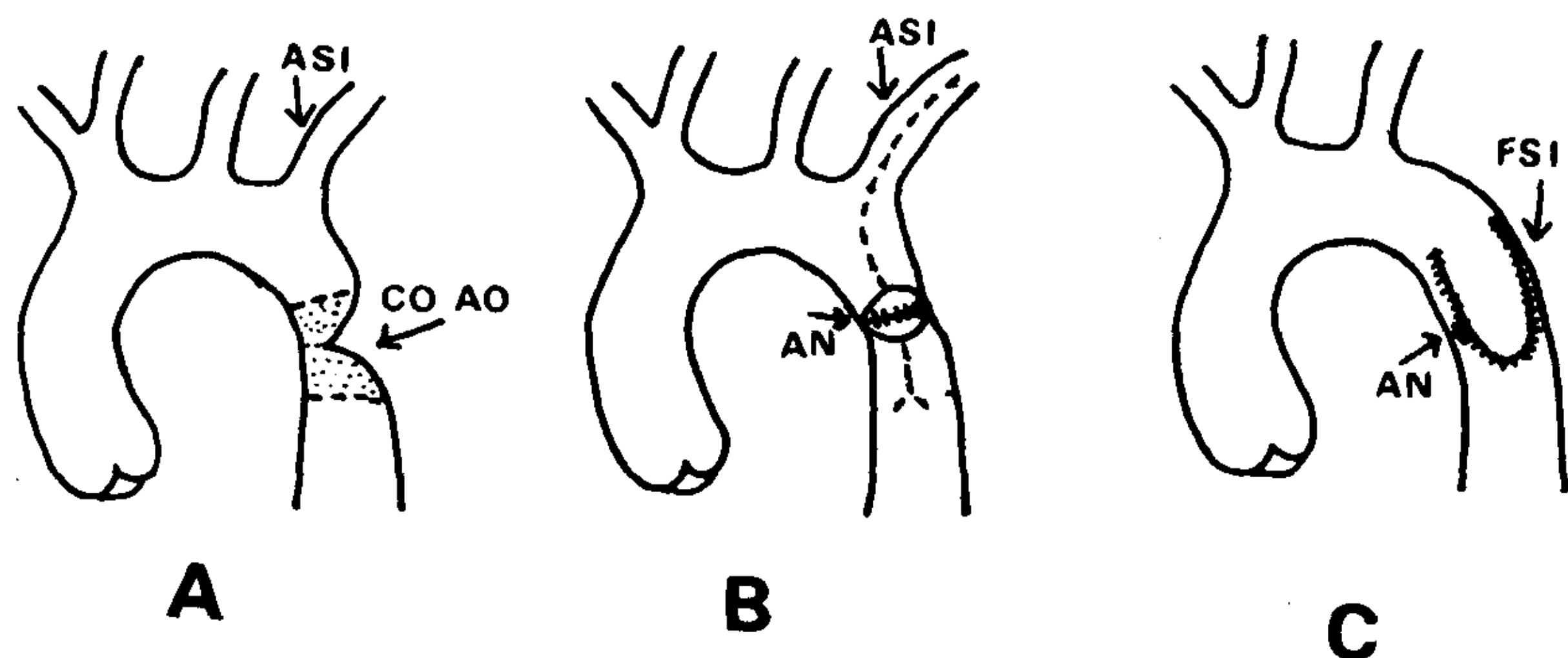


Fig. 3. Coartectomía y anastomosis terminoterminal ampliada con flap de arteria subclavia. ASI: arteria subclavia izquierda. COAO: coartación de aorta. AN: anastomosis. FSI, flap de subclavia izquierda.

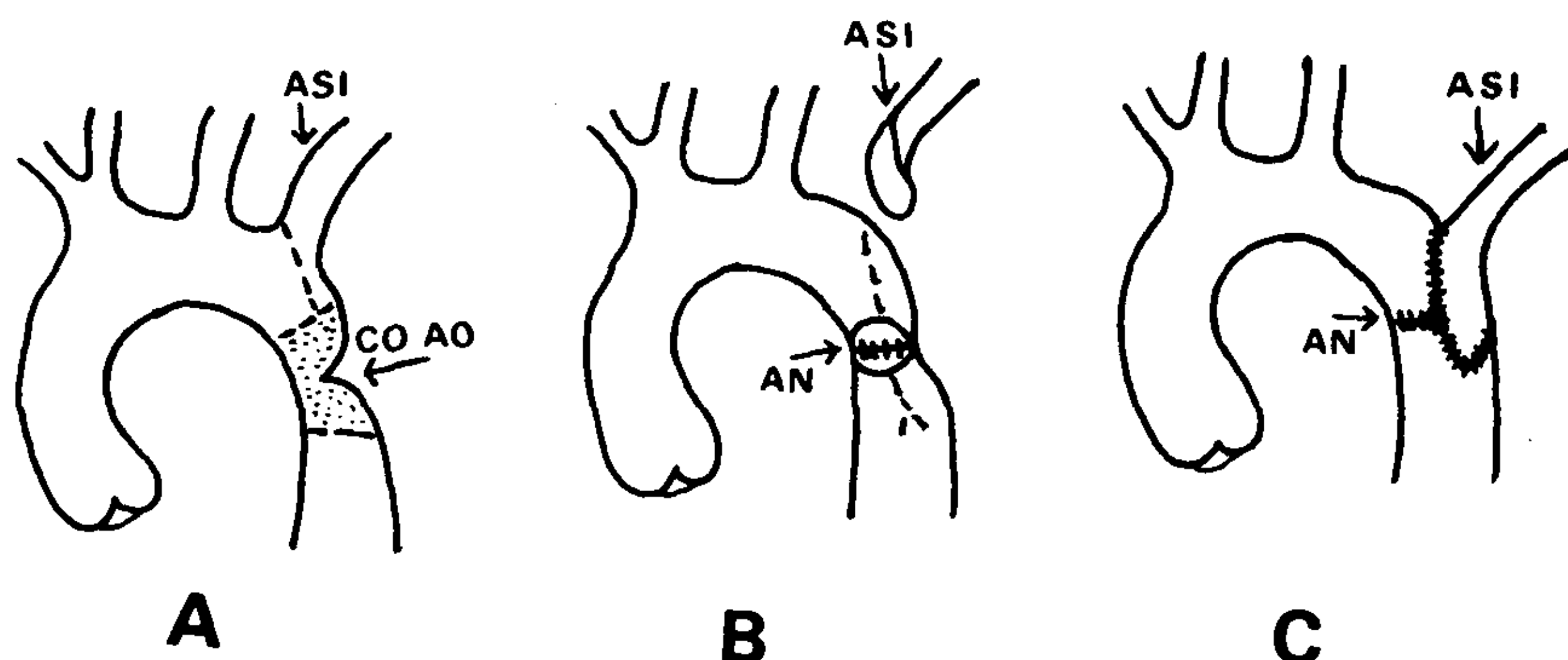


Fig. 4. Coartectomía y anastomosis terminoterminal ampliada con reimplante de arteria subclavia. ASI, arteria subclavia izquierda. COAO: coartación de aorta. AN: anastomosis.

15 pacientes: 9 neonatos y 6 lactantes. El objetivo es minimizar el riesgo de recoartación que existe con técnicas convencionales en este grupo de pacientes cuando se utiliza la anastomosis terminoterminal o con aortoplastia con subclavia.

Consideramos que es la técnica que más ventajas ofrece para este grupo etario, ya que no utiliza material protésico, tiene potencial de crecimiento y elimina todas las posibles causas de reestenosis (ver Tabla 10).

En un paciente, luego de la coartectomía se reimplantó la subclavia para ampliar la anastomosis.<sup>14</sup> La segunda modificación técnica que describimos consiste en reseca completamente el segmento de coartación y todo el tejido ductal (ver Fig. 4-A). Se realiza una anastomosis terminoterminal con sutura monofilamento 7-0 continua, excepto en una pequeña área posterolateral (ver Fig. 4-B). La arteria subclavia no se liga. Se divide en su origen, y luego es reimplantada más distalmente en la aorta, a nivel de la anastomosis, para ampliarla (ver Fig. 4-C).

En otro paciente se realizó la tercera modificación técnica: coartectomía y anastomosis ampliada con parche de goretex, ya que la arteria subclavia no podía ser utilizada pues medía menos de 2 mm.

Del total del grupo, el 46,6% (7/15) presentaba coartaciones aisladas, el 20% (3/15) coartación y

CIV y el 33,3% restante (5/15) cardiopatías complejas asociadas. De ellos, dos pacientes fueron cerclados.

Un lactante presentó síndrome postcoartectomía cuya resolución fue espontánea.

Tres pacientes murieron como consecuencia de una anomalía compleja asociada: uno con doble salida de ventrículo derecho e hipoplasia mitral, otro con estenosis aórtica crítica e hipoplasia mitral y otro con transposición de grandes arterias con acidosis metabólica severa (ver Tabla 11).

Tabla 11  
Mortalidad hospitalaria y tardía

Técnica quirúrgica	Nº pacientes	Mortalidad hospitalaria*	Mortalidad tardía*
Subclavia	28	1 (3,3%)	4 (13,3%)
Parche	38	1 (2,6%)	1 (2,6%)
Anastom. terminoterminal	1	—	—
Interposición de tubo	1	—	—
By-pass subclavioaórtico	16	—	—
Anastomosis ampliada	15	3 (20%)	—
Total	99	5 (5,0%)*	5 (5,0%)*

\* Todos estos pacientes tenían cardiopatías complejas asociadas.



### Mortalidad

La Tabla 11 resume la incidencia de muertes hospitalarias y tardías con las seis diferentes técnicas empleadas. Todos estos pacientes tenían una cardiopatía compleja asociada.

### Observación

Tal como lo hemos mencionado en la introducción, el objetivo del trabajo es analizar aspectos técnicos concretos de la reparación de la coartación de aorta.

No es motivo del mismo presentar un análisis estadístico profundo (será objeto de otro trabajo), dado el escaso número de pacientes incorporados a determinados grupos, así como las diferentes edades medias que alteran la homogeneidad de la muestra.

### DISCUSION

Nuestro estudio será de real valor solamente si la información obtenida es aplicable en la práctica diaria de los pacientes con coartación de aorta. Para ello hemos superpuesto los distintos grupos etarios, con las diferentes técnicas quirúrgicas. Habiendo analizado ya por separado las ventajas y desventajas de cada una, debemos hacer hincapié en los motivos que aclaran y justifican el empleo de una u otra.

Los neonatos y lactantes con coartación de aorta, particularmente aquellos con defectos intracardíacos asociados, presentan precozmente insuficiencia cardíaca congestiva. Los adelantos en el manejo de recién nacidos críticos han incrementado mucho el número de pacientes con coartación diagnosticada en el período neonatal. La detección y diagnóstico precoz de pacientes con insuficiencia cardíaca por ecocardiografía y hemodinamia, y el empleo de infusiones de prostaglandinas para mantener el ductus permeable, han permitido revertir los estados de acidosis y estabilizar a este grupo de pacientes durante el cateterismo y su preparación para cirugía.

Desde que Calodney y Carson<sup>18</sup> publicaron la reparación de coartación de aorta en la infancia en 1950, se han realizado continuos progresos en el manejo quirúrgico de estos niños. Elzenga y Gittenberger<sup>19</sup> encontraron que el tejido de coartación y la zona alrededor de la pared aórtica consisten parcial o totalmente de tejido ductal que puede causar reestenosis si no es removido completamente. Este tejido invade el lumen aórtico, no solamente en el sitio de inserción del ductus, sino también alrededor de toda la unión con el istmo. Cuanto más grande es el ductus, más pared aórtica es cubierta por este tejido. El tejido ductal es

muscular en la vida temprana, pero con el tiempo llega a ser fibroso y tiende a retraerse. Además, sobreviene proliferación de la íntima que lo recubre.<sup>20</sup> La retracción del tejido ductal, la fibrosis y la proliferación de la íntima juntas contribuyen a producir estenosis en el segmento coartado.

Estos hallazgos histológicos indican claramente que se debe extirpar todo el tejido constrictivo, llegando hasta la zona normal de pared aórtica, para que ambos extremos puedan crecer.

El mayor problema con la resección y anastomosis terminoterminal en lactantes pequeños es la recurrencia. Los últimos trabajos indican una frecuencia elevada (entre el 8% y el 54%) de recoartación.<sup>21-29</sup> Cobanoglu y colaboradores<sup>30</sup> proponen la anastomosis terminoterminal como procedimiento de elección en niños menores de 3 meses de edad, cuando sea aplicable, en tanto que Harlan y colaboradores la proponen en pacientes menores de un año de edad.<sup>31</sup>

Se ha tratado de introducir modificaciones para paliar los efectos que se producen con la sutura circunferencial que se realiza con esta técnica. El uso de suturas interrumpidas alrededor de toda la anastomosis permite el crecimiento y reduce la frecuencia de la recoartación.<sup>32</sup> Una sutura reabsorbible, la polidioxanona, parece permitir el crecimiento en el sitio de la anastomosis.<sup>33, 34</sup> Meier y colaboradores<sup>35</sup> han comunicado el uso de este material de sutura en cada uno de sus casos, pero sus beneficios deben ser todavía verificados.

Recomendamos no usar la anastomosis terminoterminal en adolescentes y adultos por la fragilidad del tejido aórtico y para evitar el sacrificio de arterias intercostales. Debido a que se trata de aortas menos móviles producirían anastomosis a tensión (ver Tabla 7).

La aortoplastia con parche empleando materiales protésicos (especialmente dacrón) ha sido extensamente utilizada desde 1950 en adultos y desde 1972<sup>36</sup> en niños. Esta técnica evita las dificultades asociadas con la sutura circunferencial y es algo más sencilla. Es aplicable a todas las edades y preserva todas las ramas arteriales del cayado aórtico. Es el procedimiento de elección cuando el istmo es hipoplásico. En estos casos la aortoplastia con parche puede ser extendida incluyendo el origen de la arteria subclavia izquierda si fuera necesario. Reul y colaboradores,<sup>37</sup> Sade y colaboradores,<sup>38</sup> y Hesslein y colaboradores,<sup>39</sup> comparando la anastomosis terminoterminal con la angioplastia con parche, encontraron una frecuencia de recurrencia significativamente menor con esta última técnica.<sup>40</sup> El politetrafluoretileno expandido ha llegado a ser un material popular como



parche, y los resultados hasta el momento han sido muy alentadores.<sup>41</sup> La ampliación de la aorta es dependiente del ulterior crecimiento de la aorta anormal opuesta al parche.

La aortoplastia con parche<sup>42</sup> genera menores gradientes de presión después del ejercicio, que los producidos luego de la resección y anastomosis terminoterminal.<sup>43, 44</sup>

Bergdahl y Ljungqvist<sup>45</sup> describieron en 1980 la formación tardía de aneurisma en la pared aórtica opuesta al parche protésico, sugiriendo la posibilidad de una significativa incidencia de esta peligrosa complicación. Una de las probables razones argumentadas para el desarrollo del aneurisma es que parte de la circunferencia aórtica es reemplazada por un material con características elásticas diferentes al propio de la aorta. La tensión en el parche es transmitida a la aorta opuesta al parche con la onda pulsátil, y así induce la formación de un aneurisma.<sup>46</sup> Se ha establecido también, como causa de aneurisma, la resección del anillo o diafragma fibroso de la íntima aórtica, que con el tiempo debilitaría la pared. El examen microscópico de paredes aneurismáticas reveló degeneración de la media en más de la mitad de los pacientes.<sup>47</sup> Esa zona despulida de la íntima aórtica actuaría como sitio de trombosis, granulación o cicatrización, y a la vez podría ser un punto de baja resistencia y debilidad.

Además de su mayor costo, esta técnica conlleva el riesgo de las prótesis en general (infección, degeneración, ausencia de potencial de crecimiento, formación de neoíntima).<sup>48, 49</sup> Recomendamos el empleo de parche protésico en niños de segunda infancia, adolescentes y adultos, en lugar de otras técnicas que presentan mayores desventajas (ver Tabla 6).

La técnica con subclavia fue introducida por Waldhausen y Nahrwold<sup>10</sup> en 1966 en un intento de evitar algunos de los problemas asociados con otros métodos de reparación. Su eficacia depende del aumento en el diámetro aórtico proximal y distal a la coartación. Esta técnica evita la realización de una extensa disección y movilización de la aorta, no sacrifica intercostales, es sencilla de realizar y permite visualizar y controlar cualquier sangrado. Otra ventaja es que se evita el uso de material protésico. Es tejido arterial autólogo en un pedículo vascularizado que puede crecer.<sup>50</sup> En teoría, permite un crecimiento circunferencial completo en el sitio aórtico de reparación y se han demostrado gradientes de presión postoperatorios bajos.<sup>51, 52</sup>

A pesar de ser ésta una técnica atractiva porque permite el crecimiento,<sup>50</sup> y por ser la más frecuen-

temente empleada, numerosas publicaciones indican que existen varios casos de recoartación, especialmente cuando la cirugía tuvo lugar durante los primeros tres meses de vida [Thibault<sup>53</sup> (25%), Midgley<sup>54</sup> (20%), Kamau<sup>55</sup> (22%), Hammon<sup>56</sup> (12%), Metzdorff<sup>57</sup> (20%)]. Metzdorff y colaboradores<sup>57</sup> sugieren que la diferencia en los resultados entre los grupos más jóvenes y los mayores puede ser debida a la continua involución del tejido residual de coartación, inadvertido e inevitablemente dejado en su lugar cuando se realiza la técnica de subclavia en niños menores (en especial recién nacidos y lactantes). Esta teoría se basa en que la mayoría de las recurrencias se producen dentro del primer año de vida. Según los hallazgos quirúrgicos, la coartación recurrente parece estar compuesta por un "nuevo" crecimiento de tejido intraluminal, más que por otra causa, tal como la estenosis en la línea de sutura. El hecho de que la mayoría de las recurrencias ocurran en niños muy pequeños, también sugiere que la involución potencial de ese tejido de coartación residual pueda estar determinada por la edad.

La causa de la recoartación tiene varias explicaciones. Puede ser atribuida a: tensión en el sitio de la anastomosis, un colgajo corto, pobre crecimiento de la aorta en el sitio de la reparación, resección inadecuada del diafragma intraaórtico, proliferación de tejido residual anormal y constricción de tejido ductal residual. Sánchez y colaboradores,<sup>58</sup> luego de un análisis morfométrico del arco aórtico distal en pacientes de tres semanas de edad o menores, sugieren que la recoartación, después de la aortoplastia con subclavia, no depende de la longitud del istmo aórtico o de la distancia entre el origen de la arteria subclavia izquierda y el sitio de coartación. Ellos suponen que la recoartación es el resultado de tensión presente muy tempranamente en la anastomosis distal. Como consecuencia la aorta podría quedar aplanada por traccionamiento. Se ha recomendado el uso de suturas interrumpidas o suturas continuas reabsorbibles para prevenir la recoartación.<sup>52</sup>

La ligadura de la arteria subclavia se ha venido realizando desde que se comenzó con la operación de Blalock-Taussig<sup>59</sup> en 1944. Hay tres publicaciones sobre isquemia severa en el miembro superior operado después de la mencionada cirugía<sup>60</sup> y dos reportes de gangrena del miembro superior.<sup>61, 62</sup> El uso de la arteria subclavia hace que el miembro superior dependa de la circulación colateral para su irrigación sanguínea. La experiencia acumulada durante más de cuarenta años demuestra que la transección de esta arteria es segura y tiene pocos efectos perjudiciales en niños



pequeños. Todd y colaboradores<sup>63</sup> comprobaron la existencia de mínimas diferencias de crecimiento, que fueron evidentes solamente con cuidadosas mediciones de las extremidades superiores. No hubo complicaciones en los brazos en estas series. No se sabe actualmente si es importante o no la ligadura de la arteria vertebral, pero en general se recomienda para prevenir el síndrome de "robo de la subclavia."<sup>64</sup> (ver Tabla 5).

La interposición de tubo protésico está indicada en casos de aneurisma asociado a la coartación o en casos en que los extremos de la aorta transeccionada no pueden ser aproximados primariamente sin tensión.<sup>65</sup> Otra indicación es cuando hay un gran segmento de aorta con estenosis recurrente. En este caso puede ser realizada independientemente del tipo de reparación inicial que se haya hecho.<sup>66</sup>

Se deberá realizar algún procedimiento alternativo cuando desde un principio se presuma que luego de la resección de la coartación, la reparación primaria no será posible y será necesaria una prótesis. De ese modo, una angioplastia con parche o un by-pass con tubo requerirán una disección menos extensa y conllevarán un menor riesgo de paraplejía.

El uso de prótesis tubulares arteriales debe evitarse en niños, porque con el crecimiento el diámetro tubular pequeño ocasionará gradientes importantes. Su empleo está justificado en adolescentes y adultos<sup>67, 68</sup> con aneurismas o con aortas muy friables (ver Tabla 8).

En algunos pacientes es preferible realizar un by-pass de la zona obstruida con un injerto protésico. Las indicaciones para esta modalidad de reparación son: a) un segmento de coartación largo o complicado, especialmente si no son factibles las técnicas de angioplastia con parche o con subclavia;<sup>69</sup> b) coartación que compromete el arco transversal o el origen de la arteria subclavia; c) recoartación con cicatriz extensa en el área, que hace excesivamente riesgoso el clampeo aórtico total; y e) los aneurismas micóticos y otras infecciones locales, las que pueden contraindicar la colocación de un injerto *in situ*.

Los injertos protésicos pueden ser suturados proximalmente a la aorta transversal, o a la arteria subclavia, dependiendo del área de obstrucción, y pueden ser anastomosados distalmente a la aorta descendente.<sup>65</sup> Su uso estaría limitado a adolescentes y adultos (ver Tabla 9).

La coartectomía y anastomosis ampliada con subclavia es una modificación de técnicas quirúrgicas convencionales, que hemos publicado recientemente.<sup>14-17</sup> El objetivo es evitar la recoartación,

que puede ocurrir en neonatos y lactantes operados de coartación con las técnicas habituales. El procedimiento tiene tres variantes técnicas. En la técnica I se realiza coartectomía y anastomosis terminoterminal de la cara posterior aórtica, ampliando luego considerablemente la anastomosis en la cara anterior con el colgajo de subclavia. De esta manera se evita una línea de sutura circunferencial, que potencialmente permitiría el crecimiento de la anastomosis. No se aplica tracción al colgajo de subclavia, y todo el tejido patológico de coartación es completamente resecado, con el objeto de eliminar posibles causas de recoartación (ver Fig. 3).

La técnica II consiste en reseca el segmento coartado, y realizar la anastomosis terminoterminal, excepto en una pequeña área posterolateral. La arteria subclavia es dividida en su origen, y luego es reimplantada en la aorta proximal y distal a la anastomosis, preservando la irrigación del miembro superior izquierdo de un modo similar al que sugieren Mendonça y colaboradores<sup>71</sup> (ver Fig. 4).

La técnica III es aplicable cuando la arteria subclavia es muy pequeña. Consiste en ampliar la anastomosis con parche protésico.

Estas tres modificaciones técnicas son especialmente aplicables en neonatos y en lactantes, pues el tejido de coartación en lactantes pequeños es muy grueso, difícil de extirpar completamente, y el remanente *in situ* puede crear una reestenosis.<sup>30</sup> No las hemos aplicado en niños mayores, adolescentes y adultos pues, a pesar de una amplia movilización de la aorta, los extremos pueden quedar a tensión; además, en pacientes mayores es preferible evitar el sacrificio de la subclavia (ver Tabla 10).

El tiempo de clampeo es ligeramente más prolongado que con las técnicas de subclavia o parche clásicas. Sin embargo, actualmente lo hemos reducido con el uso de *shunt* intraluminal, tal como lo describieron Pennington y colaboradores.<sup>72</sup>

En neonatos y lactantes con coartación y CIV asociada, el riesgo quirúrgico es mínimo y no es necesario el cerclaje.<sup>25, 50, 55, 73</sup> Ninguno de nuestros pacientes con CIV ha fallecido. La mortalidad quirúrgica es mucho mayor en presencia de cardiopatías congénitas complejas<sup>25, 55, 73</sup> (canal atrioventricular completo, ventrículo derecho con doble salida, Taussig-Bing, corazón univentricular, CIV múltiples). Nuestra experiencia es similar (ver Tablas 1, 2 y 11).

Veinte pacientes tenían cardiopatías complejas asociadas, falleciendo 5 (25%) precozmente y 5 (25%) tardíamente.

En estos casos es recomendable un cerclaje de



la arteria pulmonar,<sup>55, 73-75</sup> que se realiza a continuación de corregida la coartación. De este modo el cortocircuito a través de la CIV, que se incrementa durante el clampeo aórtico, sirve para ventear el corazón.<sup>74</sup>

Algunos pacientes portadores de coartación pueden tener un arco aórtico hipoplásico. Este podría ocasionar gradientes residuales a través del mismo, originando un problema de difícil solución. Amato<sup>76</sup> ha recomendado una técnica para corregir simultáneamente la coartación asociada al arco aórtico hipoplásico, pero no la hemos empleado hasta la fecha.

## CONCLUSIONES

Del análisis de los datos aportados surge que:

— Ninguna técnica es aplicable a todos los pacientes.

— La técnica empleada depende de la edad del paciente y de la variedad anatómica.

— La mortalidad está relacionada en algunos casos de Co Ao con cardiopatías complejas asociadas, y no con la técnica empleada.

— En neonatos y lactantes pequeños, con la técnica de coartectomía y anastomosis ampliada se eliminan varios factores de riesgo de recoartación.

— En neonatos y lactantes con coartación aislada o con CIV no es necesario el cerclaje, pero éste está indicado en presencia de algunas cardiopatías más complejas.

— La incidencia de recoartación depende de la técnica empleada y de la edad (más frecuente en neonatos y lactantes menores de tres meses).

— En algunos pacientes pueden quedar gradientes residuales a nivel del arco si es hipoplásico.

— El uso de *shunt* intraluminal permite realizar la cirugía con un tiempo de clampeo menor.

## SUMMARY

*Between september 1980 and december 1987, 99 patients underwent surgery for aortic coarctation. 26 of them were females (26.3%) and 73 were males (73.7%). Age at the time of surgery ranged from 4 days to 46 years (mean age: 10.3 years). These patients were divided into six groups, depending on the surgical technique used for repair: I) Subclavian flap angioplasty in 28 patients (10 neonates, 6 infants and 12 children). There were one early and four late deaths in this group, all of them in babies with associated complex anomalies. None of these were banded. The patients with associated ventricular septal defect (VSD) were not banded either, and all of them survived. II) Prosthetic patch in 38 patients, of*

*all age groups (3 neonates, 1 infant, 12 children, 13 adolescents, and 9 adults): 2 of them died, both were newborns with associated complex anomalies, and one patient required surgery for recoarctation. II) End-to-end anastomosis in one child: there were no complications. IV) Dacron tube interposition, in one adolescent patient, in whom a direct anastomosis could not be performed. Cross-clamp time was prolonged, but no complications occurred. V) Subclavian aortic by-pass in 16 patients (1 child, 5 adolescents and 10 adults). This procedure was elected in 3 patients who had no collateral circulation, in 4 with recoarctation, and in 8 adult patients who had very fragile aortas. and dissection was more difficult than in routine cases. There was no mortality in this group. VI) Coartectomy and enlarged anastomosis with subclavian artery in 15 patients (9 neonates and 6 infants). The subclavian artery was used as a flap in 11 cases, and was reimplanted in two, in order to enlarge the anastomosis. In two patients, the anastomosis was enlarged with a goretex patch. Three patients died, all of them with complex intracardiac anomalies associated. Two of them had been banded. Conclusions: There is no technique for coarctation repair that can be employed universally in all patients. There are advantages and disadvantages to all techniques currently employed. The surgical technique should be chosen selectively, depending on the age of the patient, and the anatomic variety. Mortality is not related to the technique that was utilized. It is higher in infants who have associated complex anomalies, specially if pulmonary banding was not performed. However, infants with coarctation and VSD do not require banding.*

## BIBLIOGRAFIA

1. Keith JD: Coarctation of the aorta. In: Keith JD, Rowe ED, Vlad P (eds): Heart Disease in Infancy and Childhood (3rd ed), pp 736-760. Macmillan Publishing Co, New York, 1978.
2. Crafoord C, Nylin G: Congenital coarctation of the aorta and its surgical treatment. J Thorac Surg 14: 347-361, 1945.
3. Gross RE, Hufnagel CA: Coarctation of the aorta. Experimental studies regarding its surgical correction. N Engl J Med 133: 287-293, 1945.
4. Calodney MM, Carson MJ: Coarctation of the aorta in early infancy. J Pediatr 37: 46, 1950.
5. Kirklin JW, Burchell HB, Pugh DG, Punke EC, Mills SD: Surgical treatment of coarctation of the aorta in a ten-week-old infant: report of a case. Circulation 6: 411, 1952.
6. Vosschulte K: Isthmusplastik zur Behandlung der Aorten Isthmusstenose. Thoraxchirurgie 4: 443, 1957.
7. Blalock A, Park EA: The surgical treatment of experimental coarctation (atresia) of the aorta. Ann Surg 119: 445, 1944.
8. Shumacker HB: Use of the subclavian artery in the surgical treatment of the coarctation of the aorta. Surg Gynecol Obstet 93: 1, 1951.
9. Gerbode F: The use of the enlarged left subclavian artery to overcome defects associated with complicated coarctation of



- the aorta. *Surgery* 37: 58, 1955.
10. Waldhausen J, Nahrwold DL: Repair of coarctation of the aorta with subclavian flap. *J Thorac Cardiovasc Surg* 51: 532, 1966.
  11. Cooley DA, Hallman GL: *Surgical Treatment of Congenital Heart Disease* (2nd ed), p 73. Lea & Febiger, Philadelphia, 1975.
  12. Morris GL, Cooley DA, De Bakey ME, Cramford ES: Coarctation of the aorta with particular emphasis upon improved techniques of surgical repair. *J Thorac Cardiovasc Surg* 40: 775, 1960.
  13. Sweeney MS, Walker WE, Duncan JM, Hallman GL, Livesay JJ, Cooley DA: Reoperation of aortic coarctation. Techniques, results and indications for various approaches. *Ann Thorac Surg* 40: 46, 1985.
  14. Dietl CA, Torres AR, Cazzaniga M: Coartectomía y anastomosis ampliada con subclavia. Un procedimiento quirúrgico modificado para el tratamiento de la coartación en neonatos y lactantes. *Rev Latina de Cardiol Inf* 1: 207-212, 1985.
  15. Dietl CA: Discussion. In: Yee ES, Soifer SJ, Turley K, Verrier ED, Fishman NH, Ebert PA: Infant coarctation: a spectrum in clinical presentation and treatment. *Ann Thorac Surg* 42: 488-493, 1986.
  16. Torres AR, Dietl CA, Cazzaniga M: Ventajas y desventajas de las distintas técnicas quirúrgicas para la coartación de aorta. *Actas de Temas Libres del II Congreso Argentino de Cardiología Pediátrica*. Buenos Aires, octubre 1986.
  17. Dietl CA, Torres AR: Coarctation of the aorta: anastomotic enlargement with subclavian artery: two new surgical options. *Ann Thorac Surg* 43: 224-225, 1987.
  18. Calodney MM, Carson MJ: Coarctation of the aorta in early infancy. *J Pediatr* 37: 46-77, 1950.
  19. Elzenga NJ, Gittenberger-de Groot A: Localized coarctation of the aorta. *Br Heart J* 49: 317-323, 1983.
  20. Glancy DL, Morrow AG, Simon AL, Roberts WC: Yuxtaductal aortic coarctation. Analysis of 84 patients studied hemodynamically, angiographically, and morphologically after age 1 year. *Am J Cardiol* 51: 537-551, 1983.
  21. Tawes RI, Aberdeen E, Waterston DJ, Carter REB: Coarctation of the aorta in infants and children. A review of 333 operative cases, including 179 infants. *Circulation* 39-40 (Suppl 1): 173-184, 1969.
  22. Litwin B, Bernhard WF, Rosenthal A, Gross RE: Surgical resection of coarctation of the aorta in infancy. *J Pediatr Surg* 6: 307-313, 1971.
  23. Jacobsen JR, Wennevold A, Boesen I: Coarctation of the aorta operated upon in infancy. Long term follow-up. *Eur J Cardiol* 10: 123-129, 1979.
  24. Liberthson RR, Pennington DG, Jacobs ML, Daggett WM: Coarctation of the aorta: review of 234 patients and clarification of management problems. *Am J Cardiol* 43: 835-840, 1979.
  25. Williams WG, Shindo G, Trusler GA, Dische MR, Olley PM: Results of repair of coarctation of the aorta during infancy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 79: 603-608, 1980.
  26. Hartmann AF Jr, Goldring D, Hernandez A, Behrer MR, Schad N, Ferguson T, Burford T: Recurrent coarctation of the aorta after successful repair in infancy. *Am J Cardiol* 25: 405-410, 1970.
  27. Pelletier C, Davignon A, Ethier MF, Stanley P: Coarctation of the aorta in infancy. Postoperative follow-up. *J Thorac Cardiovasc Surg* 57: 171-179, 1969.
  28. Tucker BI, Stonton RE, Lindesmith GG, Stiles QR, Meyer BW, Jones JC: Recurrent coarctation of the thoracic aorta. *Arch Surg* 102: 556-558, 1971.
  29. Vhoury GH, Hames CR: Recurrent coarctation of the aorta in infancy and childhood. *J Pediatr* 72: 801-806, 1968.
  30. Cobanoglu A, Teply JF, Grunkemeier GL, Sunderland CO, Starr A: Coarctation of the aorta in patients younger than three months. *J Thorac Cardiovasc Surg* 89: 128-135, 1985.
  31. Harlan JL, Doty DB, Brandt B, Ehrenhaft JL: Coarctation of the aorta in infants. *J Thorac Cardiovasc Surg* 88: 1012-1019, 1984.
  32. Körfer R, Meyer H, Kleikamp G, Bircks W: Early and late results after resection and end-to-end anastomosis of coarctation of the thoracic aorta in early infancy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 89: 616-622, 1985.
  33. Meyers JL, Waldhausen JA, Pae WE, Abt AB, Allen G, Prophet BS, Pierce WS: Vascular anastomosis in growing vessels. The use of absorbable sutures. *Ann Thorac Surg* 34: 529-537, 1982.
  34. Pae WR Jr, Waldhausen JA, Prophet GA, Pierce WS: Primary vascular anastomosis in growing pigs. A comparison of polypropylene and polyglycolic acid sutures. *J Thorac Cardiovasc Surg* 81: 921-927, 1981.
  35. Meier MA, Lucchese FA, Jazbik W, Nesralla IA, Mendonça JT: *J Thorac Cardiovasc Surg* 92: 1005-1012, 1986.
  36. Moor GF, Ionescu MI, Ross DN: Surgical repair of coarctation of the aorta by patch grafting. *Ann Thorac Surg* 14: 626, 1972.
  37. Reul GL Jr, Kabbani SS, Sandiford FM et al: Repair of coarctation of the thoracic aorta by patch graft aortoplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg* 68: 696, 1974.
  38. Sade RM, Taylor AB, Chariker EP: Aortoplasty compared with resection for coarctation of the aorta in young children. *Ann Thorac Surg* 28: 346, 1979.
  39. Hesslein PS, Mc Namara DG, Morriss MJH et al: Comparison of resection versus patch aortoplasty for repair of coarctation in infants and children. *Circulation* 64: 164, 1981.
  40. Kopf GS, Hellenbraud W, Kleinman C, Lister G, Talner N, Laks H: Repair of aortic coarctation in the first three months of life: immediate and long-term results. *Ann Thorac Surg* 41: 425-430, 1986.
  41. Turley K: In: Discussion. In: Metzdorff MT, Cobanoglu A, Grunkemeier GL et al: Influence of age at operation on late results with subclavian flap. *J Thorac Cardiovasc Surg* 89: 235, 1985.
  42. King H, Kaiser G, King R: Repair of coarctation of the aorta by patch grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 43: 792, 1962.
  43. Connor TM, Baker WP: A comparison of coarctation resection and patch angioplasty using postexercise blood pressure measurements. *Circulation* 64: 567, 1981.
  44. Smith RT Jr, Sade RM, Riopel DA et al: Stress testing for comparison of synthetic patch aortoplasty with resection and end-to-end anastomosis for repair of coarctation in childhood. *J Am Coll Cardiol* 4: 765, 1984.
  45. Bergdahl L, Ljungqvist A: Long-term results after repair of coarctation of the aorta by patch grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 80: 177, 1980.
  46. Olsson P, Söderlund S, Dubiel WT, Ovenfors CO: Patch grafts or tubular grafts in the repair of coarctation of the aorta. A follow-up study. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg* 10: 139-143, 1976.
  47. Hehrlein FW, Mulch J, Rautenburg HW, Schlepper M, Scheld HH: Incidence and pathogenesis of late aneurysms after patch graft aortoplasty for coarctation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 92: 226-230, 1986.
  48. Cooke PA, Nobis PA, Stoney RJ: Dacron aortic graft failure. *Arch Surg* 108: 101-103, 1974.
  49. Ottinger LW, Darling RC, Wirthlin LS, Linton RR: Failure of ultralight-weight knitted Dacron grafts in arterial construction. *Arch Surg* 111: 146-149, 1976.
  50. Moulton AL, Brenner JI, Roberts G, Tavares S et al: Subclavian flap repair of coarctation of the aorta in neonates. *J Thorac Cardiovasc Surg* 87: 220-235, 1984.
  51. Waldhausen JA, Whitman V, Werner JC, Pierce WS: Surgical intervention in infants with coarctation of the aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 81: 323, 1981.
  52. Campbell DB, Waldhausen JA, Pierce WS et al: Should elective repair of coarctation of the aorta be done in infancy? *J Thorac Cardiovasc Surg* 88: 929, 1984.
  53. Thibault WN, Sperling DR, Gazzaniga AB: Subclavian patch angioplasty. Treatment of infants and young children with aortic coarctation. *Arch Surg* 110: 1095-1098, 1975.
  54. Midgley FM, Scott LP, Perry LW, Shapiro SR, Mc Clenathan JE: Subclavian flap aortoplasty for treatment of coarctation

- in early infancy. *J Pediatr Surg* 13: 265-268, 1978.
55. Kamau P, Miles V, Toems W, Kelminson L, Friesen R, Lockhart C, Butterfield J, Hernández J, Hames CR, Pappas G: 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* 81: 171-179, 1981.
  56. Hammon JW Jr, Graham TP, Boucek RJ, Parrash MD, Bender HW Jr: Repair of coarctation of the aorta in infants. Improved results with prostaglandin E<sub>1</sub> infusion and subclavian flap angioplasty (abstr). *J Am Coll Cardiol* 1: 663, 1982.
  57. Metzдорff MT, Cobanoglu A, Grunkemeier GL, Sünderland CO, Starr A: Influence of age at operation on late results with subclavian flap aortoplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg* 89: 235-241, 1985.
  58. Sanchez GR, Balsara RK, Dunn JM, Mehta AV, O'Riordan AC: Recurrent obstruction after subclavian flap repair coarctation of the aorta in infants. *J Thorac Cardiovasc Surg* 91: 738-746, 1986.
  59. Blalock A, Taussig MB: Surgical treatment of malformations of the heart in which there is pulmonary stenosis or pulmonary atresia. *JAMA* 128: 189-202, 1945.
  60. Mearns AJ, Deverall DB, Kester RC: Revascularisation of an arm for incipient gangrene after the Blalock-Taussig shunt. *Br J Surg* 65: 467-468, 1978.
  61. Geiss D, Williams WG, Lindsey WK, Rome RD: Upper extremity gangrene. A complication of subclavian artery division. *Ann Thorac Surg* 30: 487-489, 1980.
  62. Kittle CF, Schafer PW: Gangrene of the forearm after subclavian arterio-aortostomy for coarctation of the aorta. *Thorax* 8: 319-322, 1953.
  63. Todd PJ, Dangerfield MB, Hamilton DI, Wilkinson JL: Late effects on the left upper limb of subclavian flap angioplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg* 85: 678-681, 1983.
  64. Folges GM Jr, Shah KD: Subclavian steal in patients with Blalock-Taussig anastomosis. *Circulation* 31: 241-246, 1965.
  65. Moulton AL: Coarctation of the aorta. In: Arcinicegas E (ed): *Pediatric Cardiac Surgery*, p 100. Year Book Medical Publishers, Inc, Chicago, 1985.
  66. Sweeney MS, Walker WE, Duncan M, Hallman GL, Livessay JL, Cooley DA: Reoperation for aortic coarctation: techniques, results and indications for various approaches. *Ann Thorac Surg* 40: 46-49, 1985.
  67. Cooley DA, Norman JC: *Techniques in Medical Surgery*, p 23. Texas Medical Press Inc, Houston, Texas, 1975.
  68. Morris GL, Cooley DA, De Bakey ME, Crawford ES: Coarctation of the aorta with particular emphasis upon improved techniques of surgical repair. *J Thorac Cardiovasc Surg* 40: 775, 1960.
  69. Edie RN, Janini J, Attai LA et al: By-pass grafts for recoarctation or complex coarctation of the aorta. *Ann Thorac Surg* 20: 558, 1975.
  70. Weldon CS, Harmann AF Jr, Steinhoff HG et al: A simple, safe and rapid technique for the management of recurrent coarctation of the aorta. *Ann Thorac Surg* 15: 510, 1973.
  71. Mendonça JT, Carvalho MR, Costa RK, Franco Filho E: Coarctation of the aorta: a new surgical technique. *J Thorac Cardiovasc Surg* 90: 445-447, 1985.
  72. Pennington DG, Dennis HM, Smartz MT, Nouri S, Chen S, Azzam F, Schmeiss JF: Repair of aortic coarctation in infants: experience with an intraluminal shunt. *Ann Thorac Surg* 40: 35, 1985.
  73. Bergdahl LAL, Blackstone EM, Kirklin JW, Pacifico AD, Barger LM Jr: Determinants of early success in repair of aortic coarctation in infants. *J Thorac Cardiovasc Surg* 83: 736-742, 1982.
  74. Goldman S, Hernández J, Pappas G: Results of surgical treatment of coarctation of the aorta in the critically ill neonate.
  75. Nair VR, Jones O, Walker DR: Surgical management of severe coarctation of the aorta in the first month of life. *J Thorac Cardiovasc Surg* 86: 587-590, 1983.
  76. Amato JJ, Rheinlander HF, Cleveland RJ: A method of enlarging the distal transverse arch in infants with hypoplasia and coarctation of the aorta. *Ann Thorac Surg* 23: 261-263, 1977.