

# Tratamiento no quirúrgico de la coartación y recoartación de aorta

J. Villalba Nogales, L. Fernández-Pineda, J.I. Herráiz Sarachaga, R. Bermúdez-Cañete Fernández, M.<sup>a</sup>J. Maitre Azcárate y M. Quero Jiménez (d.e.p.)

Servicio de Cardiología Pediátrica. Hospital Ramón y Cajal. Madrid. España.

## Objetivos

Analizar los resultados del intervencionismo no quirúrgico sobre la recoartación y coartación de aorta, valorando los resultados de cada técnica, las complicaciones y su evolución.

## Pacientes y métodos

Los tratamientos fueron: 51 dilatados con balón por recoartación (86,5%), dos en los que se dilató una coartación nativa (3,3%) y seis en los que se ha implantado un tubo expansible (*stent*) por recoartación (10%). Las edades oscilan entre los 2 y los 236 meses ( $109 \pm 63,45$  meses), con un tiempo de seguimiento entre 1 y 156 meses ( $38,87 \pm 32,96$  meses).

## Resultados

El gradiente predilatación en los niños recoartados fue de  $34 \pm 11,62$  mmHg, que descendió a  $11 \pm 5,38$  mmHg ( $p < 0,0001$ ). Doce casos (20,3%) no obtuvieron una dilatación eficaz. El tamaño de la estenosis fue de  $6,7 \pm 2,35$  mm predilatación y aumentó a  $9,3 \pm 3,10$  mm ( $p < 0,0001$ ) con un incremento porcentual del 50,97. Las complicaciones fueron escasas. Seis niños precisaron redilatación posterior. La experiencia con *stent* muestra un gradiente medio de  $32,83 \pm 10,62$  mmHg que descendió a  $7,3 \pm 3,8$  mmHg ( $p < 0,0001$ ) con una relación globo-estenosis de 1,94.

## Conclusiones

La técnica intervencionista es muy eficaz, tanto en coartación nativa como en recoartación de aorta, en resultados inmediatos y durante la evolución, y con escasas complicaciones. Los *stents* en niños mayores obtienen igualmente excelentes resultados, abriendo un futuro esperanzador.

## Palabras clave:

Coartación aórtica. Dilatación con balón. Stent.

## NON-SURGICAL TREATMENT OF AORTIC COARCTATION AND RECOARCTATION

### Objectives

To analyze the results of nonsurgical treatment of aortic coarctation and recoarctation by evaluating the results of each technique, and its complications and outcome.

### Patients and methods

The results were as follows: 51 children underwent balloon dilatation due to recoarctation (86.5%); two underwent dilation of a native coarctation (3.3%) and six underwent stent implantation for recoarctation (10%). Age ranged from 2 to 236 months ( $109 \pm 63.45$  months) with a follow-up of between 1 and 156 months ( $38.87 \pm 32.96$  months).

### Results

The mean predilatation gradient in children with recoarctation was  $34 \pm 11.62$  mmHg, which decreased to  $11 \pm 5.38$  mm Hg ( $p < 0.0001$ ). In 12 patients (20.3%) effective dilatation was not achieved. The size of the stenosis was  $6.7 \pm 2.35$  mm predilatation, which increased to  $9.3 \pm 3.10$  mm ( $p < 0.0001$ ) after dilatation with a percentage increase of 50.97. There were very few complications. Six children required subsequent redilatation. The experience with stent showed a mean gradient of  $32.83 \pm 10.62$  mm Hg, which decreased to  $7.3 \pm 3.8$  mm Hg ( $p < 0.0001$ ) with a balloon/stenosis ratio of 1.94.

### Conclusions

We conclude that the interventionist technique is highly effective in both native coarctation and recoarctation in the short term, as well as subsequently, with very few complications. The stent technique produces equally good results in older children, which is promising for the future.

### Key words:

Aortic coarctation. Balloon dilatation. Stent.

**Correspondencia:** Dr. J. Villalba Nogales.  
Centro de Salud Collado Villalba Estación (IMSALUD).  
Los Madroños, 5. 28400 Madrid. España.  
Correo electrónico: javier.villalba@navegalia.com

Recibido en marzo de 2003.  
Aceptado para su publicación en febrero de 2004.

## INTRODUCCIÓN

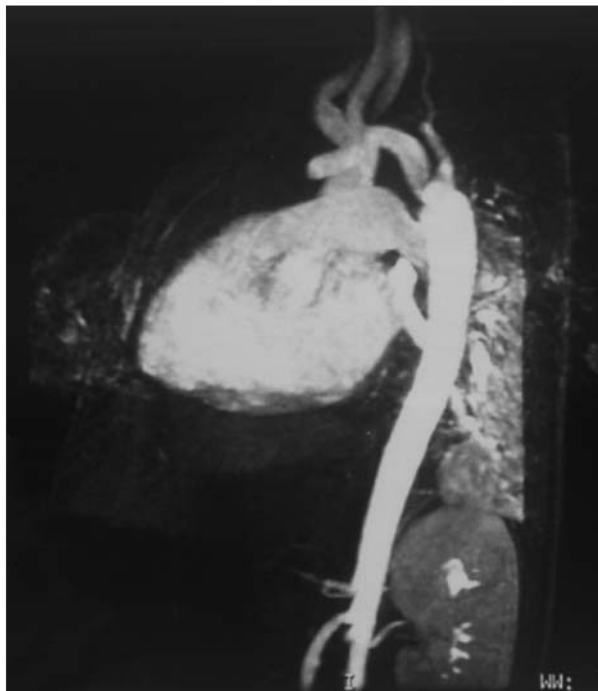
La coartación de aorta es una obstrucción de la aorta descendente, de localización mayoritariamente yuxtaductal.

Con la ecocardiografía-Doppler se puede estudiar la gravedad de la obstrucción. La resonancia magnética también puede aportar imágenes de alta calidad en proyecciones sagital y parasagital que definen la localización y severidad de la coartación y la anatomía del arco aórtico (figs. 1 y 2). Es un complemento ideal del ecocardiograma para el seguimiento preintervención y postintervención de la coartación de aorta, pudiéndose hacer representaciones tridimensionales con las imágenes.

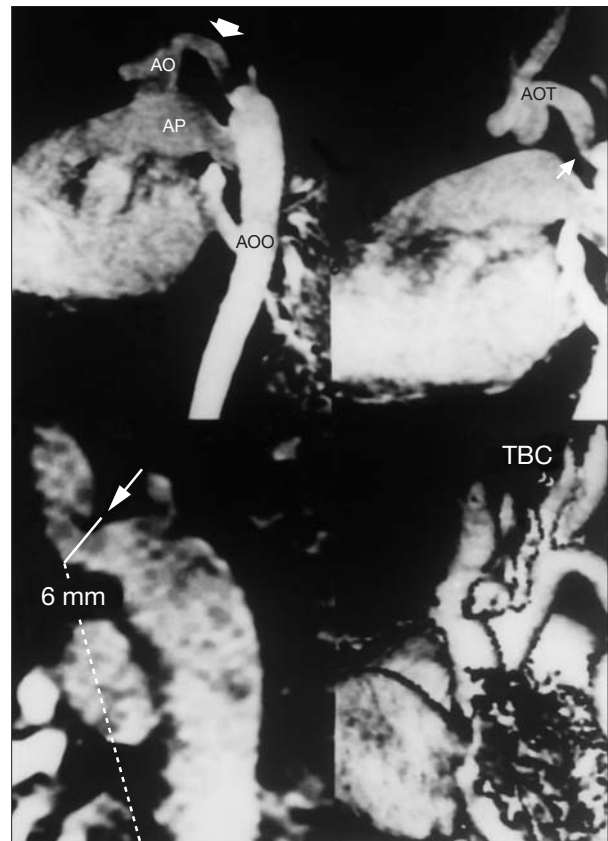
El intervencionismo sobre la coartación produce unos desgarros lineales en la íntima y la media, en esta última poco profundos, y que raramente llegan a la adventicia. Los estudios de imagen de ultrasonidos intravasculares 8 semanas después demuestran su resolución sin formación de aneurismas, salvo casos muy extremos. Para definir claramente los términos, hablamos de *estenosis residual* en los casos en los que aparece un gradiente significativo (> 20 mmHg) inmediatamente después de la intervención, y ello implica una ineficacia de la intervención, generalmente asociada a hipoplasia de istmo aórtico. Hellenbrand et al<sup>1</sup> en el estudio de Valvuloplastia y Angioplastia de Anomalías Congénitas (Valvuloplasty and Angioplasty of Congenital Anomalies, VACA) encuentra una estenosis residual del 20% en las intervenciones por

recoartación, y Beekman<sup>2</sup> un porcentaje similar, entre el 14 y el 27%, para la coartaciones nativas. El otro término que se debe definir es el de *reestenosis*, que consiste en el desarrollo de estenosis tras un éxito inicial (< 20 mmHg), y que comporta un crecimiento incorrecto de la zona reparada. Oscila entre el 15 y el 30% según Beekman et al<sup>3</sup> (1986), pero afinando más, Rao<sup>4</sup> encuentra hasta un 31% en los intervenidos en menores de un año y sólo un 10% en los que fueron intervenidos por encima del año de edad, para las coartaciones nativas. Yetman et al<sup>5</sup>, por su parte, encuentra un 26% de reestenosis en los casos que fueron dilatados por recoartación. Haciendo un estudio tipo Kaplan-Meier de supervivencia se encuentra una incidencia de reintervención tras la cirugía del 15% a los 5 años y del 30% a los 10 años, pero es independiente del tipo de cirugía que se practique.

Las indicaciones de intervención sobre la obstrucción son los casos con gradiente mayor de 20 mmHg<sup>6</sup> o evidencia de una imagen de obstrucción mayor del 50%. Existen, sin embargo, algunos en los que el gradiente puede ser infravalorado de acuerdo con su situación he-



**Figura 1.** Imagen de RM de un niño con recoartación de aorta tras intervención quirúrgica terminoterminal. Introducción de contraste para apreciar mejor la zona obstruida.



**Figura 2.** Reconstrucción tridimensional de las imágenes anteriores (RM) con indicación precisa de los vasos, zona de coartación (flecha) y tamaño de la obstrucción (6 mm). AO: aorta; AP: arteria pulmonar; AOD: aorta descendente; AOT: aorta torácica; TBC: tronco braquiocefálico.

modinámica: los que tienen disfunción ventricular izquierda, bajo gasto cardíaco, un gran conducto, múltiples lesiones obstructivas izquierdas en serie o los que presentan abundante circulación colateral que descomprime la obstrucción.

La diferencia de criterio utilizado para definir los aneurismas y diferenciarlos de los desgarros del tejido, que no progresarán a aneurismas, hace que las series varíen enormemente. Sin embargo, son similares los encontrados en la coartación nativa (< 10%)<sup>7</sup> y en la recoartación (entre un 2 y un 5%)<sup>8</sup>. La mayor incidencia de éstos se encuentra localizada en la dilatación postestenótica donde las fibras elásticas de la capa media se encuentran más desestructuradas. Tanto la reestenosis como la incidencia de aneurismas a largo plazo parecen relacionarse estadísticamente con la técnica quirúrgica de la aortoplastia con parche, a diferencia de otras técnicas<sup>4</sup>.

El objetivo de este estudio es analizar los resultados del intervencionismo no quirúrgico sobre la recoartación y coartación nativa de aorta, valorando la magnitud de los mismos según las diferentes técnicas empleadas, así como las complicaciones y evolución en el tiempo de cada una de ellas.

## PACIENTES Y MÉTODOS

Se realiza una revisión retrospectiva de la experiencia de nuestro servicio de cardiología pediátrica en el tratamiento no quirúrgico de la recoartación y la coartación de aorta, en el período comprendido entre 1984 y febrero de 2002.

### Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron todos aquellos niños en los que se indicaba la intervención sobre la coartación según los estudios clínicos, ecocardiográficos o hemodinámicos, y se excluyeron aquellos que asociaban malformaciones asociadas que pudieran interferir con los resultados finales.

### Metodología diagnóstica

En todos los niños se realizaron previamente los estudios correspondientes para llegar al diagnóstico y cuantificar la gravedad de la obstrucción. Según un protocolo, establecido previamente, se registraron los datos hemodinámicos y ecocardiográficos necesarios. En algunos casos se recurrió, de manera retrospectiva, a los estudios de vídeo, cd, etc., para completar el protocolo. Tanto para la metodología diagnóstica como para la técnica específica de dilatación con balón y/o colocación de *stent* se puede consultar más específicamente la bibliografía al respecto<sup>9</sup>.

### Metodología estadística

Los datos se introdujeron en el programa estadístico PRESTA 2.2 suministrado por el Servicio de Bioestadística Clínica del Hospital, aplicando el test de Wilcoxon para datos apareados o independientes, según el caso. Se

consideró valores de *p* estadísticamente significativos cuando la probabilidad de rechazo de la hipótesis nula fuera superior a 0,95 (*p* < 0,05).

## RESULTADOS

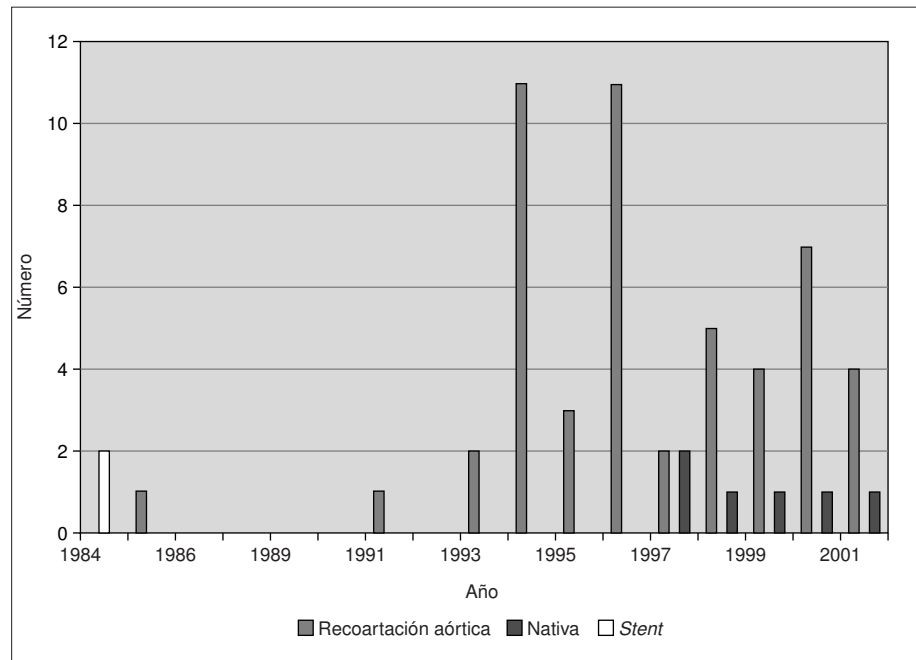
Durante el período entre 1984 y febrero de 2002, en 59 niños se ha realizado tratamiento no quirúrgico de la coartación de aorta que presentaban. En 57 casos se trataba de una recoartación de la coartación de aorta intervenida previamente mediante cirugía. En 2 casos se trataba de una coartación de aorta nativa.

Las técnicas quirúrgicas empleadas en la reparación inicial de la coartación de aorta nativa fueron: aortoplastia con parche de Goretex (PDF), 43 casos (75%); técnica de Waldhausen, 7 casos (12,3%); anastomosis terminoterminal, 5 niños (8,7%), y sólo uno con parche de Dacron (1,75%). La edad de intervención quirúrgica osciló entre los 6 días y los 5 años y medio; encontrándose coartación aislada en 40 niños (67,8%) y asociada a hipoplasia tubular en 19 (32,2%). Se vio una asociación con válvula aórtica bicúspide en el 47,45% de los casos, en su mayoría sin gradiente significativo.

El tratamiento realizado en los 59 niños fue el siguiente: 51 dilatación con balón por recoartación (86,5%), 2 niños a los que se dilató una coartación de aorta nativa (3,3%) y otros seis en los que se implantó un *stent* por recoartación (10%). Los pesos de los niños oscilaron entre 3 y 77,2 kg ( $29,15 \pm 20,48$  kg) y las tallas fueron 47-174 cm ( $118,87 \pm 40,39$  cm). La dilatación de la recoartación se viene haciendo homogéneamente desde 1985. La edad de la angioplastia por recoartación oscila desde los 2 a los 236 meses ( $109 \pm 63,45$  meses), con un tiempo de seguimiento de los casos entre 1 y 156 meses ( $38,87 \pm 32,96$  meses) (fig. 3).

El gradiente predilatación fue de  $34 \pm 11,62$  mmHg, que descendió a  $11 \pm 5,38$  mmHg (*p* < 0,0001). No se consiguió una dilatación eficaz en 12 casos (20,3%), quedando con gradiente superior a 20 mmHg (estenosis residual). El tamaño de la estenosis fue de  $6,70 \pm 2,35$  mm predilatación, y aumentó a  $9,30 \pm 3,10$  mm posteriormente (*p* < 0,0001), con un incremento porcentual del tamaño del 50,97%, con una relación estenosis/cayado de 0,56; estenosis/aorta diafragmática de 0,49 y relación globo de dilatación/estenosis de 1,97.

Las complicaciones observadas han sido, en general, escasas. No hubo mortalidad asociada al procedimiento. Los aneurismas, como erosiones progresivas de las capas arteriales, sólo aparecieron en 2 niños (3,38%), siendo no progresivos y con resolución en los controles posteriores en 10 niños más (17%). Las alteraciones de los pulsos distales aparecieron en 9 casos (15,25%), en su mayoría leves y transitorias; se consignaron alteraciones del ritmo en 3 casos y rotura del balón durante el inflado en otros tres (5%).



**Figura 3.** Coartación de aorta. Tratamiento no quirúrgico. Experiencia del Servicio de Cardiología Pediátrica del Hospital Ramón y Cajal (Madrid).

Los estudios ecocardiográficos mostraron un gradiente predilatación de  $49,02 \pm 12,22$  mmHg y, posdilatación, de  $29,86 \pm 9,76$  mmHg ( $p < 0,0001$ ); en el seguimiento se registró un gradiente de  $30,90 \pm 10,25$  mmHg. La reducción del gradiente hemodinámico fue de  $23,31 \pm 14,77$  mmHg, lo que equivale a una reducción porcentual del 66,88. Precisaron redilatación 6 niños, en dos de ellos se volvió a realizar una angioplastia con balón y en los 4 casos restantes se colocó un *stent*.

La experiencia de este centro en la colocación de *stents* en la coartación de aorta se refiere a 6 casos desde 1997. La edad a la que se colocaron es significativamente mayor que en las angioplastias:  $181 \pm 38,76$  meses, de 8,8 a 19,6 años. El tiempo de seguimiento oscila entre 1 y 47 meses ( $15 \pm 11,37$  meses). La cirugía previa en estos casos fue de 5 casos con aortoplastia con Goretex y un caso de anastomosis terminoterminal; dos eran coartaciones aisladas y cuatro asociadas a hipoplasia tubular. El gradiente hemodinámico previo fue de  $32,83 \pm 10,62$  mmHg y posterior de  $7,3 \pm 3,8$  mmHg ( $p < 0,0001$ ), con una relación globo-estenosis de 1,94. Las complicaciones también fueron escasas: una rotura de globo durante el inflado, una depresión respiratoria, una bradicardia, una migración de *stent* (que se rescató) y un accidente isquémico transitorio frente a extrapiramidalismo por anestésico que se resolvió de forma espontánea. Los pulsos distales fueron normales en todos los casos y no aparecieron aneurismas. La reducción del gradiente hemodinámico fue de  $25,50 \pm 11,83$  mmHg (76,62%). Los estudios ecocardiográficos mostraron un gradiente previo de  $39,66 \pm 11,11$  mmHg que descendió a  $26,50 \pm 9,59$  mmHg postintervención ( $p < 0,0001$ ), y a  $29,83 \pm 15,98$  mmHg en el seguimiento.

## DISCUSIÓN

Inicialmente hemos de hacer referencia al elevado número de casos que se presentan, sobre todo en el apartado de dilatación con balón de la recoartación de aorta, en relación con los aportados por otras series, sobre todo si apartamos los estudios multicéntricos: el que el actual esté realizado en un solo centro da a los resultados una homogeneidad de criterios diagnósticos y terapéuticos de la que carecen los efectuados en varias instituciones. De todos los resultados obtenidos merecen especial mención los del descenso del gradiente, tanto hemodinámico como ecocardiográfico, que se mantiene a lo largo de la evolución (seguimiento), así como el aumento del tamaño de la zona recoartada.

Las ventajas de la cirugía en la coartación de aorta nativa (aislada) se deben fundamentalmente a su baja mortalidad y alta efectividad, sobre todo en relación con esta misma técnica en la recoartación, donde es técnicamente más complicada, al ser efectuada sobre una zona que ya ha sido manipulada previamente (adherencias, desestructuración anatómica, etc.), con un incremento de morbi-mortalidad.

Por su parte, la dilatación con balón en la coartación de aorta nativa, sobre todo por debajo del año de edad, parece generar mayores problemas de estenosis residuales-reestenosis y formación de aneurismas, fundamentalmente por problemas técnicos de tamaño de catéteres y de presión de dilatación en niños tan pequeños; sin embargo, esta misma técnica en niños de más de un año de edad con recoartación tras cirugía previa, tiene una alta efectividad y parece relacionarse con un bajo grado de reestenosis.

La experiencia acumulada de otros autores<sup>10-13</sup> muestra datos similares a los aquí expuestos (tabla 1). Así pues, en la dilatación con balón de la coartación nativa se han recogido un total de 668 casos de la literatura desde 1990 a 2001. La edad varía desde los 3 días a los 29 años, cosa que dificulta la comparación entre algunas series. El gradiente descendió (media de todos los artículos recogidos) de 42,66 a 11,16 mmHg; y el tamaño de la estenosis se elevó de 3,3 a 6,85 mm. La mortalidad asociada al procedimiento fue, en conjunto, del 0,45%. La producción de aneurismas, aunque difícil de comparar por los diferentes criterios de evaluación, varió entre 1,5 y 5,6%. El seguimiento osciló entre 2 y 117 meses. Al hablar de reestenosis durante la evolución de los casos debemos referirnos necesariamente a la consideración, antes expuesta, para diferenciarlo de aquellos casos con estenosis residual tras la intervención. Para ello, Rao et al<sup>14</sup> hace una consideración dividiendo a los niños en 2 grupos según la edad: en aquellos por debajo de un año, aparece reestenosis hasta en el 31%; mientras en los que se hizo la angioplastia por encima de esta edad, aparece en tan sólo el 10%. Los factores de riesgo encontrados para la producción de reestenosis son pues, la edad a la que se realiza la angioplastia, el tamaño del istmo aórtico –más frecuente en los casos asociados a hipoplasia–, y la diferencia entre el tamaño antes y después del procedimiento, existiendo más reestenosis en aquellos que ganan más milímetros tras la dilatación, debido a la desestructuración del tejido elástico cuando se usan relaciones balón-estenosis elevadas.

Algunos autores encuentran, en sus estadísticas, que son aquellos casos en los que más dilatación se ha producido los que tienen mayor incidencia de recoartación. El estudio microscópico muestra que, en los casos con recoartación las fibras elásticas son más deficientes, con alteración del tejido elástico y necrosis quística de la media; sin embargo, en los casos sin recoartación, los elementos elásticos se encuentran intactos, lo que ha producido un crecimiento normal del tejido a este nivel. Ello muestra que una relación balón-estenosis muy alta (por encima de 2-2,5) puede provocar mayores desgarros que impidan el posterior crecimiento con desarrollo de reestenosis<sup>17</sup>.

La experiencia en la angioplastia con balón en la recoartación<sup>7,10,11,15,16</sup> de aorta es más homogénea en este sentido (tabla 2). Hemos recogido 579 niños en series de casos desde 1990 a 2001; los pacientes tenían edades comprendidas entre un mes y 26 años. El gradiente descendió desde 40,7 a 11,8 mmHg (medias) y el tamaño se incrementó desde 4 a 6,85 mm. La mortalidad asociada al procedimiento osciló entre 0 y 2,5%, con una tasa de éxito global (gradiente residual  $\leq$  20 mmHg) del 82%. El seguimiento medio fue de 58 meses y la reestenosis osciló entre el 16 y el 28%. El estudio de los factores de riesgo asociados a la reestenosis fueron la intervención por debajo del año de edad (17% frente a 5,6% en mayores de un año) y la asociación con la hipoplasia del arco transversal (< 2 desviaciones estándar [DE] para la media según su edad), siendo independiente del tipo de cirugía realizada.

TABLA 1. Angioplastia por coartación nativa

Autor (año)	Casos	Gradiente		Tamaño		Seguimiento (meses)	Reestenosis (%)	Éxito (%)
		Pre	Post	Pre	Post			
Tynan et al <sup>10</sup> , 1990	141	48	12	3,9	8,8		18	
Rao <sup>4</sup> , 1993	58	48	10	4,4	9,4	14	10	
Fletcher et al <sup>8</sup> , 1995	102	42	10			36	22,8	91,2
Ino et al <sup>11</sup> , 1997	56	34	16	3,7	6		46	
Saba et al <sup>12</sup> , 2000	103	59	10			26		82
Ovaert et al <sup>13</sup> , 2000	69	31	10					87

TABLA 2. Angioplastia por recoartación

Autor (año)	Casos	Seguimiento	Gradiente		Tamaño		Éxito (%)	Reestenosis (%)
			Pre	Post	Pre	Post		
Hellenbrand et al <sup>1</sup> , 1990	200		42	13	5,2	8,9	79	
Rao <sup>4</sup> , 1993	11	18 meses	48	14	3,1	6,2		
Ino et al <sup>11</sup> , 1997	152		41	15	4,2	6,8		18
Yetman et al <sup>5</sup> , 1997	90	12 años	31	8	5,2	8,9	88	28
Siblini et al <sup>13</sup> , 1998	33	17 meses	48	13	3,3	6,5	60,6	
Mann et al <sup>16</sup> , 2001	71		27	11	5,5	7,5	70	

TABLA 3. Colocación de *stents*

Autor (año)	Casos	Edad	Gradiente		Tamaño		Seguimiento (meses)
			Pre	Post	Pre	Post	
Suárez de Lezo et al <sup>17</sup> , 1995	10	5,3	43	2			4,4
Bulbul et al <sup>18</sup> , 1996	6	19,8	36,7	13,3	9,3	15,6	8
Ebeid et al <sup>19</sup> , 1997	9	> 10	37	4	9	15	42
Alcíbar et al <sup>20</sup> , 2000	14	20	43	2	4	15	19
Saliba et al <sup>21</sup> , 2001	8	15				50% más	3-24

Con respecto a la experiencia con la colocación de *stents*<sup>17-21</sup> se han recogido 47 casos desde 1995 hasta 2001, con una media de edad de intervención de 15 años; el gradiente disminuye de 40 a 5,25 mmHg y el tamaño de la estenosis aumenta de 7,5 a 15,2 mm, con una media de seguimiento de los casos de 18,35 meses. El mecanismo de acción del *stent* se debe a una fuerza radial que limita el retroceso elástico de la pared y a una mejor respuesta proliferativa ante el menor traumatismo de la distensión. El posterior estudio con ultrasonidos intravasculares aprecia que el *stent* mejora la superficie vascular, limita las posibilidades de disección y refuerza las áreas débiles de la pared. En este punto, una mayor experiencia y seguimiento longitudinal podrán aportar mayores conclusiones, pero queda abierta la controversia en cuanto a la proliferación de la íntima, la remodelación del arco aórtico postimplante, la reexpansión posterior o el uso en lactantes. Actualmente se mantienen las indicaciones en la hipoplasia de istmo, la coartación de aorta con malalineamiento de los segmentos, la coartación recurrente y la aparición de aneurismas tras la cirugía o la dilatación. Se inician, sin embargo, perspectivas relacionadas con *stents* “abiertos” que permitan la sobredilatación posterior, “biodegradables” que se mezclen con el colágeno del tejido y refuercen la pared o aquellos “en cadenados” o “multiarticulados” para la dilatación de grandes superficies (tabla 3).

Puede concluirse que el tratamiento no quirúrgico de la coartación de aorta es muy eficaz, tanto en la coartación nativa como en la recoartación, con escaso número de complicaciones y resultados que se mantienen a lo largo de la evolución. La colocación de *stents* en niños mayores, abre un futuro esperanzador al evitar la retracción del tejido y permitir una dilatación posterior, pero todavía quedan algunos interrogantes en su comportamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Hellenbrand WE, Allen HD, Golinko RJ, Hagler DJ, Lutin W, Kan J. Balloon angioplasty for aortic recoarctation: Results of valvuloplasty and angioplasty of congenital anomalies registry (VACA). *Am J Cardiol* 1990;10:1078-84.
- Beekman RH. Aortic coarctation En: Allen HD, Clark EB, Gutgesell HP, Driscoll DJ, editors. *Moss and Adams' Heart disease in infants, children and adolescents*. 6<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2001; p. 988-1010.
- Beekman RH, Rocchini AP, Behrendt DM. Long-term outcome after repair of coarctation in infancy. *J Am Coll Cardiol* 1986;8: 1406-11.
- Rao PS. Native aortic coarctation and aortic recoarctation. En: Rao PS, editor. *Transcatheter therapy in pediatric cardiology*. New York: Wiley Liss, 1993; p. 153-96.
- Yetman AT, Nykanen D, McCrindle BW, Sunnegardh J, Adatia I, Freedom RM, et al. Balloon angioplasty of recurrent coarctation: A 12-year review. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:811-6.
- Rao PS, Wilson AD, Chopra PS. Immediate and follow-up results of balloon angioplasty of postoperative recoarctation in infants and children. *Am Heart J* 1990;120:1315-20.
- Marvin WJ, Mahoney LT, Rose EF. Pathologic sequelae of balloon dilatation angioplasty for unoperated coarctation of the aorta in children. *J Am Coll Cardiol* 1986;7:117A.
- Fletcher SE, Nihill MR, Grifka RG. Balloon angioplasty of native coarctation of the aorta: mid-term follow-up and prognostic factors. *Am Am Coll Cardiol* 1995;25:730-4.
- Alcíbar Villa J, García Fernández E, Gutiérrez-Larraya Aguado F, Moreno Granada F, Pan Álvarez-Osorio M, Santos de Soto J. Guías de actuación clínica de la Sociedad Española de Cardiología. Requerimientos y equipamiento de las técnicas invasivas en cardiología pediátrica: aplicación clínica. *Rev Esp Cardiol* 1999;52:688-707.
- Tynan M, Finley JP, Fontes V, Hess J, Kan J. Balloon angioplasty for the treatment of native coarctation: Results of valvuloplasty and angioplasty of congenital anomalies registry (VACA). *Am J Cardiol* 1990;65:790-2.
- Ino T, Nishimoto K, Kato H, Momma K, Ishizawa A, et al. Balloon angioplasty for aortic coarctation: Report of a questionnaire survey by the Japanese Pediatric Interventional Cardiology Committee. *Jpn Circ J* 1997;61:375-83.
- Saba SE, Nimri M, Shamaileh Q, Al-Hakim F, Krayyem M, Abu-Ata I, et al. Balloon coarctation angioplasty: Follow-up of 103 patients. *J Invasive Cardiol* 2000;12:402-6.
- Ovaert C, McCrindle BW, Nykanen D, MacDonald C, Freedom RM, Benson LN. Balloon angioplasty of native coarctation: clinical outcomes and predictors of success. *J Am Coll Cardiol* 2000;35:988-96.
- Rao PS, Thapar MK, Galal O, Wilson AD. Follow-up results of balloon angioplasty of native coarctation in neonates and infants. *Am Heart J* 1990;120:1310-4.
- Sibli G, Rao PS, Nouri S, Ferdman B, Jureidini SB, Wilson AD. Long-term follow-up results of balloon angioplasty of postoperative aortic recoarctation. *Am J Cardiol* 1998;81:61-7.

16. Mann C, Goebel G, Eicken A, Genz T, Sebening W, Kaemmerer H, et al. Balloon dilation for aortic recoarctation: Morphology at the site of dilation and long-term efficacy. *Cardiol Young* 2001;11:30-5.
17. Suárez de Lezo J, Pan M, Romero M. Balloon-expandable stent repair of severe coarctation of aorta. *Am Heart J* 1995;129:1002-8.
18. Bulbul ZR, Bruckheimer E, Lowe JC. Implantation of balloon-expandable stents for coarctation of the aorta: Implantation data and short-term results. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1996;39:36-42.
19. Ebeid MR, Prieto LR, Larson LA. Use of balloon-expandable stents for coarctation of the aorta: Initial results and intermediate-term follow-up. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1847-52.
20. Alcívar J, Pena N, Oñate A, Cabrera A, Galdeano JM, Pastor E, et al. Implantación primaria de stent en la coartación de aorta: seguimiento a medio plazo. *Rev Esp Cardiol* 2000;53:797-804.
21. Saliba Z, Aggoun Y, Iserin L, Massih TA, Bonnet D, Acar P, et al. Dilatation percutanée suivie d'implantation de stent dans les recoarctations de l'aorte: une alternative séduisante. *Arch Mal Coeur Vaiss* 2001;94:427-32.