

## Angioplastía con stent en el tratamiento de coartaciones aórticas críticas

Carlos Javier González Álvarez,\* Guillermo Ordóñez Toquero,\*\* Eduardo Rivera Quintero\*\*\*

### Resumen

**Objetivo:** Dar a conocer nuestra experiencia en el tratamiento endovascular de la coartación de la aorta de importante repercusión hemodinámica. **Métodos:** De mayo de 2000 a febrero de 2006, se estudiaron 7 pacientes, con el diagnóstico de coartación aórtica. A todos ellos previo consentimiento se les realizó historia clínica, electrocardiograma, radiografía de tórax, ecocardiograma Doppler color transtorácico y estudio angiográfico. Todos los pacientes estaban hipertensos y recibían 1 ó 2 fármacos para su control. **Resultados:** Fueron 7 pacientes tratados con angioplastía y stent P4014; 6 hombres y 1 mujer; el promedio de edad fue  $24.14 \pm 8.57$  años. El gradiente promedio transcoartación fue de 80 mm Hg. El gradiente residual posterior al tratamiento endovascular fue de 4 mm Hg. Se encontró insuficiencia aórtica en 4 de los 7 pacientes que mejoró notablemente después del tratamiento, así como la hipertensión arterial; quedando sólo 3 pacientes con 1 solo fármaco para su control. **Conclusiones:** A pesar de ser una serie pequeña, creemos necesario predilatarse la lesión antes de liberar un stent en coartaciones críticas.

### Summary

#### ANGIOPLASTY AND STENTING IN TREATMENT OF CRITICAL AORTIC COARCTATION

**Objective:** To present our experience in the endovascular treatment of native coarctation of the aorta, with important hemodynamic changes. **Methods:** From May 2000 to February 2006, we studied seven patients with a diagnosis of native coarctation of the aorta. All of them accepted to participate in the treatment. All were subjected to careful examinations with complete clinical history, including electrocardiogram, X-rays, transthoracic echocardiogram and angiography. All patients coursed with hypertension, and were being treated with one or two drugs to control their high blood pressure. **Results:** We treated seven patients, with angioplasty and stenting, six men and one woman, the average age was  $24.14 \pm 8.57$  years, and the average trans-coarctation gradient was 80 mm Hg. The residual gradient after endovascular treatment was of a 4 mm Hg. We found aortic insufficiency in four of the seven patients, who improved after treatment, the high blood pressure improved also, and only three patients continue taking one anti-hypertensive drug. **Conclusions:** There were few patients in the study, but we think that we must predilate the lesion before to release a stent in critical aortic coarctation. (Arch Cardiol Mex 2006; 76: 424-430)

**Palabras clave:** Coartación de la aorta. Coartación crítica. Stent Palmaz 4014.

**Key words:** Aortic coarctation. Critical coarctation. Stent Palmaz 4014.

\* Ex-jefe del Servicio de Cardiología y Hemodinamia. Hospital General de Puebla, Secretaría de Salud.

\*\* Cardiólogo Pediatra. Centro Médico Nacional, Manuel Ávila Camacho, IMSS, Puebla.

\*\*\* Colegio de Cardiología de Puebla.

Correspondencia: Dr. Carlos Javier González Álvarez. Diagonal Zaragoza Núm. 5128-101, Jardines de San Manuel, 72570 Puebla, Pue. Tel. 01222-2330233 Fax 01222-2330233 drcajago@hotmail.com

Recibido: 28 de abril de 2006

Aceptado: 21 de agosto de 2006

## Introducción

La coartación de la aorta (CoAo), es una cardiopatía congénita frecuente (aproximadamente 20 a 60 por cada 100,000 nacidos vivos) y se caracteriza por estenosis de la aorta descendente, habitualmente distal al origen de la subclavia izquierda, a la altura de la inserción del ligamento arterioso. Hay un predominio del sexo masculino y está asociada con otros defectos congénitos, como aorta bicúspide en el 50% de los casos. Los pacientes no tratados tienen mal pronóstico ya que la mayoría morirán de un evento vascular cerebral, enfermedad coronaria, falla cardíaca o muerte súbita alrededor de la 4ª década de la vida, y se caracteriza por hipertensión y un gradiente significativo en la presión de miembros superiores y miembros inferiores.<sup>1</sup>

En 1945 Crafoord<sup>2</sup> y Gross<sup>3</sup> independientemente reportaron las primeras reparaciones quirúrgicas exitosas de CoAo. Y por 40 años ha sido el tratamiento de elección para esta cardiopatía congénita, con resección y anastomosis aórtica terminoterminal con o sin la utilización de injertos.

En 1982 Singer y cols.<sup>4</sup> reportaron la primera angioplastia con catéter balón en humanos para el tratamiento de la CoAo nativa y recoartaciones. Aunque ha despertado mucho interés todavía tenemos algunas limitantes como es la retracción elástica de la pared que nos pudiera ocasionar recoartación inmediatamente después del procedimiento.

Finalmente en 1991 O'Laughlin y cols.<sup>5</sup> reportaron el uso del stent para el tratamiento de la CoAo; con lo cual se disminuyó notablemente la retracción elástica, la incidencia de recoartación, aneurismas y disecciones de la aorta.

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer nuestra experiencia en el tratamiento endovas-

cular de la CoAo localizada, con gradientes mayores a 60 mm Hg y estenosis mayor al 70%.

## Pacientes y métodos

De mayo de 2000 a febrero de 2006, se estudiaron 7 pacientes con el diagnóstico de CoAo localizada, en 6 de ellos fue crítica que es el motivo del presente trabajo y un paciente adolescente con una coartación no crítica. Los primeros 5 pacientes procedentes del Hospital General de Puebla de la Secretaría de Salud y los 2 últimos pacientes (6 y 7) del Servicio de Cardiología Pediátrica del Centro Médico Nacional Manuel Ávila Camacho del IMSS, en la ciudad de Puebla (Tabla I).

A todos los pacientes se les realizó historia clínica completa, radiografía de tórax, electrocardiograma de 12 derivaciones, ecocardiograma Doppler color transtorácico, estudio angiográfico a nivel de la raíz de la aorta y trazo de retiro en el sitio coartado.

Se obtuvo el consentimiento informado de los pacientes o sus padres para la realización del estudio diagnóstico y terapéutico.

Hacemos mención que una CoAo crítica o de importante repercusión hemodinámica la hemos considerado aquella con gradiente mayor de 60 mm Hg y estenosis de la aorta mayor al 70% comparada con la aorta a nivel diafragmático, ya que no existe una clasificación desde el punto de vista hemodinámico para considerar una coartación ligera, moderada o importante.

## Técnica

Bajo analgesia y sedación profunda, se canuló la arteria femoral derecha con introductor 6F, se atravesó la CoAo con una guía recta de intercambio de 0.038 pulgadas, se realizó una aortografía en OIA a 45° para determinar el grado de insuficiencia aórtica y conocer las características de la coartación (Fig. 1A), finalmente se realizó un trazo de retiro para medir el gradiente transcoartación (Fig. 2).

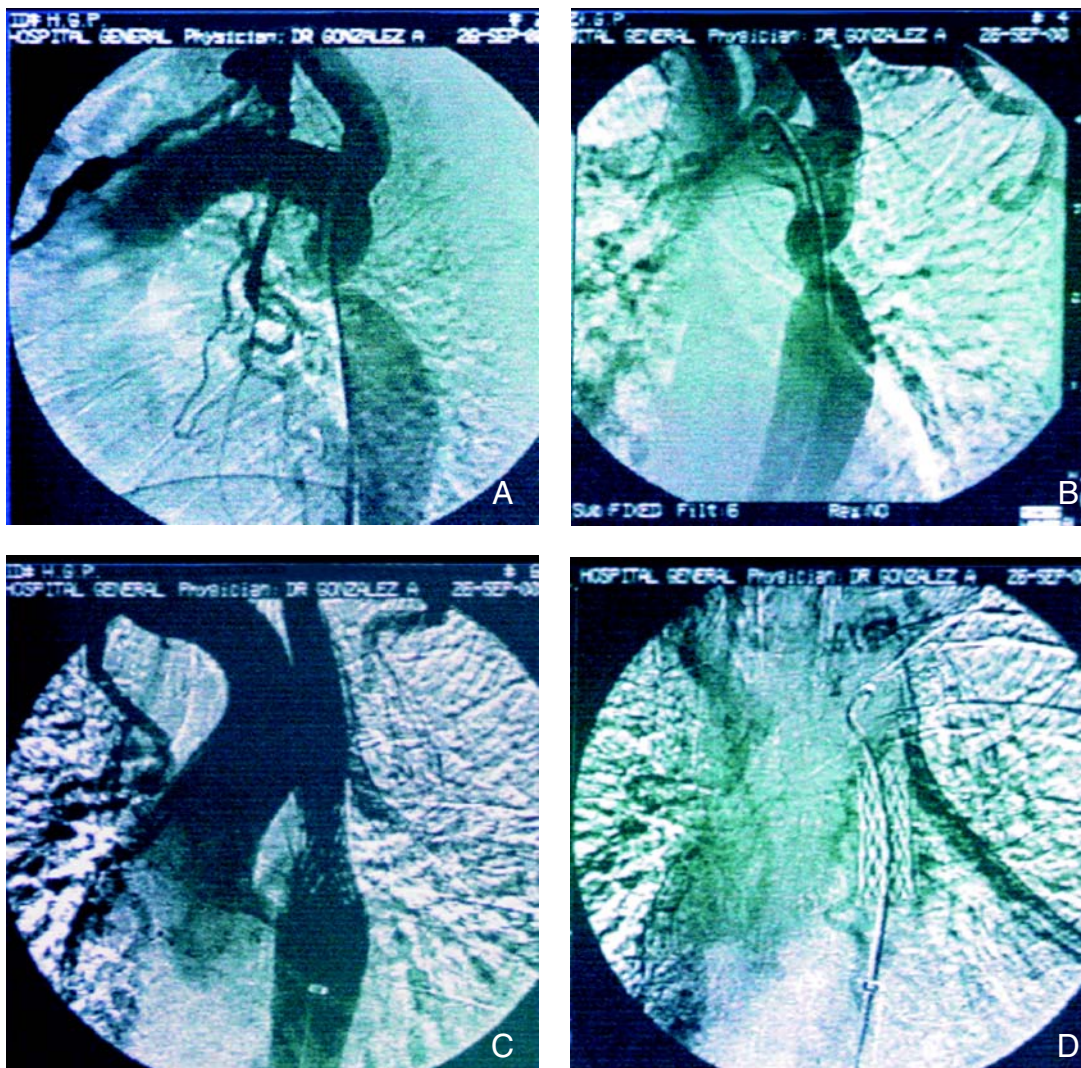
En los dos pacientes pediátricos y en el primer paciente adulto que tuvimos en el 2000 puncionamos ambas femorales, en la izquierda se mantuvo un catéter angiográfico y en la derecha se realizó el procedimiento, en el resto de nuestros pacientes adultos sólo se realizó el procedimiento diagnóstico y terapéutico por la arteria femoral derecha.

Posteriormente se cambió el introductor por uno recto de 11 F y 80 cm de largo, se heparinizó con

Tabla I. Características de los pacientes.

Paciente	Edad	Sexo	No. fármacos anti-HAS	Válvula aórtica
1	35 a	F	2	Trivalva
2	21 a	M	1	Bivalva
3	30 a	M	2	Trivalva
4	25 a	M	2	Trivalva
5	31 a	M	2	Trivalva
6	15 a	M	1	Trivalva
7	12 a	M	2	Bivalva

Anti-HAS : Antihipertensivos



A. OIA 45° sitio crítico de la CoA.  
 B. OIA 45° angiograma después de la predilatación con un balón de 12 mm.  
 C. AP angiograma después de la colocación del stent P4014.  
 D. AP observando la posición final del stent.

**Fig. 1.** Estudio angiográfico.

5,000 unidades en los pacientes adultos y en los adolescentes a 50 u/kg de peso, la guía de intercambio se cambió por una guía amplatz supers-tiff de 0.035 pulgadas y 260 cm de largo la cual se dejó en la subclavia derecha o izquierda y en 2 pacientes en la aorta ascendente, se predilató con un catéter balón de 12 ó 15 mm de diámetro. Sólo se realizó una sola predilatación en todos los casos y finalmente se liberó un stent Palmaz 4014 (Johnson y Johnson Interventional Systems CO Warren New Jersey EUA) y se escogió el balón para impactar el stent de acuerdo al pro-

medio del diámetro de la aorta precoartación y la aorta a nivel diafragmático (*Figs. 1B y 1C*). El paciente de 15 años (paciente No. 6) fue el único caso en donde se liberó el stent en forma directa con un balón de 14 mm de diámetro, ya que la CoAo no era crítica y el gradiente era de 37 mm Hg; en todos los demás pacientes predilatamos ya que en alguno de los primeros casos intentamos pasar el stent en forma directa pero fue imposible debido a la estrechez y a la angulación de la CoAo; por lo cual en los siguientes casos decidimos predilatar en todos.



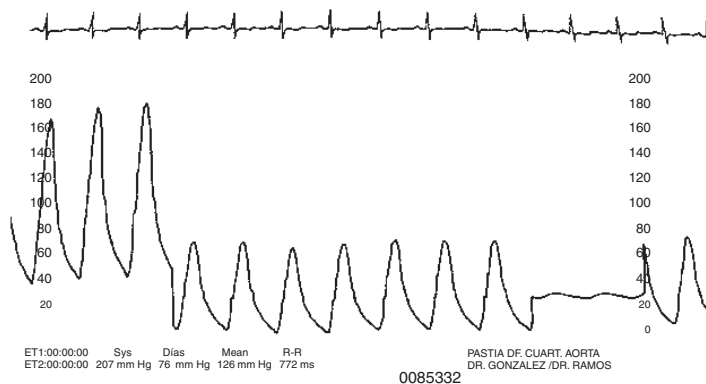


Fig. 2. Trazo de retiro, con un gradiente de 110 mm Hg.

Para predilatar la estenosis en 5 pacientes el balón utilizado fue de 12 mm y en un paciente utilizamos un balón de 15 mm; ya que a un paciente el stent fue directo. A los 7 pacientes se les trató con un stent Palmaz 4014 el cual fue liberado, sin desplazamientos, disecciones y/o embolias.

Finalmente se realizó una última aortografía para corroborar la posición del stent en AP (Figs. 1C y 1D) y un trazo de retiro para determinar el gradiente residual (Tabla II). El catéter angiográfico fue posicionado con guía.

Los pacientes permanecieron 24 h en la terapia intensiva y 24 h más en hospitalización, antes de ser egresados. Se pasó antibiótico 1 día antes y 2 días después de la angioplastia. Se medicó con clopidogrel 75 mg diariamente por un mes y ácido acetilsalicílico 100 mg por 3 meses, en los pacientes adultos solamente, en los adolescentes no se les dio antiagregantes plaquetarios. Se realizó seguimiento clínico y ecocardiográfico por 6 meses, en 6 de los 7 pacientes.

### Resultados

De los 7 pacientes tratados 6 (85.7%) fueron del sexo masculino y 1 (14.2%) del sexo femenino. La edad promedio fue de  $24.14 \pm 8.57$  años (12 a 35 años), todas fueron localizadas, no hubo CoAo con hipoplasia del istmo aórtico ni tubulares y 4 (57%) de los 7 presentaban insuficiencia aórtica (IAo) agregada, determinada por estudio ecocardiográfico y angiográfico; 1 paciente grado I de IV, otro grado II de IV, otro más grado III de IV y uno último grado IV de IV de Sellers.

Sólo 2 (28.5%) pacientes presentaban aorta bivalva (Tabla I).

El gradiente residual promedio fue de 4 mm Hg (0 a 7 mm Hg) con un gradiente previo de 80.7 mm Hg (37 a 120 mm Hg) y si tomamos en cuenta sólo el gradiente en los 6 pacientes con CoAo de importante repercusión hemodinámica, el gradiente promedio fue de 88 mm Hg; (60 a 120 mm Hg) el diámetro intra-stent promedio post-angioplastia fue de  $16.42 \pm 2.07$  mm; con un diámetro previo de  $3.42 \pm 0.78$  mm (Tabla II). No hubo hipertensión paradójica en ninguno de los pacientes, tampoco la necesidad de transfundirlos, no se presentaron reacciones vagales y las pequeñas disecciones fueron cubiertas por los stents.

Un paciente presentó isquemia de miembro inferior derecho que mejoró en las siguientes 12 h, ya que los sistemas para la liberación del stent continúan siendo de diámetros grandes; otro paciente presentó un pequeño hematoma en el sitio de punción; a todos se les retiró el introductor entre las 6 y 10 h después del procedimiento. Se les pasó una dosis única de enoxaparina a 1 mg/kg después del retiro del introductor y se les dejó esquema de antiagregación plaquetaria como fue comentado previamente.

El seguimiento clínico demostró mejoría importante en el control de la hipertensión arterial y a los 6 meses sólo 3 pacientes (42.8%) continuaban con 1 medicamento antihipertensivo.

De los 2 pacientes con IAo grado III y IV de Sellers, ambos mejoraron y la IAo reportada por ecocardiografía fue moderada y en clases funcionales I y II de la NYHA.

En nuestra primer paciente del año 2000 el gradiente trans-stent fue de 7 mm Hg en el trazo de retiro, sin embargo a los 3 meses el estudio ecocardiográfico demostró un gradiente en el sitio del stent de 20 mm Hg. En los siguientes 4 años el gradiente ecocardiográfico se mantuvo igual, estuvo asintomática y con buenos pulsos en miembros inferiores; motivos por los cuales no se le realizó ningún otro estudio angiográfico o intervención.

### Discusión

Se trataron 6 pacientes con CoAo críticas y uno con CoAo no crítica sin complicaciones mayores, se predilató en una sola ocasión en 6 de los 7 casos y se liberó un stent P4014 en todos los pacientes, con buena evolución clínica y ecocardiográfica a los 6 meses que fue el tiempo de seguimiento en 6 de los 7 pacientes, ya que el último es muy reciente.

En CoAo críticas es indispensable predilatar con un balón pequeño antes de liberar el stent, para evitar desplazamientos del stent y permitir que pase un stent con un balón de mayor diámetro sin dificultad.

Ya no existe duda en relación al tratamiento de la CoAo con stent en el adolescente y en el adulto; con lo cual disminuye notablemente la re-coartación que se ha comunicado entre el 14 y el 35%, sólo con balón. Esto es debido a que la fuerza radial del stent limita la retracción elástica y mejora la respuesta proliferativa del endotelio, ante un menor traumatismo. Así mismo limita la disección provocada por el balón, refuerza las áreas débiles de la pared que pudieran ser causa de aneurismas tardíos.<sup>6</sup>

El grupo brasileño de Pedra y cols.<sup>7</sup> en el estudio comparativo del tratamiento de la CoAo entre angioplastia y stent; encontraron mejores resultados en aquellos pacientes tratados con stent que aquellos tratados con angioplastia; debido a una mayor disminución del gradiente sistólico, aumento en el diámetro de la aorta a nivel de la coartación y un gradiente residual menor después de la intervención.

Así mismo mejoró la deformación de la aorta con los stents; sin embargo no hubo cambios en la presión arterial sistémica en ambos grupos, con 18 meses de seguimiento.

Desde 1995 hasta la actualidad ha habido 16 publicaciones en revistas anglosajonas, con los resultados del tratamiento endovascular en la CoAo en adolescentes y adultos (633 pacientes), con un promedio de edad de 22 años y un promedio en el gradiente sistólico de 47 mm Hg. En estas series hubo pacientes tratados sólo con angioplastia, otros con stent directo y otros más con angioplastia y stent<sup>8</sup> y los resultados finales se-

ñalan que el tratamiento de la CoAo debe llevarse a cabo con prótesis endovasculares.

Bulbul y cols.<sup>9</sup> realizan una revisión de las ventajas el stent directo; entre las cuales destacan la reducción del manejo de guías y catéteres a través de la zona coartada o recién dilatada, la posibilidad de embolización también se reduce, pues la expansión inicial incrusta la malla en el proceso obstructivo y en la pared.<sup>9</sup>

Igual que en los trabajos anteriores las estenosis no fueron de importante repercusión hemodinámica, como en el 87% de nuestra serie, con gradientes sistólicos por arriba de 60 mm Hg. Motivo por el cual fue factible utilizar sólo balón o stent directo ya que la anatomía y los gradientes lo permitieron, sin embargo en estenosis muy apretadas y deformadas, con gradientes por consiguiente altos, es indispensable predilatar para posteriormente liberar un stent.

En el caso No. 1 el gradiente medido por ecocardiografía a los 3 meses fue de 20 mm Hg y esto seguramente fue secundario a la IAo moderada residual, que con el Doppler se ha visto incrementada en relación a la medición pico a pico del trazo de retiro que realizamos inmediatamente después del procedimiento y que sólo mostró 7 mm Hg de gradiente residual.

Se conocen muy bien algunas de las limitaciones del Doppler después de la cirugía o intervención percutánea en una CoAo:<sup>10</sup> pacientes con gastos cardíacos altos e hipertensión sistémica, IAo y dilatación de la aorta ascendente.

El gradiente promedio residual inmediato en nuestros pacientes fue de 4 mm Hg; lo cual correlaciona con una buena evolución a 6 meses, de acuerdo a lo publicado por Zabal y cols.<sup>11</sup> en una de las series más grandes del país con 54 pacientes, 32 tratados con angioplastia y 22 con stent.

Los factores asociados con gradientes residuales menores de 10 mm Hg son: CoAo localizadas y el uso de stents.<sup>11</sup>

Otros de los predictores de complicaciones de la aorta fueron la edad avanzada y la coexistencia de válvula aórtica bicúspide. Como hace referencia Oliver,<sup>12</sup> con una prevalencia de complicaciones por abajo del 3% en pacientes menores de 20 años y sin válvula aórtica bicúspide y esto se incrementa al 50% en pacientes mayores de 39 años y con válvula aórtica bicúspide.

La presencia de válvula aórtica bicúspide ha demostrado su asociación con CoAo y pudieran formar parte de una arteriopatía difusa.<sup>12</sup> Ya que la

**Tabla II.** Estudio hemodinámico.

Paciente	Grad-Pre	Grad-Post	Diam-Pre	Diam-Post
1	110 mm Hg	7 mm Hg	2 mm	14 mm
2	60 mm Hg	0 mm Hg	5 mm	18 mm
3	120 mm Hg	4 mm Hg	3 mm	18 mm
4	80 mm Hg	0 mm Hg	3 mm	17 mm
5	85 mm Hg	5 mm Hg	4 mm	19 mm
6	37 mm Hg	6 mm Hg	4 mm	15 mm
7	73 mm Hg	6 mm Hg	3 mm	14 mm

Grad-Pre: Gradiente predilatación  
 Grad-Post: Gradiente postdilatación  
 Diam-Pre: Diámetro predilatación  
 Diam-Post: Diámetro postdilatación

enfermedad se extiende por arriba y por debajo de la zona obstruida con alteraciones de la capa elástica y focos de necrosis quística de la media.

Las complicaciones cardiovasculares tardías incluyen: hipertensión arterial sistémica, enfermedad coronaria prematura, recoartaciones, anomalías en el tracto de salida del ventrículo izquierdo, falsos o verdaderos aneurismas, disección o ruptura de la aorta, endarteritis o fístulas de la aorta.<sup>13</sup>

En el seguimiento de los pacientes con angioplastia aórtica un 27 a 68% de los casos continúan hipertensos o requieren tratamiento antihipertensivo.<sup>9</sup> En nuestra pequeña casuística 3 (42.8%) de los 7 pacientes continuaban con tratamiento antihipertensivo con dosis menores a las previas, un solo fármaco.

Después de la corrección quirúrgica de la CoAo, la prevalencia de hipertensión arterial se redujo notablemente a 38% en la población brasileña de Margarida María Smith.<sup>10</sup> Otros autores han encontrado una prevalencia elevada y esto lo han atribuido a una intervención quirúrgica tardía; sin embargo 5 a 10 años después de la cirugía la prevalencia de hipertensión arterial es muy baja.<sup>10</sup>

Otra complicación en estos pacientes tratados con cirugía o tratamiento intervencionista son los aneurismas, ya que este último ocasiona fracturas de la íntima y media de la pared aórtica.

El aneurisma fue definido como una discreta dilatación de la aorta en el sitio reparado mayor al 150% del diámetro de la aorta a nivel del diafragma.<sup>14</sup>

Los mayores sitios en el desarrollo de aneurismas son a nivel de la CoAo, adyacente a la CoAo o en la raíz de la aorta, cuando existe una válvula aórtica bicúspide; y esta susceptibilidad de disección se ha relacionado al hallazgo de una necrosis quística de la media.<sup>14</sup> Estos aneurismas habitualmente son pequeños y no progresan, motivos por los cuales ni la radiografía ni la eco-

cardiografía son suficientemente sensibles para detectarlos; por lo que se ha sugerido practicar rutinariamente una resonancia magnética a los 9 meses de haber sido tratados ya sea por vía endovascular o por cirugía.

Otros estudios han reportado la formación de aneurismas posterior al tratamiento quirúrgico en un 5 al 50% en el sitio reparado. Therrien y cols.<sup>15</sup> reportaron una prevalencia del 14% en el desarrollo de aneurismas posterior a la cirugía. El grupo de Suárez de Lezo<sup>16</sup> con 21 años de seguimiento de sus pacientes con CoAo e intervenidos inicialmente mediante angioplastia y posteriormente con stent, reportó una incidencia en la formación de aneurismas en pacientes tratados con stent del 3%.

Finalmente no realizamos pruebas de esfuerzo para detectar hipertensión inducida por ejercicio durante el seguimiento; como se ha observado en otras series de pacientes operados de CoAo que desarrollan hipertensión hasta en el 35% de los casos con el ejercicio cuando aparentemente eran normotensos;<sup>17</sup> y esto es un factor más para desarrollar disfunción ventricular izquierda y falla cardíaca, por lo cual es conveniente realizar pruebas de esfuerzo en aquellos pacientes tratados con cirugía o terapia endovascular para definir quiénes continuarán con tratamiento antihipertensivo.<sup>18</sup> Y esto será motivo de futuros estudios.

## Conclusiones

A pesar de ser una serie pequeña es indispensable hacer mención que en CoAo críticas se debe predilatar la lesión antes de liberar un stent; con la finalidad de permitir que pase adecuadamente un stent con un catéter balón de mayores dimensiones al utilizado para pre-dilatar y con esto obtener resultados óptimos y disminuir las posibles complicaciones que pudieran resultar de una angioplastia sin stent o un stent directo.

## Referencias

1. VIAKOM M, MICHAEL JM: *Endovascular management of aortic coarctation*. Int J Cardiol 2004; 97: 75-78.
2. CRAFOORD C, NYLING G: *Congenital coarctation of the aorta and its surgical treatment*. J Thorac Surg 1945; 14: 347-361.
3. GROSS RE: *Surgical correction for coarctation of the aorta*. Surgery 1945; 18: 673-678.
4. SINGER MI, ROWEN M, DORSEY TJ: *Transluminal aortic balloon angioplasty for coarctation of the aorta in the newborn*. Am Heart J 1982; 103: 131-132.
5. O'Laughlin MP, Perry SB, Lock JE, Mullins CE: *Use of endovascular stents in congenital heart disease*. Circulation 1991; 83: 1923-1939.

6. ALCIBAR J, PEÑA N, OÑATE A, CABRERA A, GALDEANO J, PASTOR E: *Implantación primaria de stent en la coartación de la aorta; seguimiento a mediano plazo*. Rev Esp Cardiol 2000; 52: 797-804.
7. PEDRA CA, FONTES VF, ESTEVES CA, PILLA CB, BRAZA SL, PEDRA SR: *Stenting vs balloon angioplasty for discrete unoperated coarctation of the aorta in adolescents and adults*. Cathet Cardiovasc Interv 2005; 64: 495-506.
8. CARR JA: *The results of catheter-based therapy compared with surgical repair of adult aortic coarctation*. J Am Coll Cardiol 2006; 47: 1101-1107.
9. BULBUL ZR, BRUCKHEIMER E, LOVE JC, FAHEY JT, HELLENBRAND WE: *Implantation of balloon-expandable stents for coarctation of the aorta; implantation data and short-term results*. Cathet Cardiovasc Diagn 1996; 39: 36-42.
10. SMITH MM, MARTINS T, RODRÍGUES J, RODRÍGUES LF, DEMARCHI V, BARBERO-MARCIAL M: *Evolutional aspects of children and adolescents with surgically corrected aortic coarctation: clinical, echocardiographic, and magnetic resonance image analysis of 113 patients*. J Thorac Cardiovasc Surg 2004; 127: 712-720.
11. ZABAL C, ATTIE F, ROSAS M, BUENDÍA-HERNÁNDEZ A, GARCÍA-MONTES JA: *The adult patient with native coarctation of the aorta: balloon angioplasty or primary stenting?* Heart 2003; 89: 77-83.
12. WARNES CA: *Bicuspid aortic valve and coarctation: two villains part of a diffuse problem*. Heart 2003; 89: 965-966.
13. OLIVER JM, GALLEGO P, GONZÁLEZ A, AROCA A, BRET M, MESA JM: *Risk factors for aortic complications in adults with coarctation of the aorta*. J Am Coll Cardiol 2004; 44: 1641-1647.
14. ISNER JM, DONALDSON RF, FULTON D: *Cystic medial necrosis in coarctation of the aorta: a potential factor contributing to adverse consequences observed after percutaneous balloon angioplasty of coarctation sites*. Circulation 1987; 75: 689-695.
15. THERRIEN J, THORNE SA, WRIGHT A, KILNER PJ, SOMERVILLE J: *Repaired coarctation: a "cost effective" approach to identify complications in adults*. J Am Coll Cardiol 2000; 35: 997-1002.
16. SUÁREZ DE LEZO J, PAN M, ROMERO M, SEGURA J, PAULOVIC D, OJEDA S: *Percutaneous interventions on severe coarctation of the aorta: a 21 -year experience*. Pediatr Cardiol 2005; 26: 176-189.
17. HARRISON DA, MC LAUGHLIN PR, LAZZAM C, CONNELLY M, BENSON LN: *Endovascular stents in the management of coarctation of the aorta in the adolescent and adult: one year follow-up*. Heart 2001; 85: 561-566.
18. JOHNSTON TA, GRIFKA RG, JONES TK: *Endovascular stents for treatment of coarctation of the aorta: acute results and follow-up experience*. Cathet Cardiovasc Interv 2004; 62: 499-505

