

Tratamiento endovascular de la coartación aórtica

F. Acín, J. de Haro-Miralles, A. López-Quintana de Carlos,
F.J. Medina-Maldonado, E. Martínez-Aguilar, A. Flórez-González

TRATAMIENTO ENDOVASCULAR DE LA COARTACIÓN AÓRTICA

Resumen. Introducción. El defecto congénito de la coartación de la aorta torácica se presenta en 1:10.000 habitantes, frecuentemente asociado a otros defectos congénitos del desarrollo cardíaco. Habitualmente se detecta y se repara en la infancia, y ocasionalmente se diagnostica en la adolescencia y la edad adulta, de novo o como complicación en la evolución de reparaciones previas (pseudoaneurismas, reestenosis, etc.). Estos pacientes requieren de intervenciones correctoras que se acompañan de una morbilidad significativa. La alternativa a ellas se ha desarrollado en los últimos años mediante técnicas endovasculares. Objetivo. Exponer el estado actual de la práctica clínica en el tratamiento endovascular de la coartación de la aorta torácica mediante angioplastia simple y angioplastia con stent. Desarrollo. Se discute la indicación de angioplastia en los niños menores de 3 años. La utilización de stents está limitada en la edad infantil por el desarrollo incompleto del niño. Puede ser el tratamiento de elección en el adolescente y el adulto, incluso mediante stent primario. Conclusión. Las reintervenciones con técnica endovascular de las reestenosis y las endoprótesis cubiertas para el tratamiento de los aneurismas poscoartación y de los pseudoaneurismas poscirugía ofrecen resultados satisfactorios. [ANGIOLOGÍA 2006; 58 (Supl 1): S119-26]

Palabras clave. Angioplastia. Coartación aórtica. Dilatación con balón. Pseudoaneurisma. Stent. Tratamiento.

Introducción

La coartación aórtica (CA) es un defecto congénito (1:10.000 habitantes) que se caracteriza por la estenosis de la aorta torácica descendente, con más frecuencia en su porción distal al origen de la arteria subclavia izquierda, en la localización de la inserción del *ligamentum arteriosum*. El espectro morfológico de las anomalías abarca desde una discreta estenosis distal a la arteria subclavia izquierda, frecuentemente acompañada de un gran desarrollo de circulación colateral, hasta la hipoplasia del cayado aórtico, pasando por

todas las posibles gradaciones como la estenosis tubular extensa de la aorta descendente. Clásicamente se distingue el tipo preductal (forma infantil) y el postductal (forma adulta), en atención a los cambios hemodinámicos que subyacen en la alteración del desarrollo aórtico. Predomina en el sexo masculino y se asocia a otros defectos cardíacos congénitos, particularmente a la válvula aórtica bicúspide, en más de un 50% de los casos y al conducto arterioso persistente. Con menor frecuencia se asocia a la trasposición de grandes vasos y anomalías mitrales. La evolución natural de la CA no tratada tiene un pobre pronóstico, debido a que la mayor parte de los pacientes mueren a consecuencia de un ictus cerebral, enfermedad coronaria o muerte súbita durante la cuarta década de la vida [1]. Se asocia con aneurismas cerebrales y es la anomalía vascular relacionada más comúnmente en los pacientes con síndrome de Turner.

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Universitario de Getafe. Getafe, Madrid, España.

Correspondencia: Dr. Francisco Acín. Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Universitario de Getafe. Ctra. Toledo, km 12.500. E-28905 Getafe (Madrid). E-mail: facing@seacv.org

© 2006, ANGIOLOGÍA

La CA habitualmente se detecta y se repara quirúrgicamente durante la infancia, pero –de forma ocasional– puede recurrir o iniciarse clínicamente durante la adolescencia o en el período adulto. Se caracteriza por la presencia de hipertensión en los territorios superiores del cuerpo irrigados por arterias con origen proximal a la coartación y, por ende, por la existencia de un gradiente de presión entre las extremidades superiores e inferiores. También se han implicado otros mecanismos neurohormonales a los que se atribuye el mantenimiento de la hipertensión después del tratamiento quirúrgico. El incremento de la poscarga cardíaca, que se produce sobre todo con el ejercicio, provoca una hipertrofia ventricular izquierda.

Desde la primera reparación quirúrgica hace 50 años, mediante coartectomía con resección y anastomosis terminoterminal, se han ido incorporando procedimientos entre los que se incluyen la colocación de injertos protésicos aórticos, aortoplastias con parche o con colgajo de la arteria subclavia (operación de Waldhausen) y la realización de *bypass* extraanatómico [2,3]. En la serie más grande publicada hasta el momento [4], con 646 intervenciones quirúrgicas realizadas entre 1946 y 1981, Cohen et al encuentran una mayor mortalidad perioperatoria durante el primer año de vida. La menor tasa de mortalidad se logra entre el primer y decimocuarto año, para incrementarse progresivamente en la adolescencia y en la edad adulta, hasta un pico máximo de 4,5% de mortalidad en pacientes mayores de 30 años. Sin duda, los avances en las técnicas han reducido significativamente el riesgo quirúrgico en la infancia [3]. En los recién nacidos y durante la lactancia, cuando la CA se asocia a un cuadro de insuficiencia cardíaca refractaria al tratamiento médico, la reparación quirúrgica tiene carácter urgente. El tratamiento quirúrgico en el neonato con reconstrucción terminoterminal o aortoplastia es efectivo, con excelentes resultados en términos de morbilidad y baja incidencia de recidivas y aneurismas. El momento óptimo del tratamiento en los demás casos se encuentra en discusión

entre los grupos que prefieren un tratamiento precoz para evitar la instauración de la hipertensión y aquellos que tienden a esperar a la edad infantil, con un mayor desarrollo aórtico. En general, el tratamiento suele practicarse en el momento del diagnóstico. Disponemos de muy pocos datos sobre la morbilidad en adultos, donde las dificultades técnicas mantienen el elevado riesgo operatorio [5,6]. La paraplejía, grave complicación de la cirugía de la coartación ocasionada por una isquemia medular, se presenta en el 0,5-1% de los casos y parece asociarse a extensos tiempos de interrupción del flujo aórtico y a la desconexión de las arterias espinales [7]. Otras complicaciones incluyen la hipertensión paradójica, el síndrome poscoartectomía asociado a la reperusión visceral, las lesiones del nervio laríngeo recurrente (13-36%), del nervio frénico (5-6%) y las complicaciones propias de la toracotomía [8].

Los avances técnicos quirúrgicos han mejorado de forma muy importante el pronóstico de estos pacientes, aunque una proporción no despreciable requerirá de una reintervención a causa de reestenosis, degeneración aneurismática o formación tardía de pseudoaneurismas en el lugar de reparación [9-11]. La incidencia de la formación de estos aneurismas se incrementa con el tiempo y tienen un elevado riesgo de rotura si no se tratan. Su incidencia es mayor después de técnicas de aortoplastia con parche protésico [12-14]. A pesar de la reparación quirúrgica adecuada, la expectativa de vida de estos enfermos se encuentra reducida debido a una mayor morbilidad tardía causada por eventos cardiovasculares, en especial por enfermedad coronaria [4].

Tatamiento endovascular

El tratamiento endovascular de la CA se ha desarrollado durante las dos últimas décadas. La angioplastia simple con balón es un tratamiento intrínsecamente traumático que produce un aumento del diámetro de

la arteria a expensas de una rotura de la íntima y la media de la pared aórtica [15,16]. Por ello, su indicación en los niños menores de 3 meses, en los que la pared aórtica está debilitada en más de dos terceras partes de los casos [17,18], es objeto de discusión. En neonatos la frecuencia de reestenosis precoz, la formación de aneurismas y las complicaciones isquémicas de los miembros inferiores, hacen que la opción de tratamiento endovascular sea controvertida.

En adolescentes y adultos, tras la dilatación con el balón es inevitable cierto grado de reestenosis [19, 20]. En los casos de oclusión completa de la aorta, la angioplastia con balón no obtiene resultados adecuados, pues presenta una elevada tasa de reintervenciones por reestenosis y formación de aneurismas secundarios a una sobredilatación (entre el 5 y el 20% en las primeras series publicadas) [15,21,22]. Esto ocurre particularmente en pacientes con hipoplasia ístmica o con estenosis tubular extensa. En relación con esta sobredilatación se han descrito casos de rotura aórtica. A pesar de esto, los resultados que se consiguen con la angioplastia transluminal son equiparables con los obtenidos con cirugía abierta [21,23].

Los avances tecnológicos trajeron consigo la implantación de *stents* por vía endoluminal para la reparación de la CA [24-31]. A diferencia de la angioplastia con balón, el *stent* vence las propiedades elásticas de la pared aórtica para provocar un aumento en su diámetro, aunque no está exento de padecer reestenosis. Provocan una menor agresión a la pared aórtica y fijan los *flaps* intinales de su disección. Si bien en niños de corta edad el uso de estos *stents* se encuentra limitado por el tamaño de los dispositivos de liberación disponibles actualmente y por la necesidad intrínseca de redilatación de acuerdo con el crecimiento somático del niño. Para la mayoría de grupos, el *stenting* aórtico primario es, a día de hoy, el tratamiento de elección en adolescentes y adultos [32]. Las series con resultados a largo plazo en el seguimiento de este tratamiento son escasas; sin embargo, los limitados datos de que disponemos hasta

el momento indican que la reparación endovascular con *stent* aporta un efecto sostenido y favorable que reduce la gravedad de la estenosis con tasas mínimas de reestenosis, y la casi completa erradicación del gradiente intraaórtico [33,34].

Previamente a la indicación de tratamiento endovascular de la CA, se requiere un estudio detallado de la anatomía y fisiopatología de la estenosis y las posibles anomalías cardíacas asociadas. Éste debe incluir un examen clínico con medición de las presiones arteriales en las cuatro extremidades, una medición ambulatoria de la presión arterial, un test de esfuerzo, un ecocardiograma y una angiotomografía computarizada (angio-TC) con reconstrucción tridimensional que permita al cirujano observar la alineación y tortuosidad del segmento estenótico y su relación con otros vasos. Es necesario obtener mediciones precisas tanto del segmento estenótico como del tamaño aórtico proximal y distal a la coartación. En principio, la gravedad de la coartación y la presencia de hipoplasia del istmo aórtico no contraindican el tratamiento endovascular [35,36]. La proximidad de la arteria subclavia izquierda a la lesión no impide el *stenting* aórtico; no obstante, hay que evitar –siempre que sea posible– la oclusión de ésta por *stents* recubiertos. Aunque esta oclusión se produce frecuentemente en el tratamiento endovascular de los aneurismas de la aorta torácica descendente, creemos que en la CA no debe realizarse, porque la colateralidad dependiente de la arteria subclavia puede desempeñar un papel funcional importante tras la colocación de *stents*. Este problema puede solucionarse con la realización de un *bypass* previo carotidosubclavio en los casos cuyas relaciones anatómicas, previamente valoradas, predigan la imposibilidad de ajustar el extremo proximal del *stent* cubierto al *ostium* de la arteria subclavia [37].

Es importante una cuidadosa planificación y la ejecución del procedimiento a fin de reducir al mínimo las posibles complicaciones. Las más importantes son la rotura aguda y la disección masiva de la

pared aórtica. Existe un caso comunicado en la bibliografía de muerte intraoperatoria debido a una rotura aórtica [38] y otro caso reciente de control con éxito de la rotura mediante la colocación inmediata de un *stent* [39]. En estos casos, la posdilatación del *stent* parece ser la causa responsable de las roturas, por lo que se debe evitar la sobredimensión de los balones de dilatación. Otra posible complicación es la migración del *stent*, sobre todo en pacientes con coartación moderada, por lo que se recomienda liberar el *stent* en estos casos con hipotensión controlada.

Dilatación simple frente a *stent* primario

Hay suficientes evidencias a favor del tratamiento endovascular de la CA como alternativa segura y efectiva a la cirugía abierta en adultos. Empezamos a acumular una considerable experiencia de la dilatación con balón [15,23] y de la colocación de *stents* [24] que nos induce a considerar el *stenting* primario en adultos para la reparación de la CA. En este sentido, y de acuerdo con estudios previos [23,40-42], la colocación de *stents* de forma primaria parece una alternativa a la angioplastia simple con balón. La técnica ofrece una morbilidad mínima y está prácticamente exenta de mortalidad, elimina o reduce el gradiente de presión y evita la reparación quirúrgica. La angioplastia simple puede obtener resultados medios en pacientes con hipoplasia del cayado aórtico o con coartación tubular. Por el contrario, en coartaciones moderadas se consiguen excelentes resultados con la angioplastia con balón y se podría reservar el tratamiento con *stent* para los casos donde no haya abolición del gradiente. No obstante, no existe una comparación que enfrente la angioplastia con balón al *stent* primario en estudios aleatorizados.

Tampoco conocemos el riesgo cardiovascular real que tiene la persistencia de gradiente de presión residual. La mayoría de autores considera que un procedimiento tiene buen resultado cuando se obtie-

nen gradientes menores de 20 mmHg. No sabemos si la reducción de ese gradiente por debajo de algún punto de corte supondría un beneficio clínico significativo. En cualquier caso, sí tenemos evidencia de que el *stent* consigue una mayor reducción del gradiente que la angioplastia simple [41] y una incidencia menor de hipertensión en el seguimiento.

Así, en los casos de CA en adultos, donde ya no encontramos el crecimiento somático como factor que se ha de tener en cuenta, los datos nos disponen a considerar el *stenting* primario como opción principal, al reducir el traumatismo de la pared aórtica mediante la dispersión radial y tangencial de fuerzas, sellar los posibles desgarros intinales y las pequeñas posibles disecciones y reducir la probabilidad de formación de aneurismas. La angioplastia simple predispone a una disección más extensa y condiciona el buen posicionamiento de un *stent* en el caso de un resultado incompleto.

Resultados del *stenting*

En el medio millar de casos descritos en las diferentes series publicadas [24-31,42] tanto en niños como adultos, los resultados inmediatos aportados han sido excelentes [27,42-44]; se ha obtenido la abolición del gradiente de presión en más del 95% de los pacientes. Durante el seguimiento se ha observado la aparición de reestenosis en un 3,5% de los adultos, adolescentes y niños mayores de 6 años, las cuales se han reparado con una ulterior dilatación. En los casos de niños menores de 6 años, el *stent* se implanta en estenosis no solucionadas mediante la angioplastia. Se trata de un procedimiento no definitivo que requiere de ulteriores expansiones del *stent* para conseguir un diámetro adecuado con el desarrollo de la pared aórtica. Se ha demostrado igualmente que los *stents* consiguen unos resultados efectivos en los casos de coartación más compleja como son la hipoplasia de cayado aórtico y la estenosis tubular exten-

sa [35,36,45]. Estos pacientes no son los casos ideales para el tratamiento endovascular, pero debemos reservar en los adultos la opción quirúrgica abierta como un recurso ante el fracaso del *stenting* [46].

A pesar del traumatismo que se provoca en la pared aórtica por la colocación del *stent*, es muy infrecuente la aparición de complicaciones mayores. Hasta el momento, sólo se han documentado dos fallecimientos en la bibliografía publicada al respecto [39,42], con una tasa inferior al 1% de necesidad de cirugía urgente tras el procedimiento; no obstante, los sesgos al comunicar estas series podrían infraestimar el riesgo de complicaciones graves.

La formación tardía de aneurismas se ha descrito en el 4% de los casos, aunque posiblemente no conocemos su verdadera incidencia, que depende no sólo del tipo de intervención sino también del rigor en su búsqueda y detección durante el seguimiento. El protocolo de seguimiento que sugieren los grupos con más experiencia [47,48] es la realización de una angio-TC en la sexta semana *poststenting* y posteriormente al año de la intervención, debido a que la sensibilidad de la radiografía simple de tórax y la ecocardiografía en la detección de la formación de aneurisma nunca llega al 100%.

Los *stents* cubiertos balón-expandibles podrían conseguir un importante avance en la reducción de complicaciones, aunque a expensas de añadir complejidad al procedimiento endovascular y un tamaño mayor de los dispositivos [49].

Otras complicaciones posibles documentadas incluyen la rotura del balón, la malposición del *stent* (4%) y las complicaciones en el acceso a la arteria femoral (3%) [50].

Existen datos que indican que la redilatación del *stent* es posible en pacientes adultos jóvenes [29], pero no conocemos la seguridad de esta intervención en pacientes de más edad. La dilatación diferida por etapas, que permite la cicatrización entre los sucesivos procedimientos y de acuerdo con el crecimiento somático, es una estrategia conceptualmente atracti-

va, pero de la que se desconoce su seguridad y eficacia verdadera.

Disponemos de pocos datos en cuanto a resultados a largo plazo en el tratamiento endovascular de la CA. Las series más extensas y que recogen un seguimiento más prolongado aportan unos resultados muy favorables. Recientemente, Suárez de Lezo et al han publicado su serie de un grupo de 73 pacientes adultos y niños mayores de 6 años (media: 20 ± 12 años) tratados con *stent*. Los 72 pacientes que sobrevivieron a la intervención estaban asintomáticos y libres de reestenosis o formación de un aneurisma tardío, durante un período de seguimiento medio de 5 ± 3 años [42]. No obstante, persisten algunas cuestiones sin respuesta, por lo que se requieren mayores y más ambiciosos estudios prospectivos multicéntricos para definir bien los límites y los verdaderos beneficios a largo plazo de este abordaje terapéutico.

Tratamiento endovascular del aneurisma de la aorta torácica descendente poscoartación

La formación tardía de aneurismas es una complicación grave de la reparación quirúrgica y endovascular de la CA y una posible consecuencia de la coartación subclínica no tratada [9-14]. En series recientes [28], la incidencia de aparición de estos aneurismas tardíos tras la reparación con *stent* de la CA alcanza el 17%, sobre todo en pacientes menores de 6 años que han requerido progresivas dilataciones hasta lograr un adecuado diámetro del *stent* de acuerdo con el crecimiento somático aórtico [42]. En estos casos, los aneurismas son generalmente de tamaño pequeño y no suelen progresar, por lo que se pueden tratar de forma endovascular. Su detección debe llevarse a cabo con un protocolo de seguimiento, como hemos mencionado anteriormente.

Los aneurismas de aorta grandes y con mayor peligro de progresión se encuentran más frecuentemente en la evolución de la reparación quirúrgica de la

CA, sobre todo tras una aortoplastia con parche protésico [12-14]. Tradicionalmente estos aneurismas requerían de reintervención con cirugía abierta. Algunos grupos han publicado resultados excelentes del tratamiento endovascular de este tipo de pseudoaneurismas con ausencia de complicaciones en seguimientos superiores a 24 meses [37,51-54].

La dilatación postestenótica de la aorta torácica descendente secundaria a una CA es una entidad que etiológicamente se asocia más al componente hemodinámico responsable de la dilatación que al degenerativo de la pared aórtica. Suele encontrarse en pacientes jóvenes. Sólo tenemos noticias de tres casos de aneurismas de la aorta torácica descendente secundarios a una coartación subclínica no tratada que se repararon con *stenting* aórtico: un varón de 23 años [55], una mujer de 71 años [52] y otra de 35 años [37]. Con el procedimiento endovascular puede resolverse en un único acto la CA y la dilatación postestenótica, con desaparición del gradiente de presión y exclusión completa del aneurisma. No se han apreciado reestenosis hasta los 36 meses de seguimiento [37].

No poseemos datos suficientes acerca del comportamiento y durabilidad del material protésico en las endoprótesis de la aorta torácica. Aunque la técnica endoluminal podría evitar la necesidad de la cirugía abierta, la durabilidad de estas prótesis no se conoce en pacientes jóvenes, que precisan de una prótesis normofuncionante durante 50 años o más.

Otra complicación –también infrecuente, pero potencialmente fatal– de la reparación quirúrgica de

la CA es la fístula aortobronquial. Su reparación mediante la reintervención con toracotomía presenta una morbilidad muy significativa. Hay que añadir a las ya elevadas tasas de complicaciones de la toracotomía y clampaje aórtico el hecho de que se trata de una reintervención, lo que conlleva un riesgo mayor de infección protésica, afectación ventilatoria prolongada (51%), paraplejía (7-24%), fallo renal (17%) y eventos cardíacos [56]. La mortalidad perioperatoria excede el 41%. El tratamiento endovascular de estas fístulas aortobronquiales secundarias a la reparación quirúrgica de la coartación son técnicamente factibles y se asocian con mayor supervivencia [57]. El resultado a medio plazo –en lo que respecta al cese de episodios de hemoptisis– es bueno, pero el período de seguimiento más extenso publicado son 60 meses [58]. Complicaciones específicas como *endoleaks* persisten en esta forma de tratamiento [59].

Conclusión

El tratamiento endovascular de la CA y sus complicaciones, tanto la reestenosis como la formación tardía de aneurismas de la aorta torácica, es una alternativa efectiva a la cirugía abierta. Sin embargo, la superioridad de los resultados a largo plazo del tratamiento endovascular precisa una mayor evidencia, con series homogéneas en cuanto a pacientes, estrategias de tratamiento y dispositivos empleados, sin olvidar algún análisis de coste-efectividad [60].

Bibliografía

1. Campbell M. Natural history of coarctation of the aorta. *Br Heart J* 1970; 32: 633-40.
2. Bergdahl L, Ljunquist A. Long-term results after repair of coarctation of the aorta by patch grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980; 80: 177-81.
3. Maron BJ, Humphries JO, Rowe RD, Mellits ED. Prognosis of surgically corrected coarctation of the aorta. A 20-year postoperative appraisal. *Circulation* 1973; 47: 119-26.
4. Cohen M, Fuster V, Steele PM, Driscoll D, McGoon DC. Coarctation of the aorta. Long-term follow-up and prediction of outcome after surgical correction. *Circulation* 1989; 80: 840-5.
5. Aris A, Subirana MT, Ferres P, Torner-Soler M. Repair of aortic coarctation in patients more than 50 years of age. *Ann Thorac Surg* 1999; 67: 1376-9.
6. Bouchart F, Dubar A, Tabley A, Litzler PY, Haas-Hubscher C, Redonnet M, et al. Coarctation of the aorta in adults: surgical results and long-term follow-up. *Ann Thorac Surg* 2000; 70: 1483-8.

7. Connolly JE. Hume memorial lecture. Prevention of spinal cord complications in aortic surgery. *Am J Surg* 1998; 176: 92-101.
8. Ramnarine I. Role of surgery in the management of the adult patient with coarctation of the aorta. *Postgrad Med J* 2005; 81: 243-7.
9. Martin MM, Beekman RH, Rocchini AP, Crowley DC, Rosenthal A. Aortic aneurysm after subclavian aortoplasty repair of coarctation of the aorta. *Ann J Card* 1988; 61: 951-3.
10. Bromberg BI, Beekman RH, Rocchini AP, Snider AR, Bank ER, Heidelberger K, et al. Aortic aneurysm after patch angioplasty repair of coarctation: a prospective analysis of prevalence, screening tests and risks. *J Am Coll Cardiol* 1989; 14: 734-41.
11. Fujita T, Fukushima N, Taketani S, Kadoba K, Kagisaki K, Imagawa H, et al. Late true aneurysm after bypass grafting for long aortic coarctation. *Ann Thorac Surg* 1996; 62: 1511-3.
12. Knyshov GV, Sitar LL, Glagola MD, Atamanyuk MY. Aortic aneurysms at the site of the repair of coarctation of the aorta: a review of 48 patients. *Ann Thorac Surg* 1996; 61: 935-9.
13. Ala-Kulju K, Heikkinen L. Aneurysm after patch graft aortoplasty for coarctation of the aorta: long-term results of surgical management. *Ann Thorac Surg* 1989; 47: 853-6.
14. Parks WJ, Ngo TD, Plauth WH Jr, Bank ER, Sheppard SK, Pettigrew RI, et al. Incidence of aneurysm formation after Dacron patch angioplasty repair for coarctation of the aorta: long-term results and assessment utilizing magnetic resonance angiography with three dimensional surface rendering. *J Am Coll Cardiol* 1995; 26: 266-77.
15. Ovaert C, Benson LN, Nykanen D, Freedom RM. Transcatheter treatment of coarctation of aorta: a review. *Pediatr Cardiol* 1998; 19: 27-44.
16. Ho SY, Somerville J, Yip WC, Anderson RH. Transluminal balloon dilation of resected coarcted segments of thoracic aorta: histological study and clinical implications. *Int J Cardiol* 1988; 19: 99-105.
17. Isner JM, Donaldson RF, Fulton D, Bahn I, Payne DD, Cleveland LJ. 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: 689-95.
18. Park Y, Lucas VW, Sklansky MS, Kashani IA, Rothman A. Balloon angioplasty of native aortic coarctation in infants 3 months of age and younger. *Am Heart J* 1997; 134: 917-23.
19. MacDonald S, Thomas SM, Cleveland TJ, Gaines PA. Angioplasty or stenting in adult coarctation of the aorta? A retrospective single center analysis over a decade. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2003; 26: 357-64.
20. Park Y, Sklansky MS, Shaughnessy RD, Kashani IA, Rothman A. Balloon dilatation of native aortic coarctation in two patients with Turner syndrome. *Pediatr Cardiol* 2000; 21: 474-6.
21. Magee AG, Blauth CI, Qureshi SA. Interventional and surgical management of aortic stenosis and coarctation. *Ann Thorac Surg* 2001; 71: 713-5.
22. Fletcher SE, Cheatham JP, Froeming S. Aortic aneurysm following primary balloon angioplasty and secondary endovascular stent placement in the treatment of native coarctation of the aorta. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1998; 44: 40-4.
23. 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.
24. Bulbul ZR, Bruckheimer E, Love JC, Farhey 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.
25. Thanopoulos BD, Hadjinikolaou L, Konstadopoulou GN, Tsaousis GS, Triposkiadis F, Spiro P. Stent treatment for coarctation of the aorta: intermediate term follow up and technical considerations. *Heart* 2000; 84: 65-70.
26. Marshall AC, Perry SB, Keane JF, Lock JE. Early results and medium-term follow-up of stent implantation for mild residual or recurrent aortic coarctation. *Am Heart J* 2000; 139: 1054-60.
27. Suárez de Lezo J, Pan M, Romero M, Medina A, Suárez J, Lafuente M, et al. Immediate and follow-up findings after stent treatment for severe coarctation of aorta. *Am J Cardiol* 1999; 83: 400-6.
28. Harrison DA, McLaughlin 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: 561-6.
29. Duke C, Qureshi SA. Aortic coarctation and recoarctation: to stent or not to stent? *J Interv Cardiol* 2001; 14: 283-98.
30. Cheatham JP. Stenting of coarctation of the aorta. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001; 54: 112-25.
31. Ebeid MR, Prieto LR, Latson 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.
32. Mahadevan V, Mullen MJ. Endovascular management of aortic coarctation. *Int J Cardiol* 2004; 97 (Suppl 1): 75-8.
33. Shah L, Hijazi Z, Sandhu S, Joseph A, Cao QL. Use of endovascular stents for the treatment of coarctation of the aorta in children and adults: immediate and midterm results. *J Invasive Cardiol* 2005; 17: 614-8.
34. Chessa M, Carrozza M, Butera G, Piazza L, Negura DG, Bussadori C, et al. Results and mid-long-term follow-up of stent implantation for native and recurrent coarctation of the aorta. *Eur Heart J* 2005; 26: 2728-32.
35. Rhodes AB, O'Donnell SD, Gillespie DL, Rasmussen TE, Johnson CA, Fox CJ, et al. The endovascular management of recurrent aortic hypoplasia and coarctation in a 15-year-old male. *J Vasc Surg* 2005; 41: 531-4.
36. Pihkala J, Pedra CA, Nykanen D, Benson LN. Implantation of endovascular stents for hypoplasia of the transverse aortic arch. *Cardiol Young* 2000; 10: 3-7.
37. De Haro J, Acín F, López-Quintana A, Medina FJ, Utrilla F. Reparación endovascular de lesiones de aorta torácica descendente poscoartación. *Angiología* 2005; 57: 61-9.
38. Varma C, Benson LN, Butany J, McLaughlin PR. Aortic dissection after stent dilatation for coarctation of the aorta: a case report and literature review. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003; 59: 528-35.
39. Tan JL, Mullen M. Emergency stent graft deployment for

- acute aortic rupture following primary stenting for aortic coarctation. *Catheter Cardiovasc Interv* 2005; 65: 306-9.
40. Ledesma M, Alva C, Gómez FD, Sánchez-Soberanis A, Díaz E, Benítez-Pérez C, et al. Results of stenting for aortic coarctation. *Am J Cardiol* 2001; 88: 460-2.
41. 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.
42. Suárez de Lezo J, Pan M, Romero M, Segura J, Pavlovic D, Ojeda S. Percutaneous interventions on severe coarctation of the aorta: a 21-year experience. *Pediatr Cardiol* 2005; 26: 176-89.
43. Johnston TA, Grifka RG, Jones TK. Endovascular stents for treatment of coarctation of the aorta: acute results and follow-up experience. *Catheter Cardiovasc Interv* 2004; 62: 499-505.
44. Siwik ES, Perry SB, Lock JE. Endovascular stent implantation in patients with stenotic aortoarteriopathies: early and medium-term results. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003; 59: 380-6.
45. Suárez de Lezo J, Pan M, Romero M, Medina A, Segura J, Pavlovic D, et al. Balloon expandable stent repair of severe coarctation of aorta. *Am Heart J* 1995; 129: 1002-8.
46. Carrel TP, Berdat PA, Baumgartner I, Dinkel HP, Schmidli J. Combined surgical and endovascular approach to treat a complex aortic coarctation without extracorporeal circulation. *Ann Thorac Surg* 2004; 78: 1462-5.
47. Mullen MJ. Coarctation of the aorta in adults: do we need surgeons? *Heart* 2003; 89: 3-5.
48. Suárez de Lezo J, Sancho M, Pan M, Romero M, Olivera C, Luque M. Angiographic follow up after balloon angioplasty for coarctation of the aorta. *J Am Coll Cardiol* 1989; 13: 689-95.
49. De Diovani JV. Covered stents in the treatment of aortic coarctation. *J Interv Cardiol* 2001; 14: 187-90.
50. Orend KH, Scharrer-Pamler R, Kapfer X, Kotsis T, Gorich J, Sunder-Plassmann L. Endovascular treatment in diseases of the descending thoracic aorta: 6-year results of a single center. *J Vasc Surg* 2003; 37: 91-9.
51. Ince H, Petzsch M, Rehders T, Kische S, Korber T, Weber F, et al. Percutaneous endovascular repair of aneurysm after previous coarctation surgery. *Circulation* 2003; 108: 2967-70.
52. Bell RE, Taylor PR, Aukett M, Young CP, Anderson DR, Reidy JF. Endoluminal repair of aneurysms associated with coarctation. *Ann Thorac Surg* 2003; 75: 530-3.
53. Gawenda M, Aleksic M, Heckenkamp J, Kruger K, Brunkwall J. Endovascular repair of aneurysm after previous surgical coarctation repair. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; 130: 1039-43.
54. Kouchoukos NT. Percutaneous endovascular repair of aneurysm after previous coarctation surgery. *Circulation* 2004; 109: e317.
55. John A, Gunn J, Bowes RJ, Gaines PA, Hamm CW. Interventional therapy of aortic isthmus with concomitant thoracic aortic aneurysm with a stent graft. *Z Kardiol* 2000; 89: 962-4.
56. Neuhauser B, Perkmann R, Greiner A, Steingruber I, Tauscher T, Jaschke W, et al. Mid-term results after endovascular repair of the atherosclerotic descending thoracic aortic aneurysm. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2004; 28: 146-53.
57. Quintana AL, Aguilar EM, Heredero AF, Riambau V, Paul L, Acín F. Aortobronchial fistula after aortic coarctation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006; 131: 240-3.
58. Kalkat MS, Bonser RS. Management of aortobronchial fistula following coarctation repair. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003; 23: 116-8.
59. Thomson CS, Ramaiah VG, Rodríguez-López JA, Vranic M, Ravi R, DiMugno L, et al. Endoluminal stent graft repair of aortobronchial fistulas. *J Vasc Surg* 2002; 35: 387-91.
60. George JC, Shim D, Bucuvalas JC, Immerman E, Manning PB, Pearl JM, et al. Cost-effectiveness of coarctation repair strategies: endovascular stenting versus surgery. *Pediatr Cardiol* 2003; 24: 544-7.

ENDOVASCULAR TREATMENT OF AORTIC COARCTATION

Summary. Introduction. *Coarctation of the thoracic aorta presents as a congenital defect in 1:10,000 inhabitants, and is frequently associated to other congenital anomalies affecting the development of the heart. It is usually detected and repaired in infancy, but may be diagnosed during adolescence and in adulthood, either de novo or as a complication in the progress of previous repairs (pseudoaneurysms, restenosis, etc.). These patients require remedial interventions that are accompanied by a significant morbidity and mortality rate. An alternative to such procedures has been developed in recent years using endovascular techniques.* Aim. *To report the current state of the art of clinical practice in the endovascular treatment of coarctation of the thoracic aorta by means of simple stent angioplasty.* Development. *The indication for angioplasty in children under 3 years of age is discussed. The use of stents is limited in childhood because the child's development is still incomplete. It can be the preferred treatment in adolescents and adults, even with the use of a primary stent.* Conclusions. *Reinterventions with endovascular techniques to treat restenosis and covered stents for the treatment of post-coarctation aneurysms and post-surgery pseudoaneurysms offer satisfactory results.* [ANGIOLOGÍA 2006; 58 (Supl 1): S119-26]

Key words. Angioplasty. Aortic coarctation. Balloon dilatation. Pseudoaneurysm. Stent. Treatment.