

# El cateterismo cardiaco como tratamiento de las cardiopatías congénitas

A. Sánchez Andrés, J.I. Carrasco Moreno  
Sección de Cardiología Infantil. Hospital Infantil «La Fe». Valencia

## Resumen

Como resultado de los numerosos avances tecnológicos, un mayor número de cardiopatías congénitas son susceptibles de tratamiento en el laboratorio de hemodinámica. Las técnicas de imagen han mejorado tanto que han facilitado la selección de pacientes y el desarrollo de una gran variedad de dispositivos diseñados específicamente para su uso en niños. Esto significa que muchos pacientes podrían evitar la cirugía, y otros con cardiopatías complicadas podrían requerir un menor número de procedimientos quirúrgicos complejos. Otras ventajas del tratamiento percutáneo serían la más rápida recuperación y el acortamiento de la estancia hospitalaria de estos pacientes, así como la mejora de la calidad de vida a corto y medio plazo, aunque, por otro lado, aún quedan muchas incógnitas sobre los efectos a largo plazo de este tipo de procedimientos, de los que debemos hacer posteriores estudios de seguimiento.

## Palabras clave

Cardiopatías congénitas, cateterismo, hemodinámica

## Abstract

*Title:* Cardiac catheterization as treatment for congenital heart diseases

As a result of recent technological advances, more types of congenital heart disease are amenable to treatment in the cardiac catheter laboratory than ever before. Improved imaging techniques allow for better selection of patients and the development of a wide range of devices specifically for use in children means that many patients can avoid surgery altogether, while those with complex congenital heart disease may require fewer or less complex surgical procedures. This allows for a quicker recovery and a shorter hospital stay, and gives many patients an improved quality of life in the short to medium term. However, the long-term outcome for many of the newer forms of intervention is still unknown.

## Keywords

Catheterization, congenital heart diseases, cardiac catheter

## Introducción

En 1953, Rubio Álvarez et al.<sup>1</sup> realizaron el primer cateterismo cardiaco intervencionista al tratar una estenosis pulmonar mediante catéter con balón. Una década más tarde, Rashkind y Miller<sup>2</sup> realizaron la primera septostomía auricular. Sin embargo, no ha sido hasta estas dos últimas décadas cuando el tratamiento percutáneo de las cardiopatías congénitas se ha convertido en una realidad. De hecho, muchas de las cardiopatías que en el pasado hubieran recibido tratamiento quirúrgico, pueden tratarse actualmente en el laboratorio de hemodinámica.

El cateterismo terapéutico ha reemplazado a la cirugía convencional en el tratamiento de algunos defectos cardiacos congénitos y es una alternativa en otras lesiones; por otro lado, se encuentran en fase de experimentación clínica nuevos dispositivos y técnicas con resultados preliminares esperanzadores. La futura mejora en las técnicas y materiales augura un brillante porvenir a este tipo de procedimientos terapéuticos<sup>3,4</sup>. No obstante, debemos mantener la cautela ante la todavía escasa información sobre los resultados a largo plazo de muchas de estas técnicas.

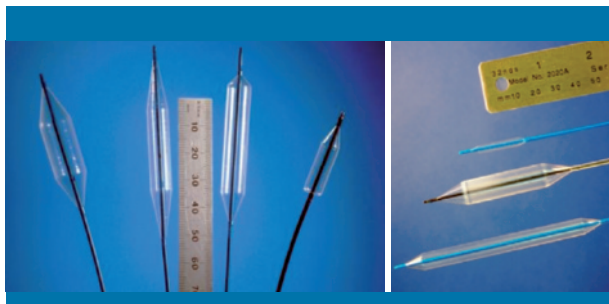
En comparación con el cateterismo diagnóstico, los procedimientos terapéuticos son más difíciles y conllevan mayor riesgo, por lo que requieren mayor experiencia y destreza, así como disponibilidad de más recursos. Además, el desarrollo de otras técnicas de imagen para el diagnóstico de las cardiopatías congénitas (ecocardiografía transesofágica, ecocardiografía 3D y cardiiorresonancia) ha motivado que la práctica del cateterismo diagnóstico descienda notablemente en beneficio del cateterismo terapéutico, aunque el primero sigue conservando indicaciones precisas para evaluar los aspectos hemodinámicos y/o anatómicos<sup>5,6</sup>.

Hemos agrupado los diferentes procedimientos de tratamiento por cateterismo de las cardiopatías congénitas en técnicas «de apertura» y en técnicas «de cierre»; también haremos una breve referencia a los procedimientos de rescate de cuerpos extraños intracardiacos.

## Procedimientos de apertura

### *Dilataciones con balón*

Las dilataciones con balón son muy útiles para una gran variedad de lesiones. En la actualidad, las estenosis valvulares aó-



**Figura 1.** Distintos balones de dilatación

tica y pulmonar son las principales indicaciones. Se incluyen tanto las lesiones congénitas como las obstrucciones del tracto de salida del ventrículo derecho en pacientes postoperados o las estenosis de ramas pulmonares. Estos procedimientos también se usan en el tratamiento de coartaciones de aorta congénitas en niños mayores y, sobre todo, en recoartaciones posquirúrgicas. Otras indicaciones serían las angioplastias de la vena cava con o sin implantación de *stents*, como veremos posteriormente, y en las venas pulmonares, aunque los resultados en estas últimas son muy limitados.

En cualquier procedimiento con balón el área para dilatar debe medirse con mucho cuidado, tanto por angiografía como por ecocardiografía, para una correcta elección de los balones. Los balones varían en diámetro hasta 25 mm, y en longitud hasta 6 cm (figura 1). El balón se introduce sobre una guía, mediante la cual se dirige al lugar de dilatación; posteriormente, se conecta a un manómetro, que permite su inflado, asegurándose de que la presión efectuada no exceda el límite de inflado del balón. Al inicio del inflado debe observarse una muesca central, que desaparecerá al finalizar el proceso. Es muy importante un inflado y desinflado del balón relativamente rápido, debido a la obstrucción que se produce a la circulación durante este procedimiento.

### Valvuloplastias

La valvuloplastia pulmonar es el tratamiento de elección en la estenosis valvular pulmonar en pacientes de todas las edades. La indicación actual es un gradiente transvalvular por eco-Doppler  $\geq 40$  mmHg. La relación balón-anillo puede ser de hasta 1,2-1,4 veces el tamaño del anillo. En niños mayores y adultos, se puede usar la técnica del doble balón. La obstrucción infundibular que en ocasiones se observa tras la valvuloplastia suele desaparecer espontáneamente, y rara vez necesita cirugía. Las complicaciones se han reducido en la actualidad con la mejora del material, y la mortalidad global es inferior al 0,5%. La valvuloplastia en el neonato con displasia valvular grave es un procedimiento más dificultoso y que acarrea mayor riesgo. Para realizar el procedimiento en estos pacientes es muy importante mantener el *ductus* abierto (mediante el empleo de prostaglandinas), ya que sirve para estabilizar bien la guía en la aorta descendente y permite el inflado del balón con seguridad, al mantener el flujo pulmonar. En ocasiones hay que rea-

lizar la valvuloplastia secuencial con balones de progresivo tamaño. Actualmente, gracias a las guías hidrofílicas de fácil rotación y a los catéteres balón de bajo perfil, han disminuido el número y la gravedad de las complicaciones.

En las dilataciones valvulares, la resolución de la estenosis puede ser a expensas de crear cierto grado de regurgitación (en el 10-40% de los casos), que suele ser bien tolerada, siempre que no sea de grado severo. Otra posible complicación podría ser la rotura del balón, que puede producir embolias gaseosa o isquemia cardiaca transitoria; de ahí la importancia de eliminar cualquier burbuja de la mezcla de contraste y suero usada para inflar el balón<sup>7</sup>.

La valvuloplastia aórtica con balón es actualmente el tratamiento de primera elección en los casos de estenosis valvular aórtica congénita. Con ello se proporciona una solución al problema a cualquier edad, incluso a la estenosis aórtica crítica del neonato; de este modo, se evita o retrasa el máximo tiempo posible la actuación quirúrgica en estos pacientes. Las indicaciones son un gradiente pico-pico  $>70$  mmHg en niños menores de 3 años y  $>50$  mmHg en niños mayores de 3 años; también está indicada en pacientes con comisurotomía quirúrgica previa. Es inadecuado su uso en presencia de una regurgitación aórtica moderada-severa. Es muy importante que la relación balón-anillo sea inferior a 1 (0,80-0,90), ya que se prefiere dejar gradientes residuales moderados a regurgitaciones significativas. La técnica no está exenta de morbilidad, puesto que debido a la enérgica contracción cardiaca y al flujo pulsátil de la aorta, se produce sobre el balón, una vez inflado, un movimiento de desplazamiento que puede originar una insuficiencia valvular significativa (en el 10-20% de los casos) y, por tanto, conllevar una situación de elevado riesgo vital que puede precisar un recambio valvular urgente (prótesis valvulares, Ross...). Para prevenir este mecanismo de inestabilidad se han utilizado balones más largos, paro cardiaco transitorio mediante adenosina o aceleración cardiaca mediante estimulación con marcapasos a altas frecuencias (200 lat/min) en el ventrículo derecho<sup>8</sup>. La sustitución percutánea valvular aórtica realizada por Cribier con una técnica anterógrada, a través de la vía transeptal, es muy exigente, y su tolerancia en pacientes críticos limitada<sup>9</sup>.

La atresia pulmonar con septo íntegro es la obstrucción completa del tracto de salida del ventrículo derecho por la válvula pulmonar atrésica, sin defecto septal interventricular y con un flujo pulmonar dependiente del *ductus*. Es una cardiopatía cianógena, compleja y grave, que actualmente se puede tratar en el laboratorio de hemodinámica, sustituyendo a la cirugía, mediante la perforación de la válvula pulmonar y la implantación de un *stent* en el *ductus*. Se han desarrollado diferentes técnicas para perforar la válvula, aunque en la actualidad los procedimientos de elección son la aplicación de guías láser o de radiofrecuencia<sup>10</sup>. Desde 2000, el profesor Bonhoeffer ha desarrollado válvulas implantables por cateterismo montadas sobre *stents*, que permiten un mejor perfil, para facilitar su introducción, transporte y despliegue sobre la válvula nativa, y después mantener la posición sin perder sus propiedades<sup>11</sup>.

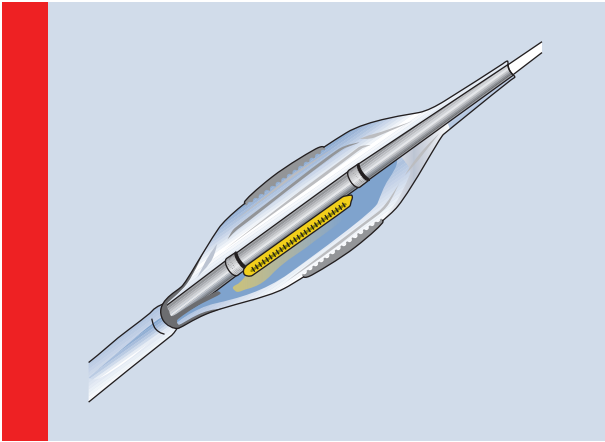


Figura 2. Balón de corte (cutting-balloon)

### Angioplastias

Son procedimientos muy empleados, con resultados variables. El retroceso elástico de la pared vascular tras el desinflado del balón, una vez realizada la dilatación del vaso, representa una limitación importante de la técnica, lo que condiciona el resultado inmediato y la aparición de reestenosis a medio plazo; de ahí la necesidad de colocación de *stents* en muchos de estos procedimientos para evitar el retroceso elástico del segmento vascular dilatado, lo que mejora los resultados y permite redilataciones a largo plazo<sup>12</sup>. No se recomienda la colocación de *stents* en niños pequeños, debido a las limitaciones de tamaño al crecer el resto del árbol vascular, por lo que se tiende a esperar el máximo tiempo posible para poder colocar los *stents* más grandes que permita el tamaño del niño<sup>13,14</sup>.

Las estenosis de ramas pulmonares pueden ser de origen congénito o posquirúrgico. La angioplastia con balón de estas lesiones tiene unos resultados limitados. El diámetro óptimo del balón puede ser hasta cuatro veces el diámetro de la estenosis.

La aplicación de *stents* mejora los resultados de la angioplastia con balón. En la actualidad, en algunos casos se aplica el balón de corte (*cutting-balloon*), que consiste en un balón de angioplastia convencional equipado con 3-4 cuchillas (según el diámetro del balón) en forma de aerotomos longitudinales que van montados en su superficie externa (figura 2). En la actualidad están disponibles diámetros de 2-8 mm y longitudes de 1-2 cm. En sus extremos existen dos marcas radioopacas que permiten su correcto posicionamiento, inflándolo progresivamente para un mejor despliegue de las cuchillas, hasta alcanzar un valor que puede llegar a las 8 atmósferas. Su movilización dentro de la arteria siempre deberá realizarse con el sistema completamente cerrado, evitando el riesgo de lesión vascular por los aerotomos<sup>15</sup>. Las complicaciones, además de la rotura del balón, pueden ser la migración del *stent* y la diseción vascular al dilatar estenosis muy rígidas y al usar *cutting-balloon*, que puede tratarse mediante implantación de *stents* recubiertos<sup>13,14</sup>.



Figura 3. Stent sobre recoartación de aorta

En la actualidad la angioplastia en la coartación de aorta nativa es controvertida como tratamiento de elección. Los resultados iniciales demuestran que es un procedimiento efectivo y seguro, pero también se han obtenido resultados desfavorables en el seguimiento de neonatos y lactantes por la frecuente reestenosis, debido a la presencia de tejido ductal. Por ello, sólo se considera la angioplastia de la coartación nativa en neonatos y lactantes de forma ocasional, en situaciones críticas de riesgo quirúrgico muy elevado y con cardiopatía grave asociada. En el niño mayor, los buenos resultados obtenidos con la angioplastia, junto con la baja morbilidad, hacen de esta técnica una alternativa a la cirugía muy atractiva, aunque no se debe olvidar la incidencia de ciertas complicaciones, como la recoartación (en el 7-12% de los casos) y los aneurismas (en el 5%)<sup>7</sup>. Los factores de riesgo para la recoartación son la corta edad, la hipoplasia del istmo aórtico (menor de dos tercios de la aorta ascendente) y el diámetro de la coartación. Existe una cierta controversia respecto al diámetro del balón óptimo, pero se recomiendan diámetros similares en 1-2 mm al diámetro de la aorta en la subclavia izquierda y no superiores al diámetro de la aorta diafragmática<sup>16-18</sup>.

La recoartación de aorta posquirúrgica tiene en la actualidad su tratamiento de elección en el laboratorio de hemodinámica. Está indicada su reparación ante gradientes >20 mmHg, para mejorar la función ventricular y reducir las complicaciones tardías de la hipertensión. Se recomienda usar diámetros de balón de 2-3 veces el diámetro del estrechamiento, pero no superiores al 150% del arco transversal opuesto a la subclavia izquierda (figura 3). La reparación mediante balón se asocia a una tasa de éxito aceptable (aproximadamente del 80%), con baja incidencia de complicaciones. Sin embargo las reestenosis ocurren en aproximadamente un 30% de los casos<sup>7</sup>. La implantación de *stents* ha mejorado notablemente los resultados del procedimiento y ha disminuido de manera significativa la incidencia de reestenosis. Para la dilatación del segmento estenótico, en la actualidad se recomienda el uso de *stents* montados sobre balones BIB (balón dentro de balón); el balón inter-

no tiene un diámetro igual a la mitad del balón externo y una longitud 1 cm menor que dicho balón. El balón interno se insufla primero, permitiendo una buena estabilidad del catéter para evitar que uno de los extremos del *stent* se abra más que el otro, lo que podría ocasionar una migración del *stent*; por último, permite la recolocación del *stent* antes de su posicionamiento definitivo<sup>16-18</sup>.

La obstrucción de la vena cava superior (VCS), inferior (VCI) o de sus afluentes principales puede deberse a trombosis o fibrosis por canulaciones prolongadas o repetidas o por la presencia de cables de marcapasos. En la edad pediátrica, también puede darse tras la cirugía del retorno venoso pulmonar anómalo, anastomosis cavopulmonares (Glenn/Fontan) y técnicas de tunelización auricular (procedimientos de Senning y Mustard). El tratamiento por cateterismo de estas lesiones está indicado ante signos de congestión venosa sistémica y, para algunos, también ante gradientes ligeros o estrecheces anatómicas sin gradiente significativo. En estos casos también podría ser útil el uso de un balón de corte, y completarlo con la colocación de un *stent*<sup>20,21</sup>.

La aplicación de estas técnicas en la estenosis de venas pulmonares es controvertida, debido a los escasos resultados obtenidos hasta la fecha<sup>22</sup>.

### «Stents» intravasculares

Las indicaciones de *stent* intravascular (figura 4) son principalmente cinco<sup>22</sup>:

- Estenosis de ramas pulmonares.
- Coartación de la aorta nativa (en niños mayores) o recoartaciones posquirúrgicas. En ciertos casos se prefiere el uso de *stents* recubiertos, que minimizan los riesgos de disección aórtica.
- *Ductus* arterioso en cardiopatías graves en las que es necesaria su permeabilidad mediante el uso de prostaglandinas. Es una técnica de riesgo que precisa gran experiencia, debido a las amplias variaciones anatómicas que puede tener.
- Fístulas sistémico-pulmonares, cuando la angioplastia convencional no es efectiva debido a la presencia de trombosis de la pared o un retroceso elástico con amenaza de reobstrucción, y en casos de obstrucción posquirúrgica para proteger la línea de sutura. Esta técnica ha demostrado mayor efectividad que la trombólisis o la angioplastia convencional.
- Estenosis de venas cavas.

### Septostomía atrial

- Atrioseptostomía de Rashkind. Publicada por Rashkind y Miller en 1966<sup>2</sup>, está indicada en recién nacidos (hasta 6-8 semanas de vida) afectados de cardiopatía congénita que precise una comunicación interauricular (CIA) adecuada (transposición de grandes vasos, drenaje venoso pulmonar anómalo total, atresia pulmonar con septo íntegro, atresia tricúspide, atresia mitral o síndrome del corazón izquierdo hipoplásico). Puede realizarse mediante control fluoroscópico, o ecocardiográfico en la misma unidad de cuidados intensivos.
- Dilatación con balón del septo interatrial. Descrita por Shrivastava et al.<sup>23</sup>, se trata de dilatar y rasgar el tabique inte-



Figura 4. Stents intravasculares

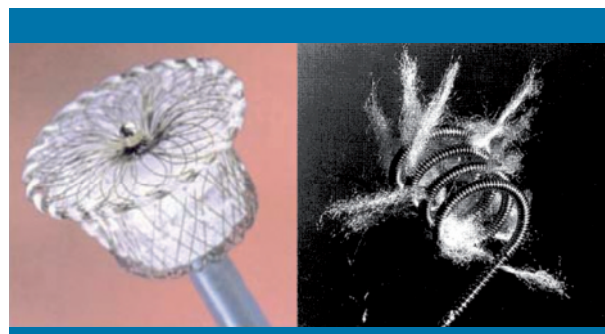


Figura 5. Dispositivos de cierre ductal: Amplatzer (izquierda) y coil (derecha)

trial mediante el inflado de un catéter balón convencional de angioplastia o valvuloplastia. Deben utilizarse balones de pequeña longitud. En caso de niños mayores de un mes con el tabique interauricular íntegro y grueso, se puede usar previamente la técnica de punción transeptal con catéteres de radiofrecuencia. En caso de aurículas izquierdas pequeñas, está justificado el uso del *cutting-balloon* para mantener abierto el septo y la posterior implantación de *stent*.

### Procedimientos de cierre

#### «Ductus» arterioso persistente

La persistencia del conducto arterioso es la cardiopatía congénita más frecuente en nuestro medio. Se presenta en 1 de cada 200.000 nacidos vivos y representa el 5-10% de todas las cardiopatías congénitas. Las manifestaciones clínicas varían según el tamaño y la repercusión hemodinámica, con diversos grados de insuficiencia cardíaca e hipertensión pulmonar.

El cierre del *ductus* hemodinámicamente significativo, en recién nacidos pretérmino en los que ha fallado el tratamiento médico o que no son candidatos a recibirlo, debe realizarse quirúrgicamente. Por otro lado, en niños mayores de un año, el cierre percutáneo del *ductus* también se viene realizando desde la década de los ochenta, para eliminar el riesgo de endocarditis bacteriana cuando no existe repercusión hemodinámica. Hasta la fecha se han empleado numerosos dispositivos, pero los más comunes son los *coils* intravasculares (Cook MR-ye) y el Amplatzer *duct occluder* (figura 5).



**Figura 6.** Dispositivos de cierre de comunicación interauricular: Helix (izquierda) y Amplatzer (derecha)

La elección de uno u otro dispositivo dependerá de la forma y el tamaño del *ductus*: si es corto y amplio, será preferible el uso del dispositivo Amplatzer, pero si es largo y tortuoso, la mejor opción será utilizar uno o varios *coils*.

La principal complicación que puede surgir es la embolización del dispositivo; en caso de ocurrir hacia el árbol pulmonar, se podría recuperar con lazos en el mismo laboratorio de hemodinámica, pero una embolización sistémica podría requerir cirugía. Se han descrito episodios autolimitados de hematuria secundaria a hemólisis tras la colocación del dispositivo<sup>24,25</sup>.

### Comunicación interauricular

Las CIA se dan en el 6-10% de los pacientes con cardiopatías congénitas. Aunque no suelen ocasionar un *shunt* izquierda-derecha significativo, existe un elevado riesgo de enfermedad vascular pulmonar, pueden causar sobrecarga de volumen en el ventrículo derecho y, en adultos, predisponen al fallo cardíaco y a las arritmias. Además, la CIA implica riesgo de embolias paradójicas en pacientes con trombosis venosa profunda. Por estos motivos, las CIA habitualmente son cerradas en la edad pediátrica. El principal requerimiento para su cierre percutáneo es la presencia de un anillo adecuado sobre el que poder anclar el dispositivo; así, las CIA muy amplias, sin bordes adecuados, los defectos tipo seno venoso o los de tipo *ostium primum* requieren directamente el cierre quirúrgico. El dispositivo más usado en la actualidad y del que se dispone de más experiencia es el Amplatzer *septal occluder* y, más recientemente, como alternativa al anterior, han surgido varios nuevos dispositivos, entre los que se encuentran el *occlusor septal* Helix<sup>26,27</sup> (figura 6), el Solysafe, el Starflex... Entre las complicaciones más importantes figura la posibilidad de embolias gaseosas; asimismo, pueden producirse posicionamientos anómalos o embolicaciones del dispositivo, que pueden precisar cirugía; por último, los dispositivos muy grandes pueden erosionar las estructuras adyacentes<sup>28</sup>. El procedimiento será guiado por fluoroscopia y mediante ecocardiografía transesofágica para asegurar el correcto posicionamiento.

### Comunicación interventricular

Las comunicaciones interventriculares (CIV) aisladas, o que forman parte de otra lesión más compleja, se observan en el 20% de los niños con alguna cardiopatía. Es la cardiopatía congénita



**Figura 7.** Dispositivo de cierre de comunicación interventricular: Amplatzer membranous occluder (izquierda) y Amplatzer muscular occluder (derecha)

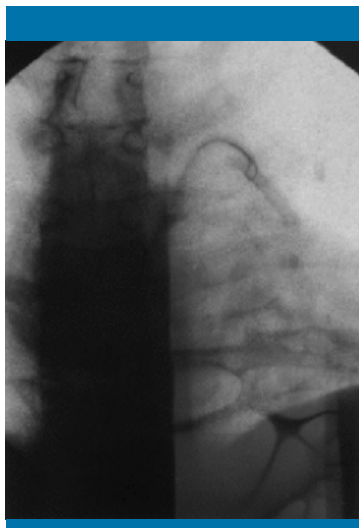


**Figura 8.** Tapón vascular Amplatzer

más frecuente junto con el *ductus* arterioso. Inicialmente, sólo eran candidatos a cierre percutáneo los defectos musculares medioseptales, mediante el uso de dispositivos Amplatzer diseñados para ello<sup>29</sup> (figura 7). Recientemente, varios centros han comenzado a cerrar CIV perimembranosas por vía percutánea usando un dispositivo con un estrecho borde subaórtico, con buenos resultados iniciales, pero han aparecido en algunos pacientes complicaciones importantes a corto y largo plazo, entre las que se incluyen el bloqueo cardíaco completo, las lesiones de la válvula aórtica o la obstrucción parcial del tracto de salida del ventrículo izquierdo. Por ello, actualmente las indicaciones para el cierre percutáneo de este tipo de CIV son controvertidas, ya que en las de gran tamaño no hay dudas sobre su indicación quirúrgica, y en las pequeñas, subsidiarias de cierre percutáneo, en muchas ocasiones los beneficios son mayores que los riesgos<sup>30</sup>.

### Embolizaciones vasculares

Son numerosas las indicaciones de cierre de malformaciones por este método mediante *coils* o tapones vasculares diseñados específicamente para ello (figura 8), entre las que se incluyen los vasos colaterales aortopulmonares, los canales veno-venosos que producen cortocircuito derecha-izquierda tras la



**Figura 9.** Cuerpo extraño intravascular: recuperación con lazo

intervención de Fontan, las fístulas quirúrgicas innecesarias, las fístulas arteriales coronarias y las fístulas arteriovenosas pulmonares y sistémicas<sup>3</sup>.

## Procedimientos de recuperación

Para la recuperación de cuerpos extraños intracardiacos e intravasculares se emplean numerosos dispositivos, como los lazos, las cestas y los fórceps. El más simple es el lazo, que se puede construir a mano cortando un catéter que tenga suficiente luz e introduciendo una guía fina por sus dos extremos, de forma que al manipular la guía se puede abrir o cerrar el lazo que aparece en posición distal.

Para mayor facilidad en su uso, se requiere que el lazo salga de modo perpendicular al eje mayor del catéter. Estos sistemas permiten la recuperación de catéteres fragmentados, guías metálicas, electrodos, *stents* o *coils* embolizados (figura 9). El único inconveniente es que a veces se requiere una manipulación prolongada de los catéteres extractores con largos periodos de fluoroscopia<sup>31</sup>.

## Conclusiones

Los procedimientos de intervencionismo percutáneo constituyen en la actualidad una alternativa segura y eficaz al tratamiento quirúrgico de numerosos defectos cardiacos congénitos. Son de primera elección en el tratamiento de determinadas cardiopatías, como las estenosis valvulares, la recoartación de aorta y la coartación de aorta nativa en adolescentes y adultos. Constituyen un complemento valioso en la preparación, paliación de secuelas y tratamiento de complicaciones en cardiopatías complejas, como la atresia pulmonar con CIV y colaterales sistémico-pulmonares, el corazón univentricular (poscirugía de Norwood) y otras.

A la hora de determinar cuál es el tratamiento adecuado en cada paciente, en la toma de decisiones influyen un amplio número de factores. Entre ellos se incluye la edad del niño, si coexiste más de una lesión que requiera cirugía, la localización de ésta (en las estenosis distales de ramas pulmonares el abordaje quirúrgico es muy dificultoso) y la experiencia del centro donde se atiende al paciente (particularmente si se requiere el uso de técnicas novedosas).

Por último, cabe mencionar que se están desarrollando nuevas técnicas que abren grandes perspectivas de futuro, sobre todo las relacionadas con el intervencionismo fetal, el implante percutáneo de válvulas premontadas sobre *stents* o los procedimientos híbridos (cardioquirúrgicos). ■

## Bibliografía

1. Rubio-Álvarez V, Limon RL, Soni J. Valvulotomías intracardiacas por medio de un catéter. Arch Inst Cardiol Mexico. 1953; 23: 784-792.
2. Rashkind WJ, Miller WW. Creation of an atrial defect without thoracotomy: a palliative approach to complete transposition of the great arteries. JAMA. 1966; 196: 991-992.
3. Alcibar Villa J, et al. 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.
4. Andrews RE, Tulloh RMR. Interventional cardiac catheterization in congenital heart disease. Arch Dis Child. 2004; 89: 1.168-1.173.
5. Rodés Cabau J. Presente y futuro del cateterismo intervencionista en el tratamiento de las cardiopatías congénitas. An Pediatr (Barc). 2004; 60(4): 305-309.
6. Allen H, et al. Pediatric therapeutic cardiac catheterization. A statement for healthcare professionals from the council on cardiovascular disease in the young. American Heart Association. Circulation. 1998; 97: 609-625.
7. Rao PS. Long-term follow-up results after balloon dilatation of pulmonary stenosis, aortic stenosis and coarctation of aorta. A review. Prog Cardiovasc Dis. 1999; 42: 59-74.
8. Santos J, Calero J, Gavilán JL, Álvarez A, Toro J, Descalzo A. Valvuloplastia percutánea pulmonar. Seguimiento en 34 pacientes. An Esp Pediatr. 1991; 34(3): 215-219.
9. Reisch O, Tax P, Marek J, Razek V, Gilikj J, Tomek V, et al. Long-term results of percutaneous balloon valvuloplasty of congenital aortic stenosis: independent predictors of outcome. Heart. 2004; 9: 70-76.
10. Cribier A, et al. Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis. First human case description. Circulation. 2002; 106: 3.006-3.008.
11. Agnoletti G, Piechaud JF, Bonhoeffer P, Aggoun Y, Abdel-Masih T, Boudjemline Y, et al. Perforation of the atretic pulmonary valve. Long-term follow-up. J Am Coll Cardiol. 2003; 41: 1.399-14.03.
12. Bonhoeffer P, et al. Percutaneous insertion of the pulmonary valve. J Am Coll Cardiol. 2002; 39: 1.664-1.669.
13. Moruno Tirado A, Santos de Soto J, Grueso Montero J, Maya Carrasco F, Gavilán Camacho J, Descalzo A. Implantación de stent en cardiología pediátrica. Resultados iniciales. An Pediatr (Barc). 2004; 60: 316-322.
14. Agnoletti G, et al. Early complications of stenting in children and young adults with congenital heart disease. Arch Mal Coeur Vaiss. 2003; 96: 473-478.

15. Ruiz CE. Use of intravascular stents in children with congenital heart disease, outside of the pulmonary arteries. *J Interv Cardiol.* 1998; 11: 449-458.
16. Trivedi KR, Benson LN. Interventional strategies in the management of peripheral pulmonary artery stenosis. *J Interv Cardiol.* 2001; 14: 283-298.
17. McCrindle BW, et al. Acute results of balloon angioplasty of native coarctation versus recurrent aortic obstruction are equivalent. *J Am Coll Cardiol.* 1997; 30: 1.542-1.546.
18. Benson L, Oavert C, Nykanen D, Freedom RM. Nonsurgical management of coarctation of the aorta. *J Intervent Cardiol.* 1998; 11: 345-354.
19. Shaddy R, et al. Comparison of angioplasty and surgery for unoperated coarctation of the aorta. *Circulation.* 1993; 87: 793-799.
20. Wax DF, Rocchini AP. Transcatheter management of venous stenosis. *Pediatr Cardiol.* 1998; 19: 59-65.
21. Mendelsohn AM, Bove EL, Lupinetti FM. Intraoperative and percutaneous stenting of congenital pulmonary artery and vein stenosis. *Circulation.* 1993; 88 Supl 2: 210-217.
22. Reddington AN, Weil J, Sommerville J. Self expanding stents in congenital heart disease. *Br Heart J.* 1994; 72: 378-383.
23. Shrivastava S, Rahadkrishnan S, Dev V, Singh LS, Rajani M. Balloon dilatation of atrial septum in complete transposition of great arteries: a new technique. *Indian Heart J.* 1987; 39: 298-300.
24. Hofbeck M, Bartolomaens G, Buheitel G, Esser R, Gravinghoff I, Hoffman W, et al. Safety and efficacy of interventional occlusion of patent ductus arteriosus with detachable coils: a multicentre experience. *Eur J Pediatr.* 2000; 159: 331-337.
25. Bikis AA, Alwi M, Asir S, Haifa AI, Geetha K, Rehman MA, et al. The Amplatzer duct occluder: experience in 209 patients. *J Am Coll Cardiol.* 2001; 37: 258-261.
26. Qureshi SA. Selection of patients with secundum atrial defects for transcatheter device closure. *Eur Heart J.* 2000; 21: 573-581.
27. Fischer G, Stieh J, Uebing A, et al. Experience with transcatheter closure of secundum atrial defects using the Amplatzer septal occluder: a single centre study in 236 consecutive patients. *Heart.* 2003; 89: 199-204.
28. López L, Ventura R, Welch EM, et al. Echocardiographic considerations during deployment of the Helex septal occluder for closure of atrial septal defects. *Cardiol Young.* 2003; 13: 290-298.
29. Fabrega Sabaté J, Rodés Cabau J, Piechaud JF, Albert Brotons D, Casaldàliga Ferrer J, Gonçalves A, et al. Percutaneous closure of a mid-muscular ventricular septal defect using the Amplatzer device. *An Esp Pediatr.* 2002; 57: 66-69.
30. Thanopoulos BD, Tsaousis GS, Karanasios E, Eleftherakis NG, Papithis C. Transcatheter closure of perimembranous ventricular septal defects with the Amplatzer septal defect occluder: preliminary experience in children. *Heart.* 2003; 89: 918-922.
31. Andrews RE, Tullah RMR, Rigby ML. Percutaneous retrieval of central venous catheter fragments. *Arch Dis Child.* 2002; 87: 149-150.