

Cateterismo cardiaco terapéutico

Therapeutic cardiac catheterization in children

Fredy Prada Martínez ¹

RESUMEN

La cateterización cardiaca pediátrica ha cambiado en los últimos años, surgió como una herramienta de diagnóstico, pero gradualmente se ha convertido en una opción útil para el tratamiento de muchas anomalías congénitas cardiacas. Hay lesiones o estructuras cardiacas que son restrictivas o estenóticas y necesitan para ser tratadas procedimientos como la angioplastia, valvuloplastia o septostomía de Rashkind. Por otro lado, hay lesiones que producen cortocircuitos intracardiaco o extracardiaco y que deben ser cerrados con dispositivos que se liberan de forma percutánea. Existen muchos tipos de dispositivos, pero los de Amplatzer necesitan especial mención porque son útiles para cerrar una amplia gama de defectos como DAP, CIA, CIV y conexiones vasculares anómalas. Con el perfeccionamiento de la tecnología ahora es posible tratar aun a los recién nacidos con estas técnicas modernas.

ABSTRACT

Pediatric Cardiac Catheterization has changed during last years, it emerged as a diagnostic tool but gradually it has become a useful option to treat many congenital cardiac abnormalities. There are lesions or cardiac structures which are restrictive or stenotic and need to be treated with procedures such as Angioplasty, Valvuloplasty or Rashkind septostomy. On the other hand, there are lesions which cause either intracardiac or extracardiac shunts so they need to be closed with devices which are released percutaneously. There are many kinds of devices but the Amplatzer devices need special mention because they are use to close a wide range of defects such as PDA, ASD, VSD and anomalous vascular connections. With refinements of technology it is now possible to treat even neonates with these modern techniques.

El tratamiento de las cardiopatías congénitas ha avanzado desde la aparición de la cirugía cardiaca, de las técnicas de circulación extracorpórea y el soporte cardiorrespiratorio en las unidades de cuidados intensivos. Las técnicas de diagnóstico también han tenido la misma evolución, han mejorado constantemente, inicialmente con los estudios angiográficos y posteriormente con la ecocardiografía. Ahora vivimos en una etapa en que el

problema diagnóstico está resuelto y lo que se trata de resolver son los problemas cardiovasculares y evitar en lo posible la cirugía, es este el papel del cateterismo cardiaco terapéutico (CCT).

Recomendaciones generales

Nunca es suficiente remarcar que para el éxito del CCT hay factores que no deben descuidarse, entre ellos la evaluación precaterismo y la consulta anestésica. Durante el CCT es vital mantener la homeostasis así como una monitorización cuidadosa. Al finalizar el mismo, no debe olvidarse la pauta antibiótica, analgésica y la antiagregación plaquetaria con aspirina (5 mg/kg/día) en casos de cierre de CIA y CIV (por 6 meses).

A. Procedimientos de cierre

Comunicación interauricular (CIA)

La CIA es una cardiopatía frecuente, con una incidencia del 9% ⁽¹⁾. Las CIA del tipo *ostium primum* y seno venoso son de tratamiento quirúrgico exclusivo, en cambio la del tipo *ostium secundum* puede cerrarse percutáneamente. En la actualidad hay varios dispositivos para el cerrado de la CIA, entre ellos tenemos:

1. *ASO o amplatzer septal occluder*: con estos se pueden cerrar defectos desde los 4 mm hasta los 38 mm de diámetro. Para escoger el tamaño del dispositivo es necesario medir el defecto con la ecografía transesofágica y durante el cateterismo con un balón de medida. Pueden cerrarse hasta el 88% de ellas ⁽²⁾, los casos no exitosos corresponden a CIA con bordes inadecuados, generalmente con ausencia de borde posteroinferior. Tras el cierre de la CIA hay un mínimo cortocircuito residual a las 24 horas. Pueden ocurrir complicaciones, como migración del dispositivo. También se ha reportado formación de trombo auricular izquierdo. Se han reportado 24 casos ⁽³⁾ en cerca de 90 000 implantes de erosión de la pared auricular y/o aórtica con hemopericardio y taponamiento cardiaco varios meses después (Figura 1).
2. *Helix*: Es un dispositivo con mucho menos metal

¹ Médico cardiólogo, Jefe de Cardiología del Hospital Sant Joan de Deu, Barcelona. España

que el anterior y con una membrana de PTFE.

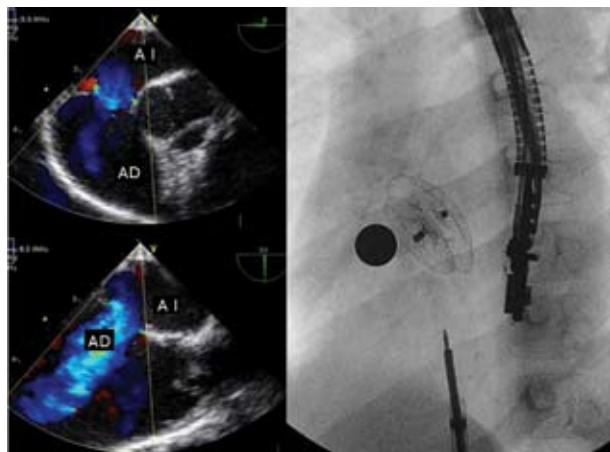


Figura 1. Cerrado de una CIA: ecografía transesofágica con dos planos ortogonales mostrando una CIA *ostium secundum*. A la derecha, dispositivo Amplatzer de CIA ya implantado

Ductus arterioso persistente (DAP): Con excepción del recién nacido prematuro en quien el tratamiento del DAP sintomático se realiza ya sea farmacológicamente (indometacina o ibuprofeno) o mediante cirugía, el tratamiento del DAP del lactante y niño mayor se hace por vía percutánea (cateterismo cardiaco).

Existe controversia acerca del cierre del DAP silente (aquel que solo se encuentra en la ecocardiografía y que no tiene ninguna repercusión hemodinámica).

Los dispositivos más conocidos para cierre por CCT del DAP son:

1. **Coils:** el más conocido es el *Flipper* (Cook) que tiene un sistema de liberación controlada, puede liberarse tanto por cateterización arterial o venosa (anterógrado o retrógrado) y utilizarse un catéter de liberación 4F. Se recomienda esta técnica en aquellos DAP de menos de 3 mm. Existen también los *coils* de Gianturco, pero su principal inconveniente es que no son de liberación controlada. En algunos casos pueden utilizarse más de un coil.
2. **ADO o amplatzer duct occluder:** dispositivo *amplatzer* para oclusión ductal (Figura 2), para el cierre de DAP mayores a 3 mm hasta un máximo de 10 mm. Es un dispositivo eficaz con mínimo cortocircuito residual a las 24 horas. Se ha observado hasta un 4% de complicaciones posimplante ⁽⁴⁾. Con

ambos dispositivos existe el riesgo de embolización, ya sea sistémica o pulmonar. El ADO también puede causar obstrucción aórtica o de la rama pulmonar izquierda. En casos de DAP hipertenso pueden usarse los dispositivos *amplatzer* de CIV muscular. También en aquellos casos de DAP muy corto, semejante a una ventana aórtico-pulmonar, pueden utilizarse dispositivos para cierre de la CIA.

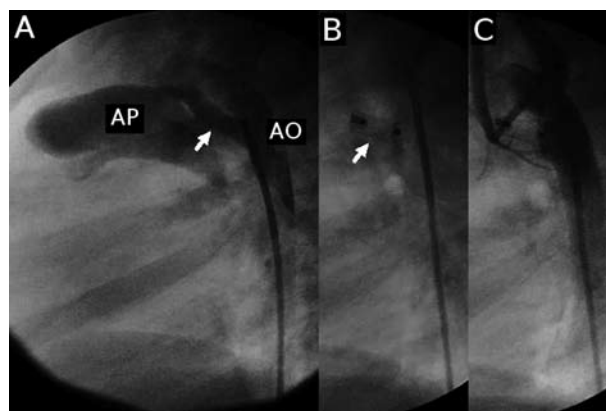


Figura 2. Cerrado del ductus arterioso: (A) angiografía mostrando el ductus. (B) dispositivo ya liberado. (C) angiograma mostrando oclusión ductal

Comunicación interventricular (CIV)

La CIV es la cardiopatía más común. La indicación para el cierre de la CIV se hace siempre que el flujo pulmonar (Qp)/flujo sistémico (Qs) sea mayor a 1,5. En el caso de la CIV muscular (Figura 3) el cierre percutáneo está indicado a diferencia de la CIV perimembranosa en la que aún no hay acuerdo unánime debido al riesgo de bloqueo AV completo tras el cierre con dispositivo *amplatzer*. La CIV con un Qp/Qs menor a 1,5 debe cerrarse solamente cuando ha habido dos o más episodios de endocarditis bacteriana.

La CIV del tracto de entrada ("defectos tipo canal"), las supracristales y aquellas asociadas a Tetralogía de Fallot son de tratamiento quirúrgico exclusivo.

Las complicaciones del CCT en el cierre de la CIV, además de las propias del cateterismo cardiaco son: anemia hemolítica en casos de pequeños shunts residuales, embolización del dispositivo, daño o interferencia con la válvula aórtica, la mitral o la tricúspide. La complicación más grave del cierre de la CIV perimembranosa es el bloqueo AV completo 2%-6% que puede ocurrir a veces meses después del implante.

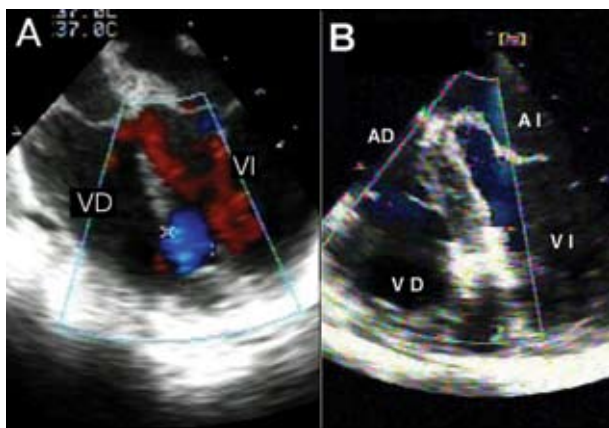


Figura 3. Cerrado de una CIV: ecografía transesofágica, (A) CIV muscular apical de 10 mm, en color azul. (B) CIV cerrada con dispositivo de CIV muscular

Malformaciones o defectos vasculares o fístulas

Las malformaciones vasculares ya sean venovenosas o venoarteriales, así como las fístulas creadas por cirugías (fístula de Blalock-Taussig, Figura 4) pueden cerrarse por vía percutánea. También puede cerrarse de manera urgente cualquier vaso arterial o venoso que produce sangrado importante. Para escoger el dispositivo tomamos en cuenta: tipo de vaso, diámetro, longitud del mismo, riesgo de embolismo o movilización del dispositivo, presencia de colaterales que deseamos o evitamos cerrar. Finalmente, debe estudiarse cuidadosamente la vía de acceso.

Pueden utilizarse diferentes dispositivos: coils, balones liberables y dispositivos de amplatzer; de estos los más adecuados son los tapones o plugs vasculares de amplatzer con diámetros desde 4 mm hasta 16 mm.

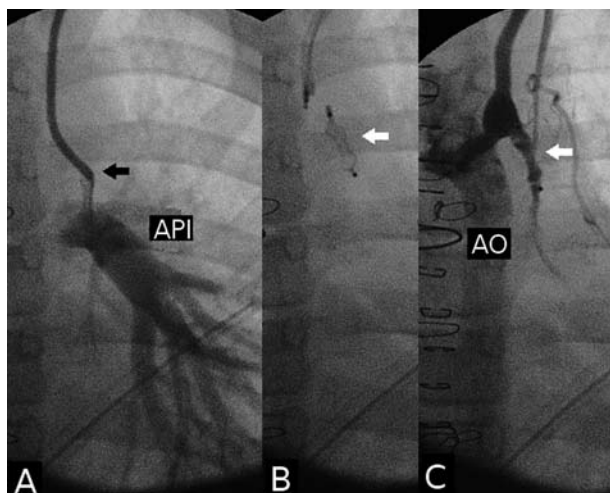


Figura 4. Oclusión de una fístula de Blalock-Taussig: en (A) angiografía a través de la fístula muestra opacificación de la API (arteria pulmonar izquierda). (B) Plug de amplatzer ya implantado. (C) angiograma que confirma oclusión completa

B) Procedimientos de apertura

Atrioseptostomía

El procedimiento de Rashkind descrito en el año 1966 es una técnica que permite ampliar el tamaño de la fosa oval en casos donde esta sea restrictiva y no permita el cortocircuito deseado. Se indica en enfermedades como:

- d-TGA (transposición simple de grandes arterias)
- Atresia mitral o tricúspide
- Drenaje anómalo total de venas pulmonares con fosa oval restrictiva
- Atresia pulmonar con septum ventricular intacto
- Síndrome de corazón izquierdo hipoplásico

Estas enfermedades deben tratarse de manera urgente con este procedimiento aun en la unidad de recién nacidos, con la ayuda del ecocardiografista. Pasadas las cuatro u ocho semanas de vida, esta técnica deja de ser efectiva por el engrosamiento septal.

El procedimiento se realiza por la vena femoral o la vena umbilical. Pueden ocurrir complicaciones como: arritmias cardíacas, hemopericardio, lesión de válvula mitral o tricúspide y ruptura de venas pulmonares

Dilatación estática del septum interauricular:

A veces es necesario mantener la fosa oval permeable y sin restricción al flujo, en estos casos puede ser necesaria la dilatación de la fosa oval o de la CIA con un balón (dilatación estática). Este procedimiento puede complementarse con la implantación de un stent en el septum interauricular para evitar su cierre progresivo.

Valvuloplastia pulmonar

En México, en 1952, Rubio-Alvarez ⁽⁵⁾ reporta por primera vez un nuevo tratamiento para las cardiopatías congénitas, utilizando sondas ureterales. Sin embargo, su reporte cayó en el olvido, hasta que en 1972 Kan ⁽⁶⁾ reporta la primera gran serie de pacientes tratados con valvuloplastia pulmonar percutánea.

Se indica la valvuloplastia pulmonar percutánea cuando el gradiente transvalvular sea mayor de 40 mm Hg - 50 mm Hg. Los casos de obstrucción pulmonar subvalvular o supravalvular no tienen indicación de CCT.

La técnica es sencilla (Figura 5), se utilizan balones de 2 cm de longitud para neonatos y de 3 cm a 4 cm para niños mayores; el diámetro del balón debe ser 120% a 140% mayor que el del anillo valvular pulmonar medido con ecografía o angiografía.

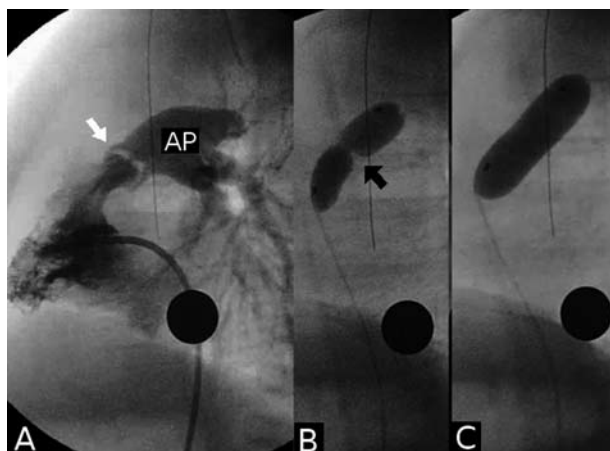


Figura 5. Valvuloplastia pulmonar: (A) ventriculograma derecho, la flecha señala válvula estenótica. (B) Balón de 10 mm con muesca durante la dilatación. (C) Dilatación completa

Hay muy pocas complicaciones, sin embargo se presenta insuficiencia pulmonar a veces severa que persiste a largo plazo. Un pequeño número de estos pacientes (8%) requiere una segunda valvuloplastia.

Existe un tipo de estenosis valvular pulmonar causada por una válvula y anillo pulmonar displásico que se asocia con frecuencia al síndrome de Noonan; en este caso la valvuloplastia es poco eficaz y se prefiere la cirugía.

Apertura de la válvula pulmonar con radiofrecuencia

Los neonatos con atresia pulmonar y septum interventricular intacto presentan una válvula pulmonar imperforada, de modo que el ventrículo derecho así como su tracto de salida acaban en un agujero ciego. Estos neonatos presentan cianosis severa en el momento en que ocurre el cierre del ductus arterioso, por lo que deben ser tratados con prostaglandina intravenosa. Se opta por la apertura precoz de la válvula pulmonar con radiofrecuencia y un catéter-balón. Algunos de estos neonatos requieren implantación de un *stent* ductal días después.

Valvuloplastia aórtica percutánea (VAP)

La estenosis valvular aórtica congénita generalmente está asociada a una válvula aórtica bicúspide. La VAP está indicada si el gradiente transvalvular aórtico es mayor de 50 mm Hg. Cuando existe disfunción ventricular izquierda el gradiente transvalvular puede estar infravalorado. La VAP se realiza por vía arterial (acceso retrógrado) femoral, carótida o umbilical. También puede hacerse por vía venosa a través de una CIA (acceso anterógrado). La elección del diámetro del

balón es importante para no dañar la válvula aórtica y para no hacer una angioplastia ineficaz; se recomienda una relación balón/anillo de 0,8 - 1,0. Un procedimiento que puede disminuir el daño valvular y evitar así la insuficiencia aórtica durante la VAP es la estimulación temporal del ventrículo derecho con marcapaso durante la valvuloplastia.

La evolución a mediano y largo plazo es buena y muestra que del 26% al 45% de pacientes tratados con VAP están libres de una nueva valvuloplastia luego de 10 a 15 años de la VAP ⁽⁷⁾.

Las complicaciones de este procedimiento son la insuficiencia aórtica severa por daño valvular y la lesión arterial en la zona de punción.

En niños muy pequeños puede hacerse este procedimiento en la sala de neonatos por punción carotídea y visión con ecocardiografía transesofágica.

Aortoplastia: coartación y recoartación aórtica:

En la patología de arco aórtica distinguimos tres grupos:

- 1. Coartación aórtica neonatal:** Casi siempre se manifiesta con clínica de insuficiencia y shock, en estos casos lo más importante es la reanimación con ventilación mecánica, corrección de acidosis, inotropos y perfusión de prostaglandinas. Una vez que el neonato haya sido estabilizado se procederá a la cirugía o angioplastia aórtica percutánea con balón. Escogemos la arteria femoral y a través de un introductor 4F utilizamos un balón de angioplastia de 6 mm.
- 2. Coartación primaria:** La angioplastia primaria al igual que la cirugía se indica si la coartación aórtica tiene un gradiente con doppler mayor a 20 mm Hg, presencia de extensión diastólica en el mismo. El diámetro del balón que escogemos es la media entre el diámetro del arco transversal y la aorta a nivel del diafragma.
- 3. Recoartación aórtica:** Cuando existe una recoartación aórtica poscirugía está indicada la angioplastia. Si se trata de un niño mayor o adolescente este procedimiento puede acompañarse de la implantación de un *stent* aórtico. La implantación del *stent* (Figura 6) requiere introductores gruesos 11F-14F con el consiguiente daño de la arteria femoral, por lo que esta técnica no está indicada en niños con peso inferior de 20 kg a 25 kg.

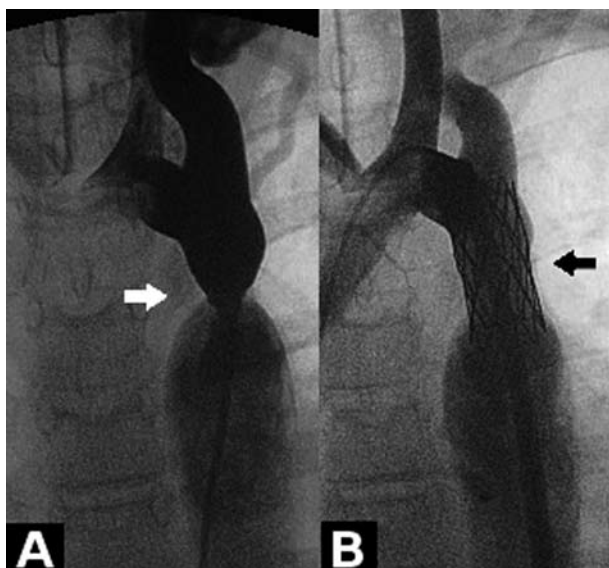


Figura 6. Implante de stent en coartación aórtica: (A) angiograma preimplante. (B) angiograma trasimplante

Angioplastia de ramas pulmonares

Las ramas pulmonares pueden estar estenosadas en su porción más proximal, ya sea debido a cirugía previa (fístula de Blalock generalmente) o de forma natural por la tensión que ejerce el ligamento arterioso. La angioplastia de las arterias pulmonares puede acompañarse de la implantación de un *stent* (Figura 7). Estos procedimientos se indican cuando la obstrucción en la rama pulmonar causa hipoperfusión del pulmón afecto, elevación de la presión del ventrículo derecho o insuficiencia del mismo.

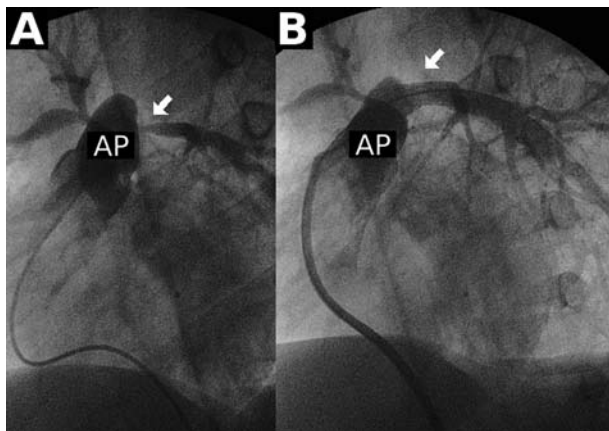


Figura 7. Stent en rama pulmonar izquierda: (A) arteriografía pulmonar con rama izquierda severamente estenótica. (B) Stent ya implantado

Stent ductal: En la atresia pulmonar y estenosis pulmonar crítica, una vez que se ha resuelto por cateterismo el problema más importante, es decir haber logrado la apertura de la válvula pulmonar, se observa

que el ventrículo derecho no es capaz de mantener el gasto pulmonar, por lo que se optaba por crear una fístula de Blalock Taussig; últimamente implantamos un stent en el ductus ⁽⁸⁾. La técnica requiere un acceso arterial y la utilización de un stent de 4 mm de diámetro (Figura 8); la longitud del stent dependerá de la longitud del ductus.

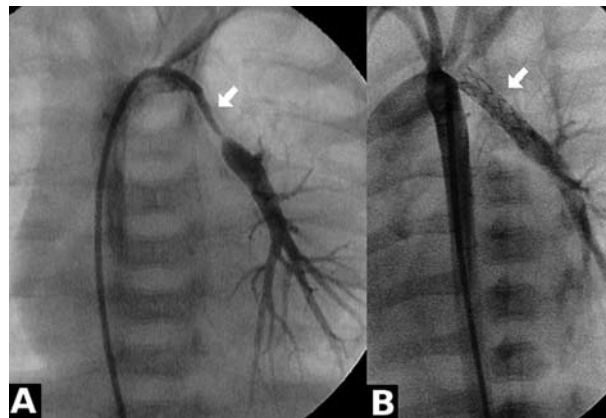


Figura 8. Stent ductal: (A) angiograma de neonato con ramas pulmonares desconectadas, rama izquierda dependiente de ductus arterioso muy estenótico. (B) *stent* de 4x15 mm ya implantado en el ductus

Implante percutáneo de válvulas cardiacas

Este procedimiento novedoso está indicado en aquellos pacientes adolescentes o adultos con disfunción del ventrículo derecho y que llevan un conducto biológico en el tracto de salida del ventrículo derecho ⁽⁹⁾. Se indica en aquellos en los que la cirugía tiene elevado riesgo.

Procedimientos híbridos

Existen casos en los que es necesario aplicar técnicas del cateterismo cardiaco como cierre de CIV con dispositivo o implante de stents en el curso de una intervención cardiaca. A estos procedimientos que exigen la participación simultánea del cardiólogo intervencionista y el cirujano se les llama **procedimientos híbridos**.

Procedimientos terapéuticos electrofisiológicos:

1. **Implantación de marcapasos:** El marcapaso ya sea temporal o definitivo está indicado en casos de bradicardia sintomática. La presencia de bloqueo AV completo no es indicación de marcapasos por sí misma, se requieren síntomas, pausas prolongadas (mayor de 3 segundos) o dilatación ventricular. En niños preferimos implantar marcapasos con estimulación epicárdica, en adolescentes y adultos la recomendación es estimulación endocavitaria transvenosa.

2. **Ablación con radiofrecuencia:** Los niños con arritmias supraventriculares, ya sean estas por vía accesoria, doble vía nodal (reentrada nodal), taquicardia de Coumel, flutter auricular, pueden tratarse con radiofrecuencia. En todos los casos debe valorarse el riesgo-beneficio.
3. **Implantación de desfibrilador automático:** En niños con muerte súbita abortada o con riesgo de muerte súbita por una canalopatía o miocardiopatía debe valorarse el implante de un desfibrilador, considerando el beneficio y el riesgo y la dificultad del implante así como las complicaciones del mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carlgren LE. The incidence of congenital heart disease in children born in Gothenburg 1941–1950. *Br Heart J*. 1959; 21:40–50.
2. Fernández A. Cierre percutáneo de la comunicación interauricular mediante dispositivo de Amplatz: resultado inicial y seguimiento a medio plazo. *Rev Esp Cardiol* 2001; 54: 1190–1196.
3. Divekar A, Gaamangwe T, Shaikh N, Raabe M, Ducas J. Cardiac perforation after device closure of atrial septal defects with the Amplatzer septal occluder. *J Am Coll Cardiol*, 2005; 45:1213-1218.
4. Duke C, Chan KC. Aortic obstruction caused by device occlusion of patent arterial duct. *Heart* 1999; 82:109–111.
5. Rubio-Álvarez V, Limon-Lason R, Soni J. Valvulotomías intracardiacas por medio de un catéter. *Arch Inst Cordiol Mexico* 1952; 23:183.
6. Kan JS, White RJ, Jr, Mitchell SE, Gardner TJ. Percutaneous balloon valvuloplasty: a new method for treating congenital pulmonary valve stenosis. *New Engl J Med* 1982; 307:540–542.
7. Okita Y. Long-term results of aortic valvuloplasty for aortic regurgitation associated with ventricular septal defect. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1988; 96, 769-774.
8. Mortera C. Ductus arteriosus patency with stenting in critical pulmonary stenosis and pulmonary atresia with intact interventricular septum. *Rev Esp Cardiol*. 2005; 58:592-5.
9. Khambadkone S, Bonhoeffer P. Non-Surgical Pulmonary Valve Replacement: Why, When, and How?. *Catheterization and Cardiovascular Interventions* 2004; 62:401-408.

Correspondencia: Dr. Fredy Prada Martínez
fprada@telefonica.net

Recibido: 23-09-07

Aceptado: 29-10-07