

# Tratamientos percutáneos en cardiología pediátrica

Dres. Pedro Chiesa <sup>1</sup>, Javier Giudice <sup>2</sup>, Jorge Morales <sup>3</sup>, Juan Carlos Gambetta <sup>4</sup>, Carlos Peluffo <sup>5</sup>, Pedro Duhagon <sup>6</sup>, LNC. Daniela Denegri <sup>7</sup>, Carlos Alves <sup>7</sup>, AE. Carmen Martínez <sup>8</sup>, Mónica Barrios <sup>8</sup>, Gabriela Avila <sup>8</sup>

## Resumen

*Existen varias opciones referentes al tratamiento percutáneo de las cardiopatías congénitas y otras entidades en la edad pediátrica, sean éstas de naturaleza paliativa o con intención curativa.*

*Los procedimientos intervencionistas a plantear pueden corresponder a una opción aislada, quirúrgica o por catéter, o una opción combinada entre ambas técnicas, interrelacionadas en diferentes etapas, de acuerdo a la patología de base.*

*Desde la primera descripción de una terapéutica percutánea para el tratamiento de las cardiopatías congénitas, hace más de 50 años, a la fecha, muchas técnicas se han descrito para las diferentes entidades, cobrando cada día mayor importancia el manejo de estas patologías por medio de catéteres, ayudado por el notable progreso de la bioingeniería médica*

*en diseñar y construir nuevos dispositivos, cada vez de mejor calidad, para lograr tratar un mayor número de patologías con resultados inmediatos y a largo plazo cada vez mejores.*

*La población de referencia para estas técnicas se divide en un grupo que no ha recibido ningún tratamiento, otro grupo que ya ha recibido tratamientos intervencionistas previos, sean quirúrgicos o por catéter, y que han quedado con defectos residuales o secuelas que ameritan ser tratados, y un tercer grupo en donde han aparecido nuevas alteraciones que requieren ser tratadas (arritmias, extracción de cables de marcapasos, endocarditis, estenosis, insuficiencias, etcétera).*

*En el presente trabajo haremos referencia al tratamiento de las diferentes entidades, que requieren ser tratadas por intermedio de catéteres.*

**Palabras clave:** CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS  
CATETERISMO CARDÍACO

1. Cardiólogo pediatra, hemodinamista.
2. Pediatra, intensivista pediátrico.
3. Cardiólogo pediatra, ecocardiografista.
4. Pediatra. Cardiólogo pediatra.
5. Cardiólogo pediatra. Director técnico ICI.
6. Cardiólogo pediatra. Prof. Agdo Pediatría.
7. Licenciado neumocardiólogo.
8. Auxiliar de enfermería.

Instituto de Cardiología Infantil. MUCAM. Montevideo, Uruguay.

Fecha de recibido: 20 de febrero de 2008

Fecha de aceptado: 1 de abril de 2008

## Summary

*Nowadays we face many options regarding the percutaneous treatment of congenital heart defects and other pediatric-related conditions, whether they are for palliative or curative nature. More than fifty years ago, the first percutaneous therapy for congenital heart defects was described. Many techniques have been developed and described for specific different conditions since then. Over the time, the management of these conditions by catheterization gained more and more attention; as the notorious progress in medical bioengineering lead to the design and construction of new and increasingly well qualified devices used to treat a larger number of pathologies, with increasingly better immediate and long term results.*

*The reference population for these techniques is divided in the group of those not receiving any treatment, the group of those who previously underwent catheter or surgical interventions and were left with residual defects or sequelae deserving further treatment, and a third group, which were those who showed new alterations requiring treatment (arrhythmias, pacemakers cable extraction, endocarditis, stenosis, etc.).*

*In the current work we will address the treatment of the different conditions that can be managed in the catheterization laboratories.*

**Key words:** HEART DEFECTS, CONGENITAL HEART CATHETERIZATION

## Introducción

El tratamiento de las cardiopatías congénitas por intermedio de catéteres puede llevarse a cabo como único procedimiento terapéutico o estar interrelacionado con la cirugía en diferentes etapas según la patología de base, los tipos de intervenciones realizadas y las respuestas a las mismas. Por otro lado estos procedimientos pueden revestir un carácter paliativo o pueden constituir un procedimiento curativo-definitivo.

Siempre que se elija un procedimiento terapéutico por catéter se deberá evaluar previamente su relación costo-beneficio, sus ventajas y desventajas frente a la cirugía en pos de obtener los mejores resultados para el paciente, con la menor incidencia posible de defectos residuales, secuelas y/o complicaciones (tabla 1).

Las vías de acceso vascular pueden ser: femoral, venosa y/o arterial, vena yugular, en recién nacidos vía umbilical (arteria y/o vena) y como última alternativa la vía transhepática.

En la tabla 2 se presentan los diferentes procedimientos con catéteres utilizados para tratar las diferentes patologías.

## Creación o ampliación de comunicaciones, recanalizaciones

### Atrioseptostomía

Desde los aportes de Rashkind en los años 60 se demostró que en determinadas cardiopatías congénitas es imprescindible una adecuada mezcla sanguínea interauricular, como ocurre en cardiopatías congénitas ductus dependiente tipo D-TGA (transposición clásica de grandes arterias) en donde muchas veces la sola permanencia de un ductus permeable no es suficiente para mantener un adecuado nivel de oxigenación<sup>(1)</sup>. También en otras cardiopatías complejas como ser atresia mitral con CIA restrictiva ésta puede ser un impedimento para el adecuado vaciamiento de la aurícula izquierda o en casos de retorno venoso pulmonar anómalo total supradiaphragmático, donde la presencia de una CIA restrictiva es un impedimento a la llegada de la sangre a la aurícula izquierda, etcétera.

En estas situaciones se deberá realizar un procedimiento de aumento de la comunicación interauricular con balón, el cual es llenado con medio de contraste diluido en la aurícula izquierda y traccionado hacia la aurícula derecha, sea guiado por el ecocardiograma (en situaciones de emergencia donde el paciente no admite ninguna demora) o en sala de cateterismo guiado por fluoroscopia. Las vías de acceso son la venosa umbilical o femoral. Cuando se asiste a una verdadera emergencia,

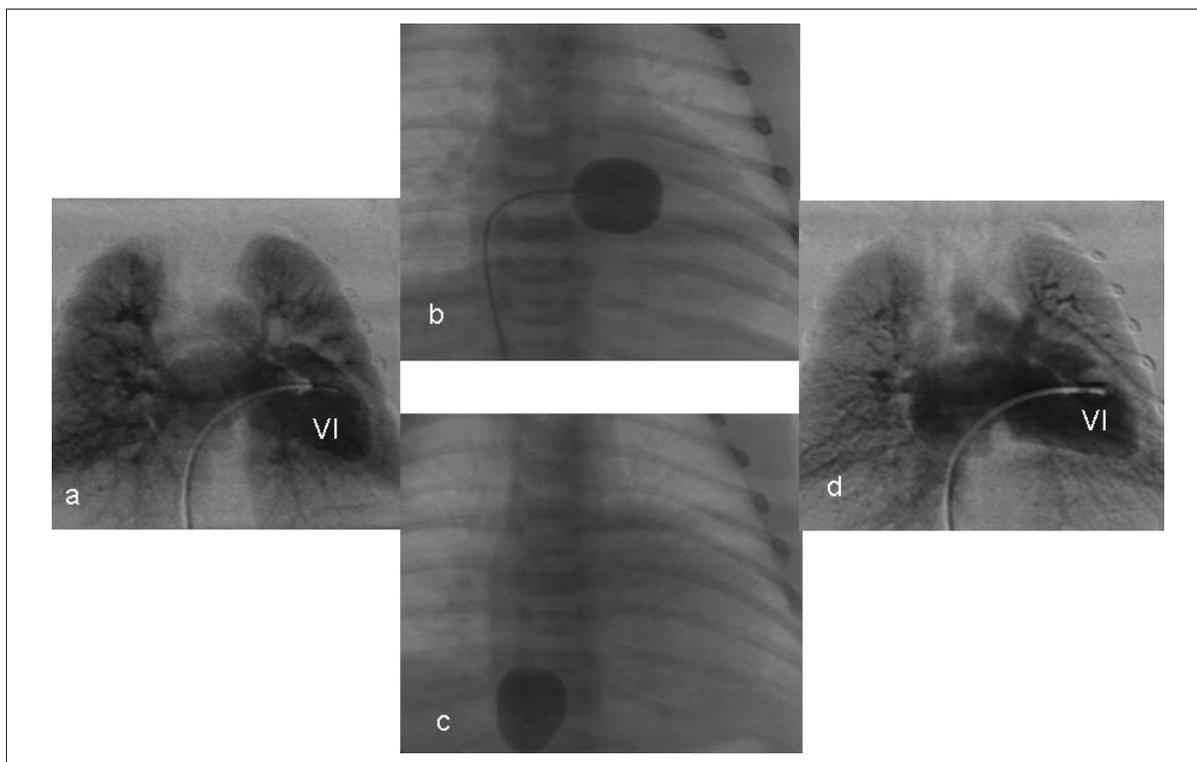
**Tabla 1.** Carácter de las intervenciones con catéter

- I**
- a) Como alternativa frente a la cirugía.
  - b) Formando parte de un plan de tratamiento que incluye la cirugía.
- II**
- a) Procedimientos paliativos o transitorios.
  - b) Procedimientos de intención curativa definitiva.

Frente a toda indicación de un procedimiento terapéutico con catéter, se debe evaluar correctamente la relación riesgo/beneficio

**Tabla 2.** Tipo de procedimientos:

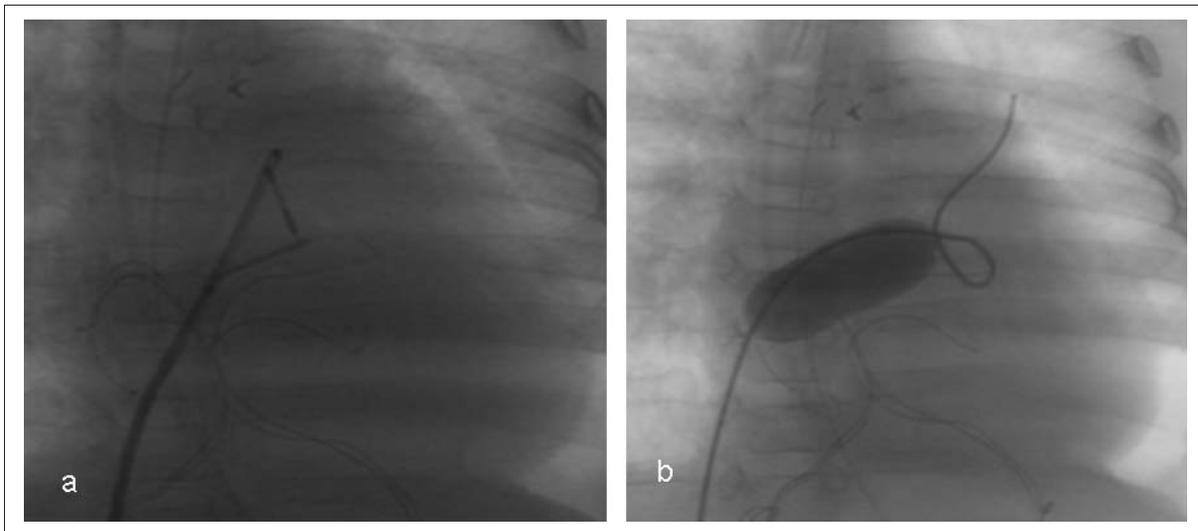
- a) Creación/apertura de comunicaciones:
  - Rashkind. Park. Valvulotomía pulmonar.
  - Punción transeptal.
  - Recanalización de vasos.
- b) Oclusión de comunicaciones:
  - Interauricular, interventricular, ductus, foramen oval, fenestraciones.
- c) Embolizaciones: arterias, venas, conductos.
- d) Dilatación de válvulas: valvuloplastia.
- e) Dilatación de vasos: angioplastia:
  - Arterias (aorta, pulmonar, renal).
  - Venas, conductos, homoinjertos.
- f) Implante de prótesis endovasculares:
  - Stents.
  - Válvulas cardíacas.



**Figura 1.** a) Angiografía del ventrículo izquierdo (VI) del cual se origina la arteria pulmonar y en levofase se opacifica la aurícula izquierda con escaso pasaje hacia la aurícula derecha. b) Balón de Rashkind inflado con contraste diluido en aurícula izquierda. c) Balón de Rashkind ya traccionado hasta el sector bajo de aurícula derecha. d) angiografía del ventrículo izquierdo del cual se origina la arteria pulmonar y en levofase se opacifica la aurícula izquierda con adecuado pasaje hacia la aurícula derecha posprocedimiento.

en caso de un paciente hipoxémico, el resultado del procedimiento rápidamente es advertido por el cambio de coloración del paciente que disminuye su cianosis, con la consiguiente mejoría de la saturación y por ende de las condiciones hemodinámicas.

En caso de no existir pasaje a nivel del septum interauricular se puede realizar la perforación del mismo con una aguja especial (aguja de Brockenborough), o por radiofrecuencia; luego mediante un catéter “cuchilla” (catéter de Park), se hace un corte en



**Figura 2.** a) Radioscopia en proyección posteroanterior observándose en aurícula izquierda el catéter de Park con la cuchilla abierta. b) Catéter balón inflado a nivel del septum interauricular luego del uso del catéter de Park.

el tabique interauricular para poder realizar la dilatación con balón; esta última es una alternativa para pacientes que requieran este procedimiento fuera del período neonatal (figuras 1 y 2).

#### Valvulotomía pulmonar

Las cardiopatías congénitas con flujo pulmonar ductus dependiente y válvula pulmonar imperforada, se estabilizan mediante infusión de prostaglandinas y posteriormente requieren la realización de una fístula sistémico pulmonar (Blalock-Taussig) o la apertura de la válvula pulmonar mediante perforación por radiofrecuencia y posterior dilatación con catéter balón. Dependiendo de las características del VD este procedimiento puede ser suficiente, o en casos de un ventrículo muy hipertrofiado o con una clara restricción diastólica, la sola apertura de la válvula pulmonar puede ser insuficiente y continuar comportándose como ductus dependiente; en estos casos se puede optar por una conducta expectante bajo infusión de prostaglandinas en espera de que ese ventrículo adquiera una capacidad diastólica adecuada, mantener permeable el ductus mediante el implante de un stent o realizar una fístula sistémico pulmonar <sup>(2-6)</sup>.

#### Recanalización de vasos sanguíneos

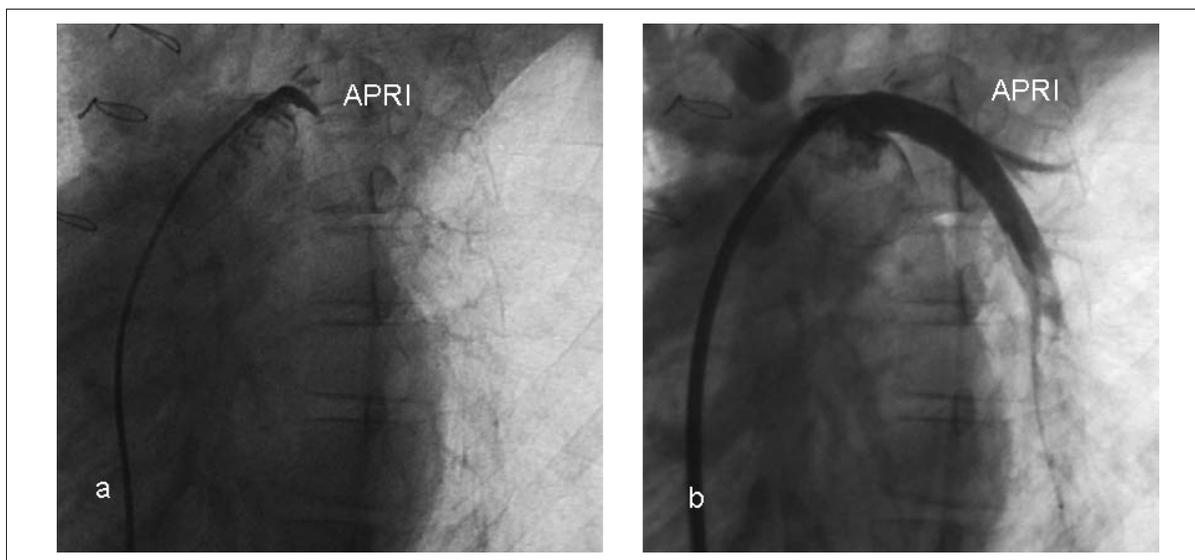
La presencia de obstrucción/exclusión de vasos sanguíneos (arteriales o venosos) cobra real valor cuando aquellos pueden comprometer el flujo de un pulmón (exclusión de arterias pulmonares), o pueden impedir el acceso para procedimientos de cateterismo (a nivel de arterias o venas ilíacas o femorales, venas cavas, etcétera).

En estas situaciones, la solución quirúrgica muchas veces se ve comprometida por tratarse de postoperatorios de cirugía cardíaca en donde el procedimiento de disección para acceder al vaso afectado suele ser muy difícil. Es así que el poder realizar un procedimiento de recanalización de vasos por intermedio de catéteres adquiere jerarquía. Recientemente se ha descrito una nueva técnica utilizando la radiofrecuencia en la cual con una variación de las características de las ondas de radiofrecuencia utilizada para la ablación de focos productores de arritmias, (con bajo voltaje y alta temperatura) se logra perforar estructuras y a partir de allí mediante dilataciones progresivas darle al vaso un diámetro adecuado, incluso con la utilización de stents (figura 3).

#### Cierre de defectos intra o extracardíacos

##### Cierre de la comunicación interauricular

Desde los trabajos iniciales de King y Mills en los años 70 existe la posibilidad de cerrar las comunicaciones interauriculares tipo ostium secundum mediante cateterismo. Muchos dispositivos se han diseñado desde entonces a tales efectos, pero pocos han perdurado, siendo los más usados en el momento actual los dispositivos Amplatzer ASD que constan de dos discos unidos por un cuello central y rellenos de parches de poliéster (el izquierdo de mayor tamaño, construido en una malla de nitinol: aleación de níquel y titanio, material caracterizado por ser maleable, con la resistencia del metal y tener la propiedad de memoria, es decir se le otorga una determinada forma, se lo introduce a través de una vaina



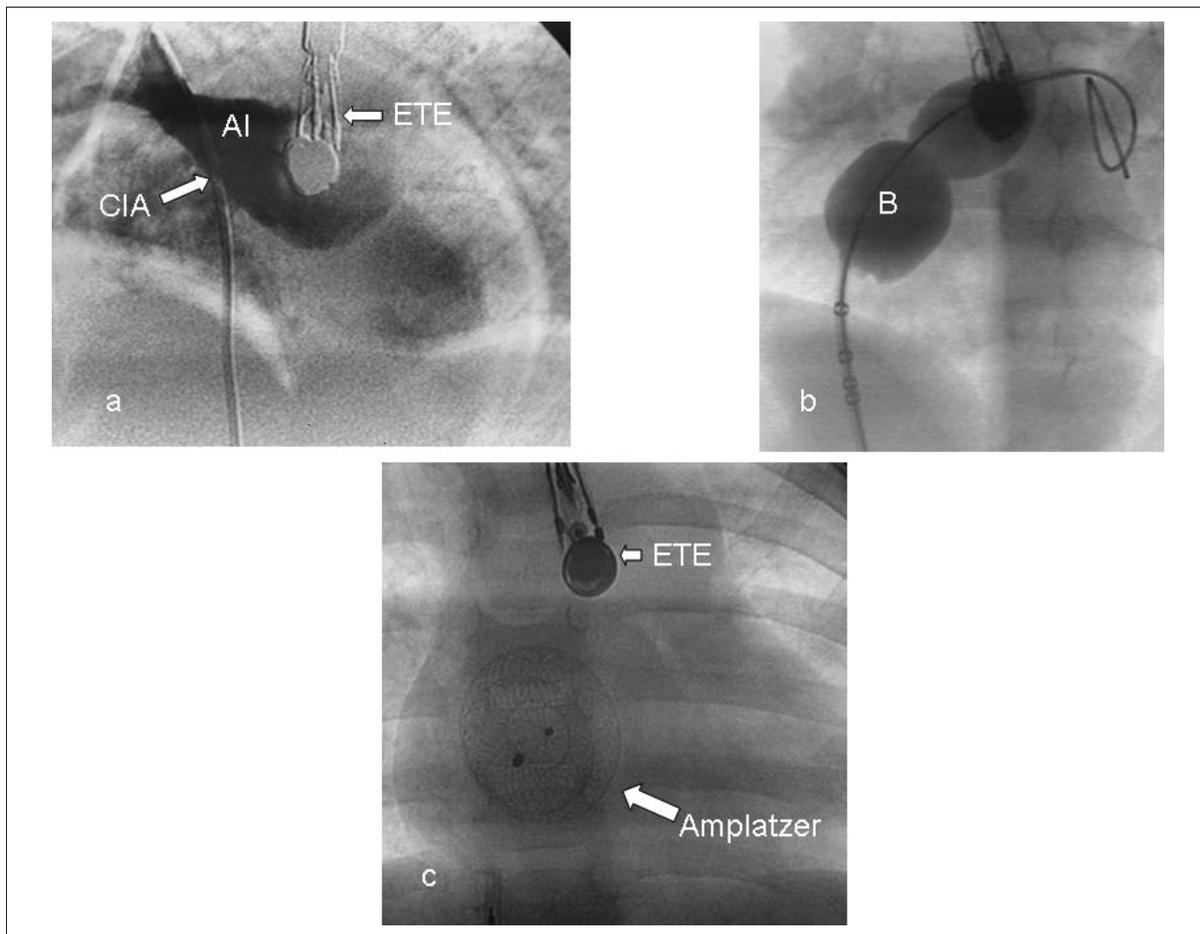
**Figura 3.** a) Angiografía de arteria pulmonar en proyección oblicua anterior izquierda observándose la amputación de la arteria pulmonar rama izquierda (APRI). b) Angiografía de arteria pulmonar en proyección oblicua anterior izquierda observándose la recanalización de la APRI con el stent en el sector proximal.

en el momento de su colocación, es desplegado y tiene la posibilidad de ser reenvainado si no queda en una posición correcta y vuelto a desplegar, pudiendo ser retirado sin inconvenientes antes de ser liberado). Otros dispositivos son el Hélex y el Cardioseal. El tamaño del dispositivo se elige habitualmente de acuerdo a las medidas realizadas con catéter balón efectuadas mediante fluoroscopia y ecocardiograma Doppler color transesofágico (ETE). Algunos utilizan el ecocardiograma intravascular (EIV) o transtorácico (ETT). La selección de los pacientes pasibles de ser beneficiados mediante el cierre por cateterismo se analiza en la tabla 3. El tamaño máximo del defecto que puede ser cerrado está en discusión, pero debemos considerar que a mayor tamaño del defecto a cerrar, mayor tamaño del dispositivo a utilizar, lo cual implica riesgo de protrusión de los discos atriales en el techo auricular con posibilidad de erosión hacia el pericardio con producción de un taponamiento o hacia la aorta, creando una fístula aortoauricular. Luego de verificada por ecocardiograma Doppler color (EDC) la factibilidad de llevar a cabo el procedimiento, se administra heparina a 100 unidades/kg, accediendo por vía venosa femoral. Los datos se corroboran insertando un catéter balón medidor que permite seleccionar el tamaño del dispositivo adecuado a las características del defecto. Esta maniobra se controla por EDC estableciendo, en el momento del cese del shunt desde la aurícula izquierda a la derecha, el diámetro estirado del defecto. Esta medida permite seleccionar el tamaño del dispositivo a utilizar, que debe ser

**Tabla 3.** Comunicación interauricular (CIA)

- Indicación de cierre:
  - CIA del tipo ostium secundum.
  - QP/QS mayor de 1.5:1 y/o sobrecarga de volumen de cavidades derechas.
  - Bordes mayores de 5 mm.
  - Se incluyen CIA múltiples, fenestradas y aneurismas.
- Dispositivos: Amplatzer. Hélex. Cardioseal. Cardioflex.
- Ecocardiograma imprescindible (transtorácico, transesofágico, intravascular).
- Antiagregación plaquetaria: ácido acetil salicílico 100 mg/día por 6 meses.
- Resultado óptimo: cierre total en 24 h.
- Complicaciones:
  - Embolización del dispositivo (2%).
  - Cefalea (4%-9%).
  - Hipertensión venocapilar pulmonar.
  - Trombosis, embolias.

2 mm mayor que el tamaño de la CIA. Luego se coloca una vaina en aurícula izquierda, extremando los cuidados para evitar la introducción de aire, se ensambla el dispositivo elegido y se lo introduce a través de dicha vaina, desplegándolo en el sitio correspondiente, controlando por EDC su correcta posición y la ausencia de compromiso de estructuras vecinas. Cumpliendo esos requisitos se lo libera, realizando los mismos controles posteriormente. Se hace cobertura antibiótica y el alta se otorga a las 24 horas con antiagregación plaquetaria que se mantiene por 6 meses. Puede persistir un shunt



**Figura 4.** a) Angiografía de vena pulmonar superior derecha en proyección oblicua anterior izquierda (OAI) observándose aurícula izquierda (AI), la comunicación interauricular (CIA) y la sonda del ecocardiograma transesofágico (ETE). b) Catéter balón medidor (B) inflado mostrando la marca dejada en el mismo por la CIA. c) Dispositivo ocluser (Amplatzer) ya desplegado y liberado a nivel del septum interauricular.

residual habitual las primeras horas. La tasa de éxitos tiene una relación directamente proporcional con la experiencia del grupo tratante con una tasa de complicaciones muy baja, siendo las más temibles:

1. Embolización del dispositivo en el momento de liberarlo (responde a un error en la cuantificación de los bordes del defecto o al uso de un dispositivo de tamaño inapropiado), requerirá su extracción mediante catéteres especiales o cirugía.
2. Erosión de la pared auricular hacia el pericardio o la aorta (responde muy probablemente al uso de un dispositivo de gran tamaño) requerirá una sanción quirúrgica urgente.
3. Se han descrito efectos secundarios menores:
  - a) cefaleas, que pueden presentarse en los primeros días o semanas postimplante, que se cree son debidas al nitinol;

- b) hipertensión venocapilar pulmonar en pacientes con gran shunt y alteraciones funcionales del ventrículo izquierdo.
- c) Trombosis y embolias sistémicas durante las maniobras de implante que reflejan un inadecuado control de la crisis y del acceso de aire durante la introducción del dispositivo.

Estudios comparativos entre cierre quirúrgico y por catéter han demostrado una eficacia comparable entre ambos con menor morbilidad al utilizar la técnica percutánea (figura 4) <sup>(7-22)</sup>.

#### Cierre del foramen oval permeable

Se ha identificado la asociación de accidente vascular encefálico criptogénico, fenómenos tromboembólicos y embolia paradójica (asociados a estados de hipercoagulabilidad, posibilidad de embolia grasa o aérea

vinculada a cirugía traumatológica, etcétera), y más recientemente la presencia de migraña con aura, con la existencia de un foramen oval permeable. La literatura existente al respecto demuestra que el cierre del foramen oval, en estos casos mediante el implante de un dispositivo apropiado a tales efectos (Amplatzer PFO similar al dispositivo de cierre de la CIA en su estructura pero diferente en cuanto a que el disco de mayor tamaño es el auricular derecho y el núcleo central es de pequeño calibre), se asocia con regresión y/o desaparición de los síntomas. Por tal motivo frente a la presencia de pacientes con síntomas relacionados a los descritos se debe ser exhaustivo en determinar si el foramen oval está permeable, procurando demostrar la presencia de shunt derecha – izquierda a través de la fosa oval mediante ETT contrastado, utilizando de preferencia una vía venosa en miembros inferiores, durante la realización de una maniobra de Valsalva. En los casos en que esté indicado el cierre con dispositivo, la técnica a emplear es similar a la utilizada para el cierre de la CIA, con la salvedad de que en algunos casos en que el trayecto sea tortuoso se deberá realizar una dilatación previa del foramen para lograr un mejor posicionamiento del dispositivo<sup>(23-29)</sup>.

#### Cierre del ductus arterioso permeable

Desde los trabajos de Porstmann en los años 70<sup>(30)</sup> se inició la era del cierre del ductus mediante dispositivo implantado por cateterismo, y al igual que lo que ha ocurrido con la CIA, muchos dispositivos se han diseñado, siendo pocos los que han demostrado una ecuación riesgo-beneficio inclinada a favor del paciente. El hallazgo de un ductus en un paciente virgen de tratamiento o residual a un intento de cierre previo, obliga a realizar su cierre para evitar la evolución a la insuficiencia cardíaca, la enfermedad vascular obstructiva (síndrome de Eisenmenger) o a una endocarditis infecciosa. En el momento actual la vía de elección para el cierre es la percutánea (a excepción del ductus del prematuro). Los dispositivos existentes son: para ductus de pequeño tamaño los *coils* de Gianturco o los *Flipper coils* (dispositivos de forma espiralada con un núcleo central de acero inoxidable rodeado de fibras de poliéster que aumentan su trombogenicidad, de liberación no autocontrolada y autocontrolada, sea por un sistema de sujeción de bolita o de rosca) y para los ductus de mayor tamaño los dispositivos Amplatzer PDA (formados por una malla de nitinol tubular, un disco aórtico de retención y un parche central de poliéster); hay otros dispositivos como el Nit Occlud pfm aún no autorizado en nuestro medio<sup>(31)</sup>. Se efectúa el procedimiento bajo anestesia general, monitorización no invasiva de presión arterial sistémica, electrocardiograma y oximetría de pulso. Las

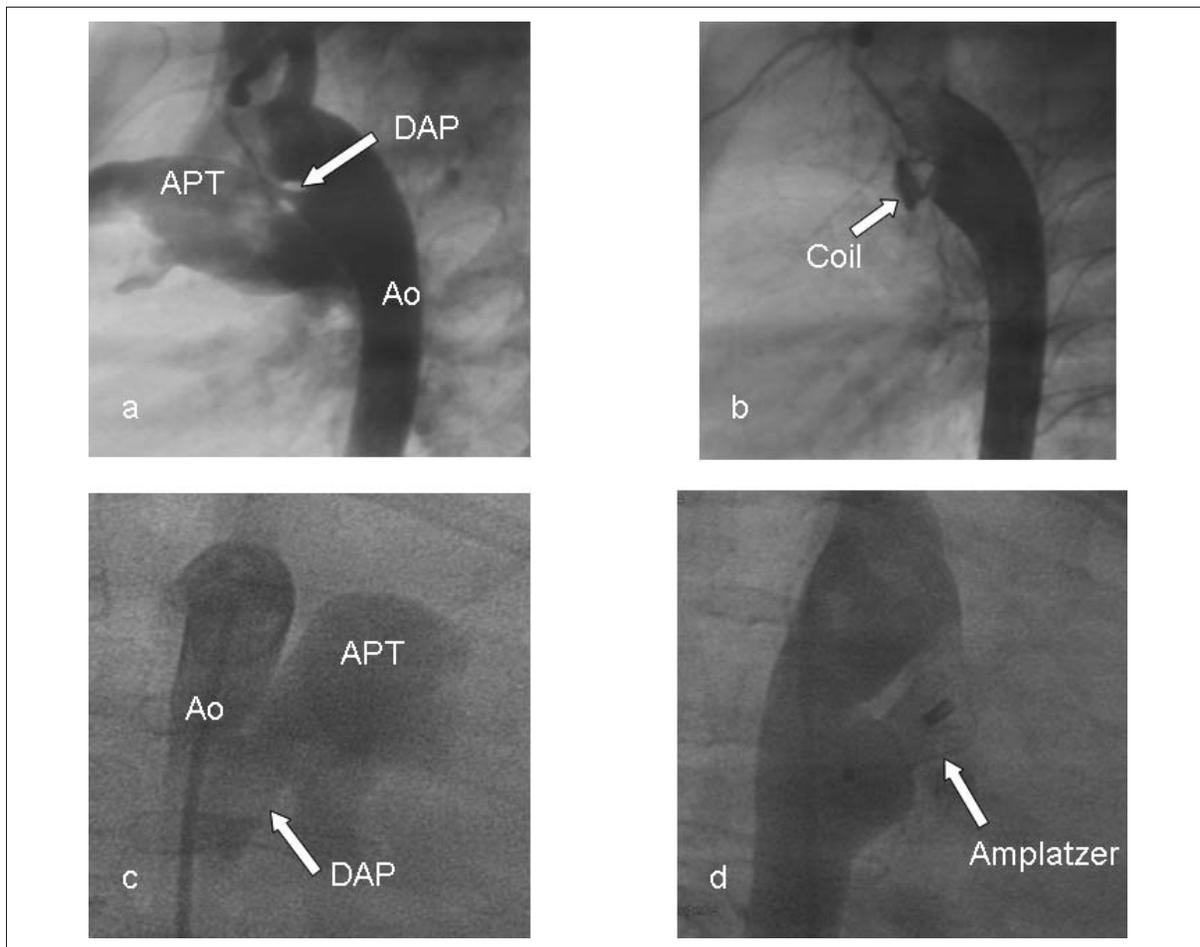
vías a utilizar para el cierre son la venosa y la arterial retrógrada, el uso de una de ellas o ambas dependerá del tipo y tamaño del ductus y del dispositivo a utilizar. Se realiza medida de presiones sistémicas y pulmonares con cálculo de cortocircuito, resistencias pulmonares y angiografía del cayado aórtico en cada paciente para definir tamaño y características anatómicas del ductus. Si bien el ecocardiograma confirma el diagnóstico, la anatomía exacta la tendremos con la angiografía aórtica (clasificación de Krichenko) para poder seleccionar el tipo y tamaño del dispositivo a emplear<sup>(32)</sup>.

Con el uso de *coils* es habitual la presencia de *shunt* residual inmediatamente al procedimiento en un 20%-40% (que puede persistir días o semanas e ir al cierre espontáneo) pudiendo requerir del implante de más de un coil, con un éxito de cierre alejado mayor al 90%. Con el dispositivo Amplatzer se produce el cierre total en más del 98% de los casos (luego de un período inicial de unas horas de persistencia de *shunt*, sobre todo en los ductus de mayor calibre).

La complicación mayor es la embolización del dispositivo hacia la aorta o hacia la arteria pulmonar (en menos del 5%), obligando a la extracción de los mismos mediante catéteres extractores, en general sin necesidad de un procedimiento quirúrgico; menos frecuentemente (menos del 1%) se ha descrito la presencia de hemólisis vinculada a la presencia de shunt residual (tabla 4) (figura 5)<sup>(33-45)</sup>.

#### Cierre de comunicaciones interventriculares

Hasta hace pocos años era patrimonio exclusivo de la cirugía, pero el cierre percutáneo de comunicaciones interventriculares (CIV) es actualmente posible. El avance tecnológico ha permitido desarrollar dispositivos aptos y confiables. La indicación principal refiere a las CIV musculares. En nuestro medio contamos con los dispositivos Amplatzer mVSD, cilíndricos con dos discos de similar tamaño construidos de malla de nitinol y un núcleo central, rellenos de poliéster, para cierre de CIV localizadas a nivel del septum interventricular muscular, donde la terapéutica intervencionista de primera línea parece ser el cateterismo, con claras ventajas respecto de la cirugía. Hay además trabajos que muestran que el cierre de CIV perimembranas subtricuspidas también se beneficiarían del cierre por cateterismo, si bien continúa la evaluación de esta técnica en lo que hace a la relación riesgo/beneficio, sobre todo por la eventualidad de bloqueo en la conducción aurículo-ventricular y la posibilidad de lesionar el aparato subvalvular mitral y la válvula tricúspide. Existen dos tipos de dispositivos a tales efectos el Amplatzer y el Nit Occlud, específicamente diseñados para su utilización en esta entidad.



**Figura 5.** a) Angiografía en proyección OAI observando aorta (Ao), ductus (DAP) y arteria pulmonar (AP). b) Dispositivo de oclusión ductal (*coil*) colocado en la ampolla ductal sin shunt residual. c) Angiografía en proyección oblicua anterior derecha mostrando la aorta (Ao), el ductus (DAP) y la arteria pulmonar (AP). d) Dispositivo oclusor ductal (Amplatzer) colocado en la ampolla ductal sin shunt residual.

**Tabla 4.** Ductus arterioso persistente

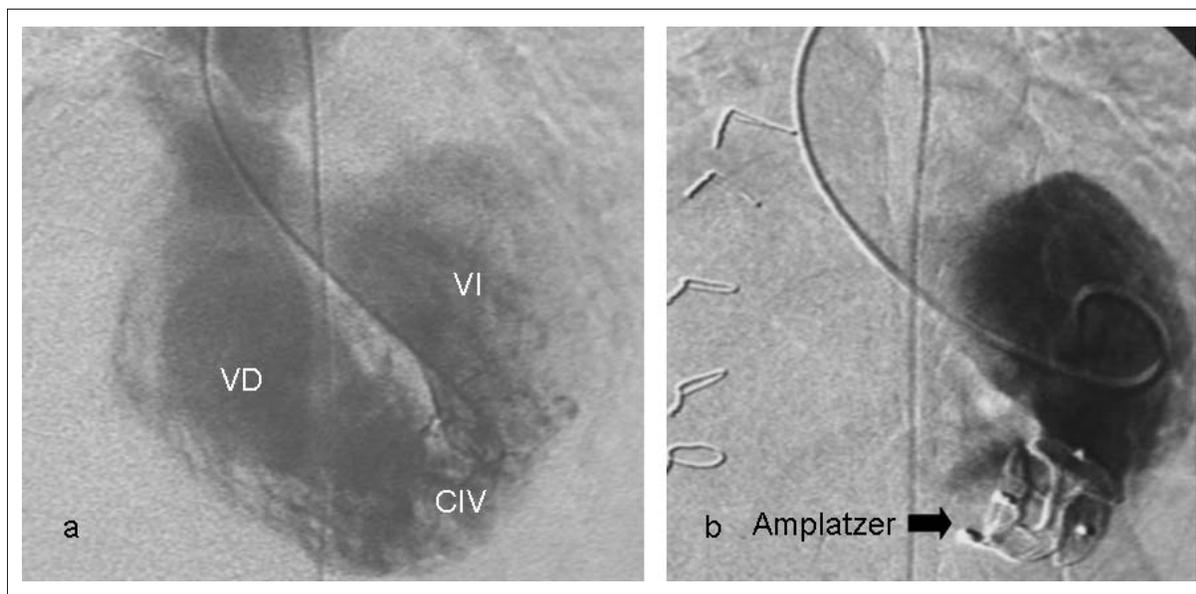
- Cierre por presentar insuficiencia cardíaca, riesgo de endocarditis e hipertensión arterial pulmonar.
- Riesgo mayor en cierre quirúrgico por:
  - presencia de calcificación;
  - dilatación aneurismática;
  - mayor friabilidad.
- Dispositivos utilizados:
  - *coils* de Gianturco;
  - *Flipper coils*.
  - oclusores de ductus Amplatzer.
- Resultados:
  - oclusión total. (con dispositivos Amplatzer en las primeras 24 horas, existe shunt residual habitual);
  - con coils puede requerir más de uno;
- Complicaciones:
  - embolización del dispositivo;
  - hemólisis.

La mayor innovación tecnológica en este campo es la realización de procedimientos combinados e híbridos donde el trabajo interrelacionado de cirujanos y hemodinamistas, en una sala adaptada para tales procedimientos, posibilita la corrección de defectos cardíacos con mejores resultados.

Las indicaciones de cierre de CIV grandes son:

1. Insuficiencia cardíaca por cortocircuito I-D.
2. Existencia de una relación flujo pulmonar/flujo sistémico (QP/QS) mayor a 1,5:1.
3. Prevención de la enfermedad vascular pulmonar obstructiva. Aquellas CIV que hayan evolucionado a un síndrome de Eisenmenger tienen contraindicación de cierre.
4. Prevención de la endocarditis infecciosa.

La técnica del cierre de las CIV musculares se realiza bajo anestesia general, utilizando tres vías de acceso



**Figura 6.** a) Angiografía en proyección OAI mostrando el ventrículo izquierdo (VI), el ventrículo derecho (VD) y la comunicación interventricular (CIV). b) Angiografía en proyección OAI mostrando los dos dispositivos (Amplatzer) colocados en la CIV apical sin shunt residual significativo.

vascular: arteria y vena femoral y vena yugular interna derecha. Por la vía arterial se realizará una angiografía del ventrículo izquierdo (VI) y posteriormente se accederá desde el VI a través de la CIV al ventrículo derecho (VD) y arteria pulmonar (AP) con guía metálica, donde es capturada por un catéter especial (catéter lazo) introducido por la vía yugular. Sobre dicha guía se introduce una vaina en el VI. Se elige el tamaño del dispositivo, que se ensambla e introduce a través de dicha vaina desplegando el disco izquierdo en el VI y luego traccionándolo y posicionándolo a nivel del septum interventricular donde se completa el despliegue del resto del dispositivo, que se mantiene sostenido mediante el cable de liberación. Se realiza a continuación una angiografía del VI para comprobar su correcta posición. Se libera el dispositivo realizando una última angiografía en VI posliberación. Se efectúa cobertura antibiótica por 24 horas y antiagregación plaquetaria por 6 meses. Se otorga el alta a domicilio a las 24 horas (figura 6) <sup>(46-50)</sup>.

#### Cierre de la fenestración permeable en cirugía de Fontan

La fenestración es una comunicación dejada ex profeso por el cirujano al completar la cirugía de Fontan (derivación cavopulmonar total) a nivel del túnel que deriva el flujo de la vena cava inferior hacia la arteria pulmonar. El objetivo de esta técnica es desgravitar el sistema cavopulmonar en el postoperatorio inmediato. La tendencia natural es al cierre espontáneo, pero cuando no

sucede determinará desaturación arterial sistémica de oxígeno por lo que deberá ser cerrada.

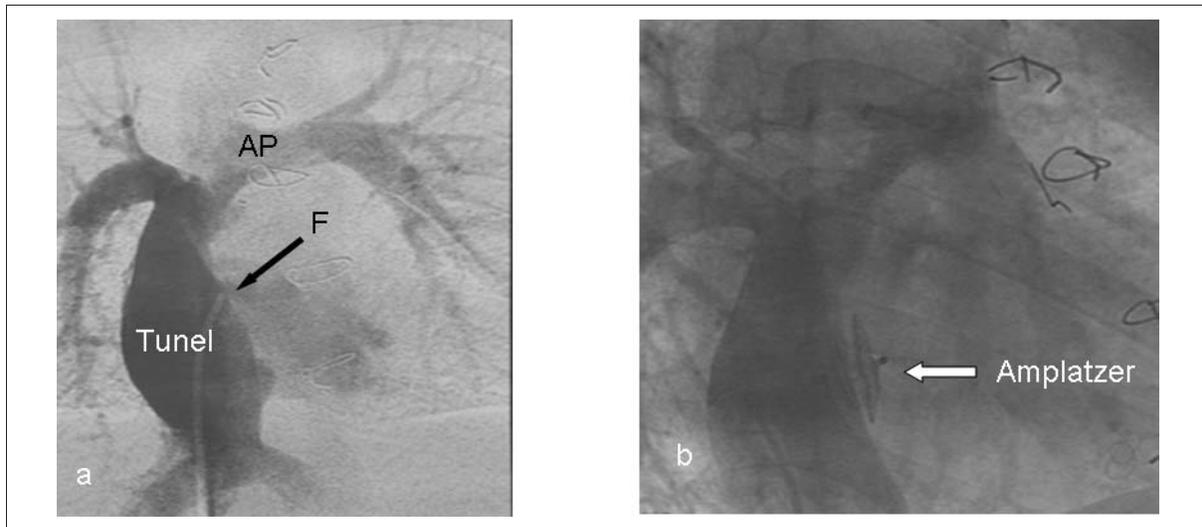
La técnica de cierre es similar a la utilizada para el cierre de la CIA, no requiriendo del uso del ecocardiograma intraprocedimiento, salvo excepciones. Previamente se deberán medir las presiones en el sistema y realizar la oclusión transitoria de la fenestración mediante un catéter balón. Si las presiones estuvieran elevadas (mayores a 18 mmHg) o se incrementaran demasiado con el inflado del balón (mayor de de 3-5 mmHg) se debe desaconsejar el cierre, por el riesgo de generar derrames quilosos en pleura, peritoneo o incluso enteropatía perdedora de proteínas (figura 7) <sup>(51-55)</sup>.

#### Embolizaciones

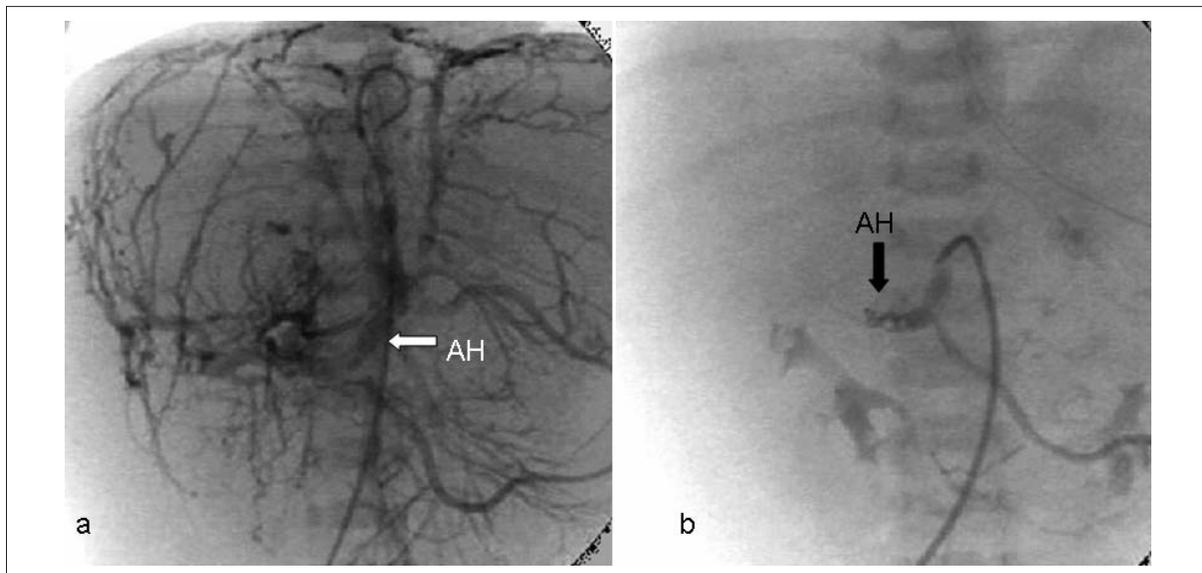
La oclusión de vasos arteriales o venosos con dispositivos, en diferentes patologías, es un procedimiento que suplanta la cirugía o prepara un terreno más apto para el cirujano.

Es así que se puede realizar este procedimiento en diferentes patologías:

1. Conductos veno-venosos que se pueden observar en la circulación de Fontan, que impliquen derivación de sangre con bajo contenido de oxígeno a la circulación sistémica (desde el sistema cava a las venas pulmonares o aurícula sistémica).
2. Vasos arteriales donde existen diversas categorías: colaterales aortopulmonares, anastomosis quirúrgicas sistémico-pulmonares (Blalock-Taussig), arte-



**Figura 7.** a) Angiografía en proyección posteroanterior mostrando el túnel cava (Túnel) en cirugía de Fontan, la fenestración permeable (F) y las arterias pulmonares (AP). b) Dispositivo (Amplatzer) ocluyendo la fenestración.



**Figura 8.** a) Gran hemangioma hepático en neonato con insuficiencia cardíaca, con vascularización principalmente desde la arteria hepática (AH). b) arteria hepática ocluida con *coils* habiendo desaparecido la vascularización de la neoformación y la insuficiencia cardíaca.

rias nutricias de tumores o angiomas, fístulas arteriovenosas pulmonares o coronarias, etcétera.

Los materiales a utilizar son diversos, desde micropartículas y *coils* hasta dispositivos Amplatzer PDA (ductus) o mVSD (CIV), así como también dispositivos mas específicos como los Amplatzer vascular plug.

Las embolizaciones suelen ser procedimientos de elección frente a la cirugía, en razón de su eficacia y menor morbilidad (tabla 5, figura 8).

## Dilatación de válvulas cardíacas. Valvuloplastia

### Valvuloplastia pulmonar

La dilatación de la válvula pulmonar por medio de catéter balón, descrita por Kan en 1982<sup>(56)</sup>, es el procedimiento terapéutico de elección para el tratamiento de la estenosis valvular pulmonar, aislada o asociada a otras entidades sin indicación de tratar o con indicación de

tratamiento percutáneo. En general se acepta como indicación la presencia de un gradiente pico a pico entre la presión sistólica del ventrículo derecho y la presión sistólica de la arteria pulmonar, superior a 40 mmHg.

La elección del balón a utilizar depende de los datos aportados por el ETT y por la angiografía del ventrículo derecho realizada en proyecciones oblicua anterior derecha y lateral izquierda. De este modo sabremos: 1) si la válvula pulmonar es displásica (como puede verse en algunos síndromes genéticos: síndrome de Noonan); 2) el estado del infundíbulo pulmonar; y 3) fundamentalmente, el diámetro del anillo lo que nos permitirá elegir el tamaño del balón a emplear, el cual deberá ser de 1,2 a 1,5 veces superior; en caso de anillos mayores a 18 mm se deberán utilizar dos balones colocados a nivel del anillo pulmonar e inflados conjuntamente.

Los resultados dependen fundamentalmente de la variedad anatómica de estenosis pulmonar; así frente a la presencia de válvulas displásicas o con anillos menores al 45% del que le corresponde por superficie corporal, los resultados no serán óptimos, con índice de reestenosis elevado, por lo que pueden requerir nueva dilatación con balón o ir directamente a una corrección quirúrgica. Consideradas todas las estenosis valvulares pulmonares en general el índice global de reestenosis es bajo (menor al 5%). La reacción infundibular es directamente dependiente del grado de severidad de la estenosis pulmonar preexistente y posterior a la dilatación puede incluso incrementarse, pero con tendencia a la regresión espontánea en el término de 3 a 6 meses; si luego de la valvuloplastia persiste un gradiente residual a nivel infundibular pulmonar mayor a 50 mmHg el mismo se beneficia del uso de  $\beta$  bloqueantes, que se mantendrá por 6 meses.

Las complicaciones posibles en estos casos suelen ser menores, como sangrados y hematomas locales, arritmias; o mayores como la perforación o rotura de la pared ventricular o de la arteria pulmonar, situación muy infrecuente. A largo plazo se describe la incidencia de insuficiencia pulmonar entre el 30%-70% de los casos, dependiendo directamente del tamaño del balón utilizado (a mayor balón, con relación al anillo, mayor posibilidad de daño) y de las características de la válvula pulmonar (cuanto más displásica, con valvas más rígidas sin clara separación de los rafe entre las valvas, mayor posibilidad de quedar insuficiente) (tabla 6, figura 9) <sup>(57-59)</sup>.

### Valvuloplastia aórtica

La valvuloplastia aórtica mediante catéter balón es siempre paliativa, y puede realizarse con dos fines:

1. Puramente paliativa en el marco de una cardiopatía congénita compleja, donde la desgravitación del

**Tabla 5.** Indicación de las embolizaciones

- Secuestro pulmonar.
- Colaterales aortopulmonares.
- Anastomosis quirúrgicas sistémico-pulmonares.
- Fístulas arteriovenosas: pulmonares, coronarias, hepáticas, cerebrales, etcétera.
- Tumores, angiomas.
- Hemoptisis.
- Aneurismas, pseudoaneurismas.

ventrículo izquierdo puede lograr la compensación del paciente para llevar a cabo en mejores condiciones y con menor riesgo el plan terapéutico correspondiente.

2. Paliativo-curativa en casos de estenosis valvular aórtica aislada con buena anatomía de la válvula, donde este tratamiento puede ser eficaz inicialmente y lograr en buena parte de los casos un periodo prolongado libre de reintervenciones.

Las vías de acceso son la aórtica retrógrada o la vía anterógrada accediendo a la aurícula izquierda a través de un foramen oval permeable o por punción transeptal.

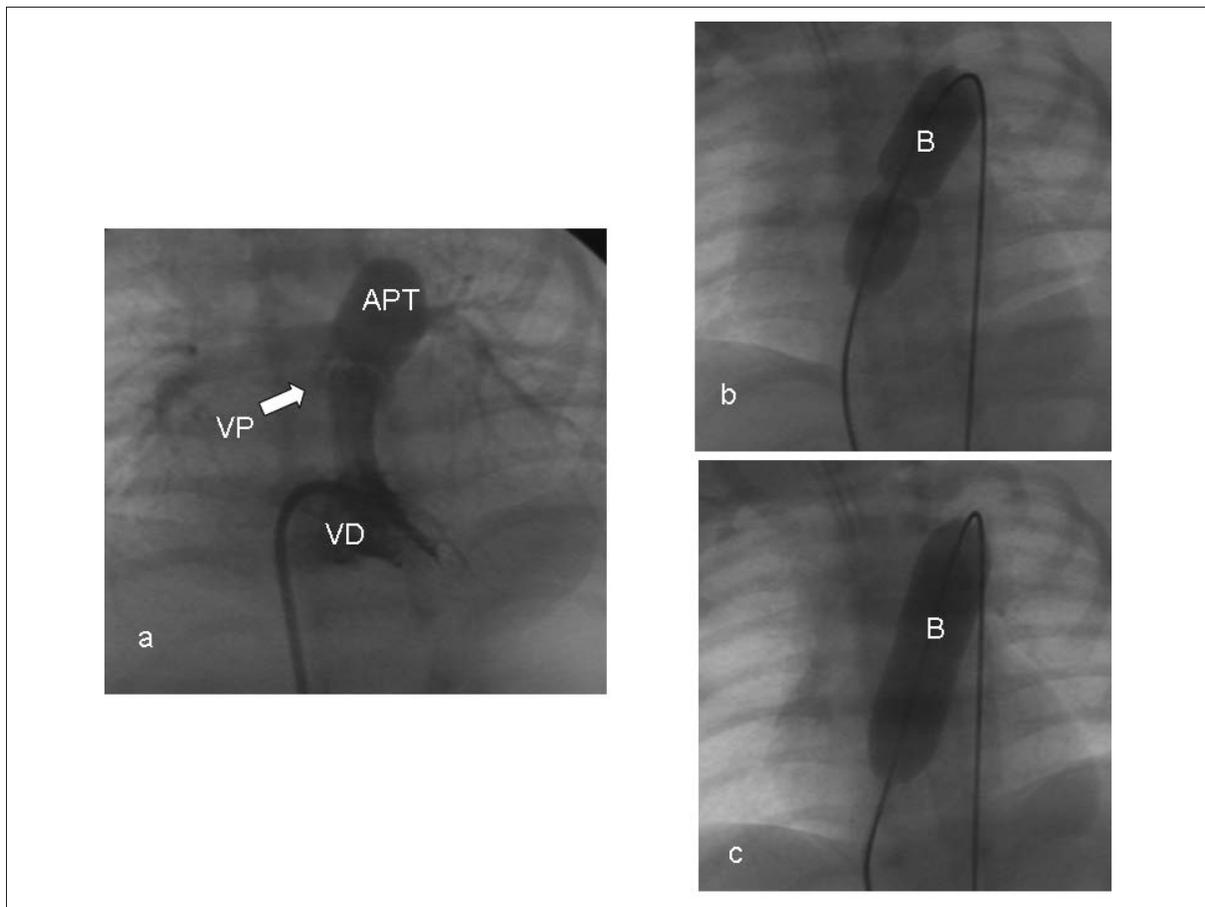
Para su realización se debe elegir un balón con un diámetro que no sobrepase el diámetro del anillo aórtico, para disminuir las posibilidades de aparición de la complicación más temida que es la insuficiencia aórtica.

Internacionalmente se está trabajando en la realización de la valvuloplastia aórtica en periodo prenatal, en casos de estenosis valvular aórtica crítica, para mejorar el desarrollo del ventrículo izquierdo, es un procedimiento que aún presenta una elevadísima morbimortalidad con resultados inciertos (figura 10) <sup>(60,61)</sup>.

### Valvuloplastia mitral

La valvuloplastia mitral con catéter balón no es un procedimiento de elección en las estenosis valvulares mitrales de naturaleza congénita (a diferencia de lo que sucede con las estenosis valvulares mitrales de origen reumático). Su uso estaría relegado a casos seleccionados como:

1. Estenosis mitrales congénitas de grado moderado o severo, sintomáticas con válvulas móviles, no calcificadas y con score ecocardiográfico de Wilkins inferior a 8 (donde se valora calcificación y motilidad valvular, engrosamiento de las valvas y estado del aparato subvalvular lo que permite obtener un score que va de 0 a 16) <sup>(62)</sup>.
2. Estenosis mitral moderada o severa, poco sintomática pero con evidencias de hipertensión arterial pul-



**Figura 9.** a) Angiografía del ventrículo derecho en proyección posteroanterior (VD) que se observa hipertrofiado, la válvula pulmonar estenótica en sístole (VP) y el tronco de arteria pulmonar dilatado (APT). b) y c) El balón (B) se encuentra a nivel del anillo pulmonar mostrando la incisura del anillo que desaparece con el inflado total.

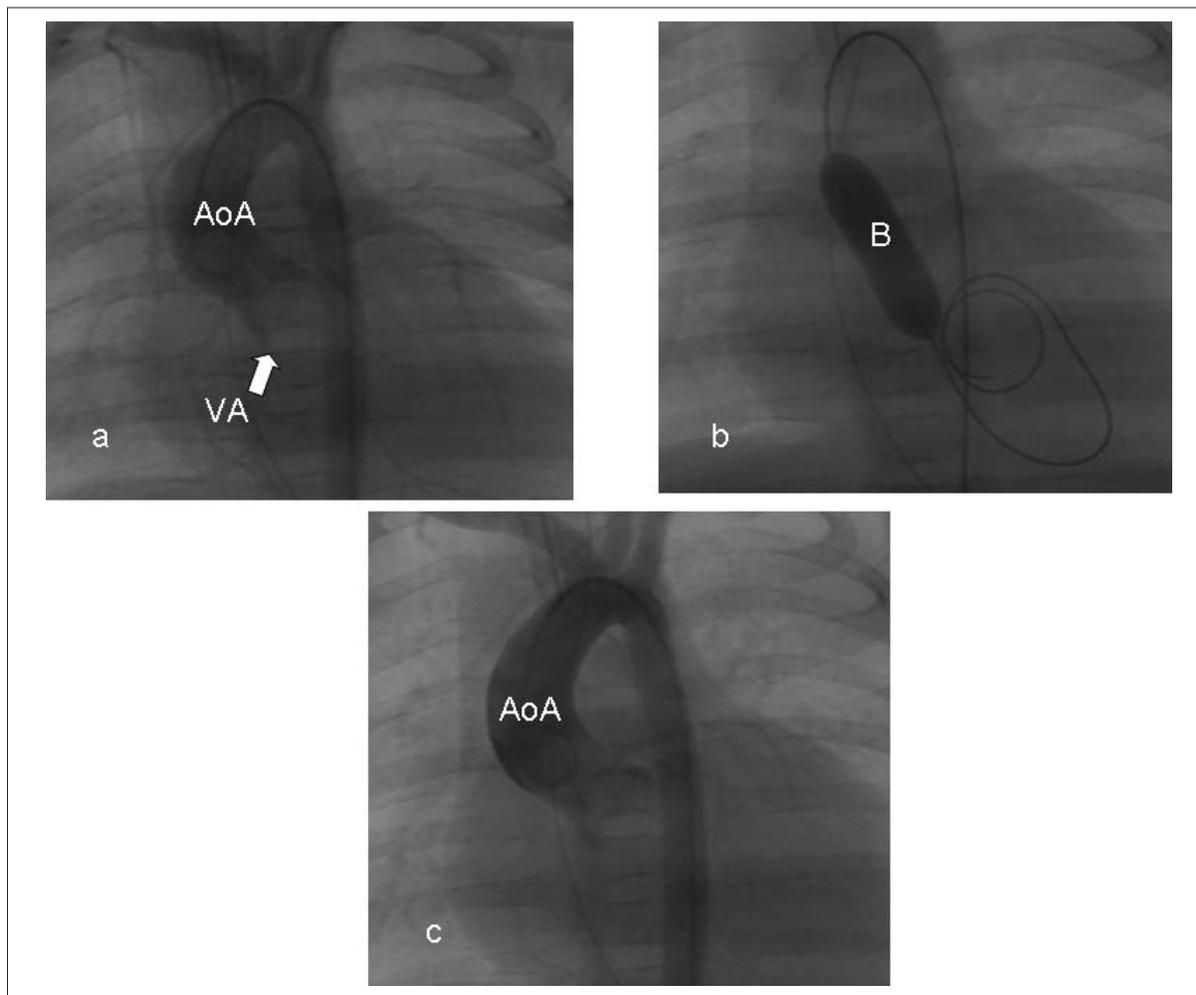
**Tabla 6.** Estenosis valvular pulmonar

- Indicaciones:
  - lesión aislada, asociada a lesiones sin indicación de tratar o lesiones susceptibles de tratamiento por vía percutánea;
  - gradiente pico a pico mayor a 40 mmHg.
- Resultado no óptimo con válvulas displásicas o con anillo menor al 45% del tamaño que le corresponde por superficie corporal.
- Anillos mayores a 18 mm usar dos balones.
- Relación entre diámetro balón-anillo debe ser de 1,2 a 1,5.
- Estenosis infundibular dinámica: hallazgo frecuente.
- Posvalvuloplastia: gradiente infundibular mayor a 50 mmHg usar  $\beta$  bloqueantes, retrocede en un plazo de 3 a 6 meses.
- Índice de reestenosis menor al 5% en válvulas displásicas.
- Complicaciones:
  - menores: arritmias, sangrado, hematoma, alergia al contraste;
  - mayores: perforación;
  - principal secuela crónica: insuficiencia pulmonar (30%-70%), generalmente sin significado clínico.

monar o elementos sugestivos de insuficiencia cardíaca derecha.

### 3. Tratamiento paliativo en espera de mejorar la situación hemodinámica para realizar la cirugía.

En los casos en que se plantee el tratamiento percutáneo de la estenosis mitral, a excepción del recién nacido y lactante, se deberá realizar tratamiento anticoagulante con dicumarínicos desde los 15 o 30 días previos. El día antes de la valvuloplastia se realizará un ETE con el fin de descartar la presencia de trombos en la aurícula izquierda, que de estar presentes contraindican el procedimiento. Se requiere de un abordaje anterógrado a través de un foramen oval permeable o por punción transeptal. Los balones a utilizar pueden ser los habitualmente utilizados en las demás valvuloplastias utilizando uno o dos balones o un tipo de balón es-



**Figura 10.** a) Aortografía de aorta ascendente (AoA) en proyección posteroanterior mostrando la válvula aórtica (VA) estenótica. b) Catéter balón (B) inflado a nivel del anillo aórtico. c) Aortografía de aorta ascendente en proyección posteroanterior mostrando la válvula aórtica con mejor apertura y sin insuficiencia significativa.

pecialmente diseñado a tales efectos (balón de Innoue bilobulado).

### Valvuloplastia tricuspídea

El tratamiento de la válvula tricúspide es resorte del cirujano. En casos de estenosis tricúspide severa en postoperatorio alejado de plastia tricúspide donde exista una contraindicación para la cirugía se puede realizar la dilatación con catéter balón como medida paliativa o con carácter más definitivo dependiendo del resultado obtenido.

### Dilatación de vasos. Angioplastias

#### De la aorta

La angioplastia de la coartación de aorta (CoAo) involucra dos entidades: 1) CoAo nativa, y 2) CoAo postoperatoria o lesión residual (recoartación).

Respecto al tratamiento percutáneo de la coartación de aorta nativa existen dos indicaciones: 1) Coartación de aorta en el recién nacido o lactante, como lesión aislada o en el contexto de una cardiopatía congénita compleja, que se presente con inestabilidad hemodinámica, lo cual determina un elevado riesgo quirúrgico, permitiendo a angioplastia la estabilización del paciente y posterior tratamiento quirúrgico; 2) Coartación de aorta en el niño mayor y/o adolescente con buena anatomía (lesión circunscrita, centrada, con buen sector aórtico proximal y distal) donde pue-

**Tabla 7.** Coartación de aorta (CoAo) nativa (lesión estenótica original)

- 1) Paliativa: Cardiopatía compleja en neonatos o lactantes.
- 2) Curativa:
  - intervenir con gradiente en reposo mayor a 20 mmHg;
  - angioplastia con balón y/o stent en mayores a 30 kilos de peso;
  - tipos:
    - buena anatomía: lesión circunscrita, centrada, buen cabo proximal.
    - mala anatomía: diafragma, hipoplasia del istmo, lesión tubular, atresia local.
  - Diámetro del balón: relación 1:1 con el diámetro del sector horizontal del arco aórtico.
  - Resultados exitosos en más del 90%.
  - Se recomienda el uso de stents:
    - para prevenir reestenosis.
    - evitar la aparición de aneurismas.
  - Complicaciones:
    - Aneurismas con incidencia menor al 6%.
    - Reestenosis con incidencia del 3-7%.
    - HTA residual (20-50%) cuando hay:
      - gradiente residual significativo.
      - mayor edad al momento del tratamiento.

de considerarse un procedimiento curativo, con o sin la utilización de stents (cuyo uso es obligatorio en caso de persistencia de un ductus permeable o frente a la asociación de un aneurisma).

La recoartación de aorta (poscorrección quirúrgica o postangioplastia de una CoAo nativa previa, con o sin colocación de Stent) tiene indicación formal de ser tratada con catéter balón <sup>(63-67)</sup>.

Los motivos por los cuales se debe tratar la CoAo (nativa o postoperatoria) son:

1. Riesgo aumentado de disfunción ventricular izquierda.
2. Hipertensión arterial persistente.
3. Aterosclerosis coronaria y cerebral prematuras.
4. Riesgo de rotura, disección de la aorta o de los vasos cerebrales.
5. La presencia de un síndrome de robo de la arteria subclavia (“steal síndrome”) cuando la obstrucción residual se encuentra proximal a la arteria subclavia izquierda, de forma tal que ésta determina una fuga de sangre desde el polígono de Willis hacia la aorta descendente y en caso de una suplencia insuficiente se producirán manifestaciones neurológicas.

A excepción del tratamiento paliativo en neonatos, el procedimiento está indicado frente a la presencia de un gradiente de presiones entre miembros superiores y miembros inferiores en reposo superior a los 20 mmHg y con un peso superior a los 30 kilos.

**Tabla 8.** Coartación de aorta posquirúrgica (estenosis residual o recoartación)

- Angioplastia/Stenting como terapéutica de elección.
- La ecuación riesgo/beneficio favorece claramente el tratamiento percutáneo frente a la cirugía.

El tratamiento por vía percutánea se basa en la dilatación con catéter balón y en el eventual implante de *stent* como forma de disminuir los riesgos de reestenosis y de aneurismas. En la actualidad han aparecido los *stents* recubiertos los cuales tienen clara indicación en el tratamiento de aquellas coartaciones con estrechamientos muy severos, que asocian otra patología como ser un ductus permeable o un aneurisma, o corresponden a angioplastias previas (con o sin *stent*) donde el riesgo de lesionar la pared aórtica es muy elevado <sup>(68,69)</sup>.

Los diámetros de los balones a utilizar deben tener una relación 1:1 con respecto al diámetro de la porción horizontal del cayado aórtico.

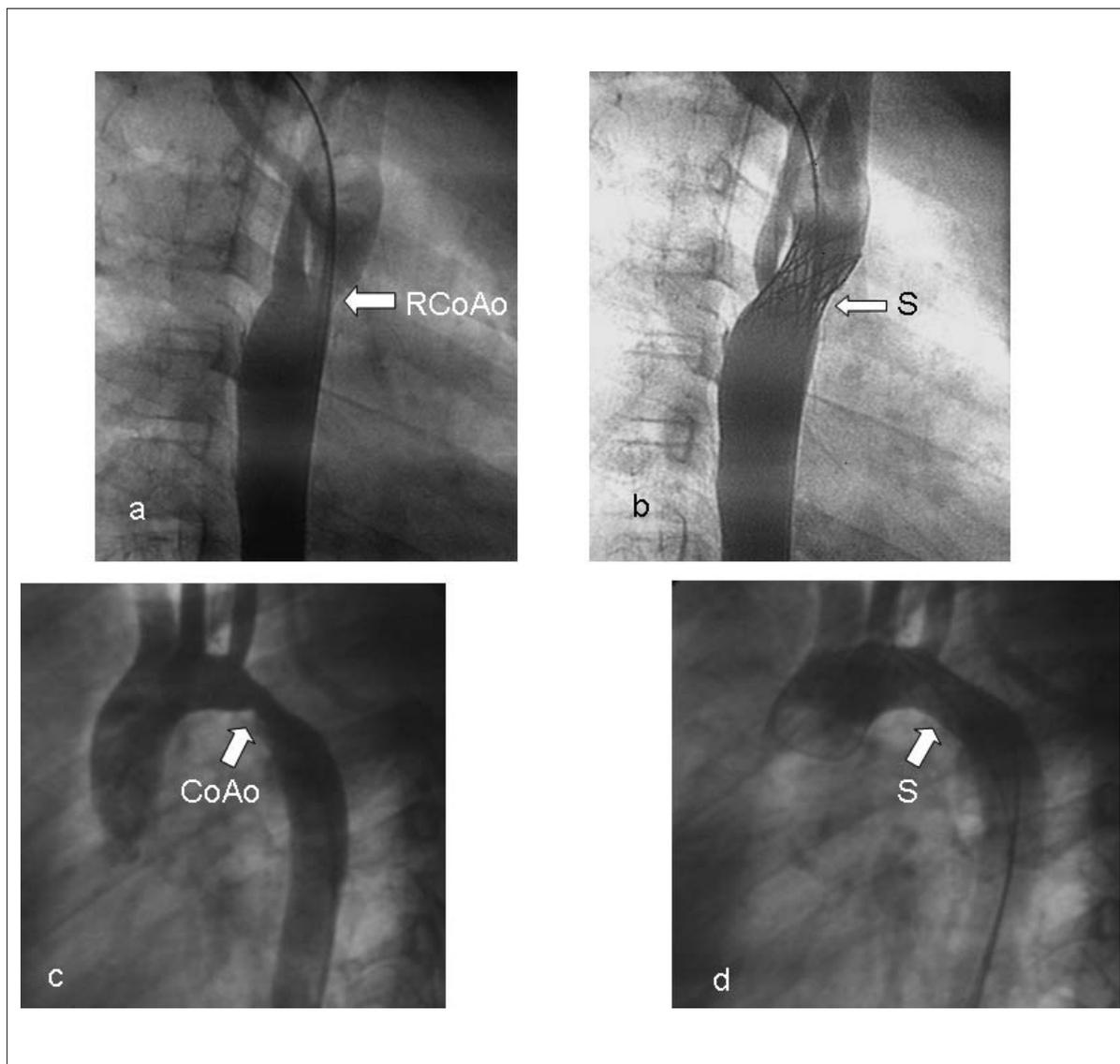
Los resultados son exitosos en más del 95% de los casos, con una ventaja adicional, frente al tratamiento quirúrgico, que consiste en que la mayoría de los pacientes tratados por vía percutánea que quedan sin gradiente significativo de presiones no presentan, en general, el fenómeno de la hipertensión paradójica. Las complicaciones descritas con esta técnica son: la aparición de aneurismas (5%) y la reestenosis (3%-7%), ambas en casos de angioplastia aislada sin el uso de stents; y la hipertensión arterial residual (20-50% en diferentes series) en caso de quedar un gradiente residual significativo siendo observada con mayor frecuencia cuanto mayor sea la edad del paciente al momento de la angioplastia (tablas 7 y 8, figura 11) <sup>(70-73)</sup>.

### De las arterias pulmonares

Las estenosis de las arterias pulmonares se presentan en un 3% de todas las cardiopatías congénitas, más frecuentemente en postoperatorios alejados de ciertas cardiopatías congénitas: atresia pulmonar con CIV y MAPCAS (colaterales aortopulmonares múltiples), tetralogía de Fallot, truncus, postoperatorio de Fontan, integrando el síndrome rubeólico, síndrome de Williams, síndrome de Allagille, etcétera (con menor frecuencia se han descrito en forma aislada).

La indicación de dilatar estas lesiones está dada por la presencia de hipertensión del ventrículo derecho, cercana o superior a la presión sistémica (algunos autores ponen el límite en una presión del VD mayor al 50% de la sistémica).

Los objetivos del tratamiento son disminuir la presión del VD para mejorar la performance del mismo, au-



**Figura 11.** a) Aortografía en proyección oblicua anterior derecha mostrando la zona de recoartación (RCoAo) proximal a la arteria subclavia izquierda. b) Luego de la angioplastia con colocación de stent (S). c) Aortografía en proyección oblicua anterior izquierda observando la zona de coartación de aorta nativa (CoAo) distal a la arteria subclavia izquierda. d) Luego de la angioplastia con colocación de *stent*.

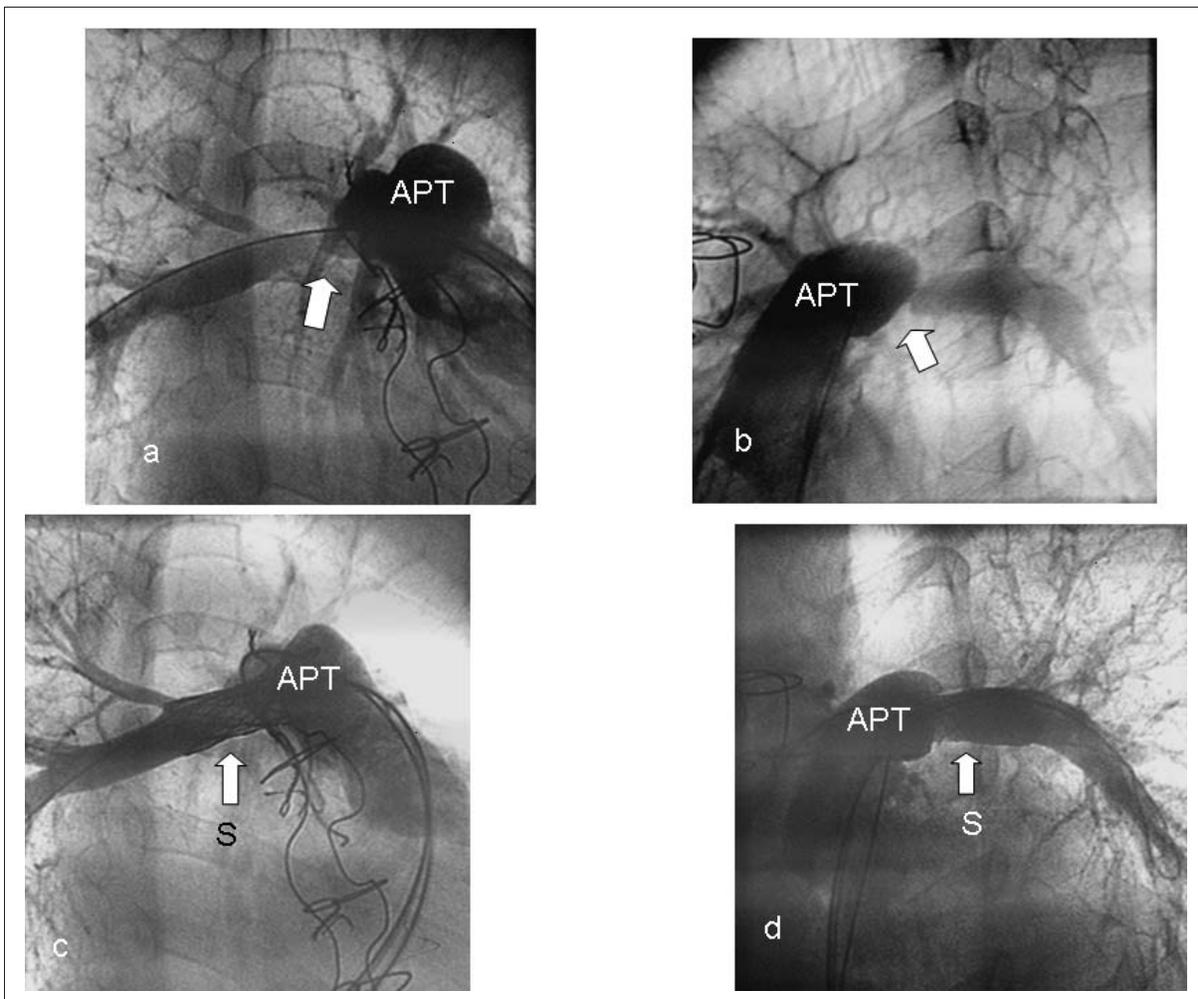
mentar el flujo pulmonar distal, evitar la aparición de arritmias ventriculares determinadas por la sobrecarga ventricular crónica y evitar la progresión a la insuficiencia ventricular derecha.

Para la elección del tamaño del balón se exige una relación de por lo menos 2:1 con respecto al diámetro del vaso a dilatar. Para el caso de lesiones muy fibrosas se dispone en la actualidad de un catéter especial (*cutting* balón) que tiene unas cuchillas en la superficie externa del balón, lo que permite un mejor resultado.

La dilatación de estas lesiones con catéter balón implica un éxito del 50%, el cual se incrementa a más del 90% con el uso combinado de *stents*, dentro de los cuales cobran importancia los *stents* flexibles (Génesis) que se adaptan mejor al árbol arterial pulmonar y los *stents* recubiertos en caso de lesiones nativas, o tras el uso de un *cutting* balón (figuras 12, 13 y 14)<sup>(74)</sup>.

#### De las arterias renales

La estenosis de las arterias renales se engloba dentro de las afecciones vasculorrenales como causa de hiperten-



**Figura 12.** a) Angiografía de arteria pulmonar (APT) en proyección oblicua anterior derecha observando la estenosis en el origen de la rama derecha (flecha). b) Angiografía de arteria pulmonar (APT) en proyección oblicua anterior izquierda observando la estenosis en el origen de la rama izquierda (flecha). c) La misma vista que en (a) con el stent (S) colocado. d) la misma vista que en (b) con el stent colocado (S).

sión arterial sistémica. Su origen es múltiple: displasia fibromuscular, proliferación miointimal, compresión secundaria extrínseca por tumores, etcétera<sup>(75)</sup>.

La dilatación mediante el uso de balones de calibre adecuado a dichas arterias puede tener resultado sorprendente y evitar la cirugía de puente aortorrenal; si el procedimiento de dilatación con catéter balón fracasa se puede recurrir al implante de un stent como forma de evitar o diferir la cirugía, sabiendo que los stents no tienen crecimiento y por lo que requerirán en el futuro otro procedimiento (angioplastia o cirugía) (figura 15).

#### Otras angioplastias

Las estenosis de las venas sistémicas (territorio cava superior o inferior) responden bien a la dilatación con ca-

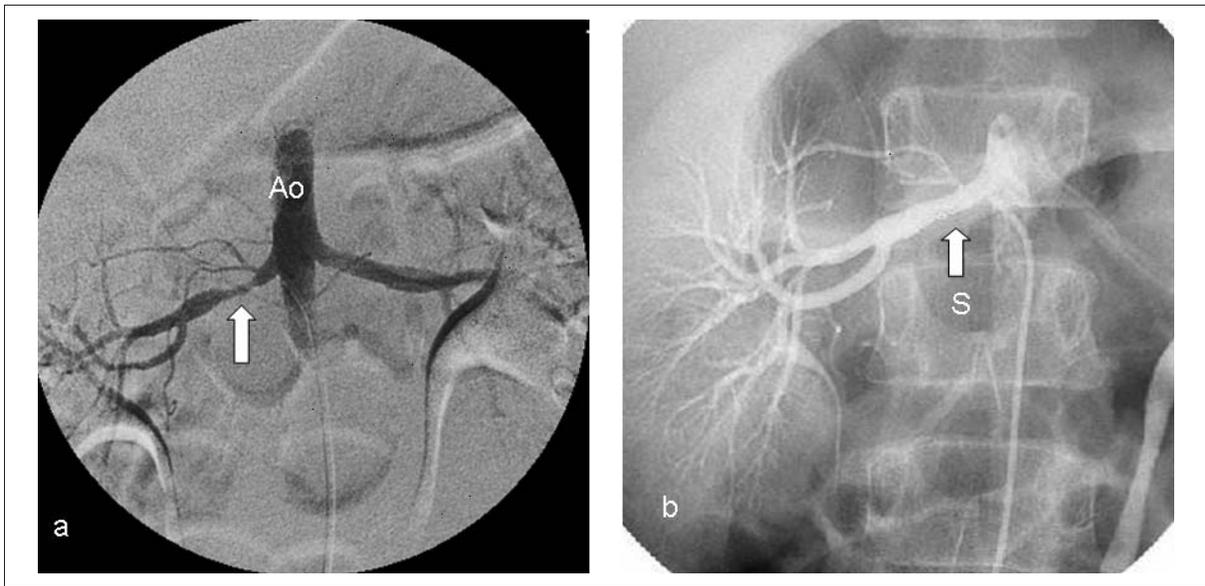
téter balón y/o implante de stents. Las estenosis de las venas pulmonares no tienen buen pronóstico, bien por angioplastia, stents o cirugía.

La presencia de cardiopatías congénitas en las cuales el cirujano utilizó para su corrección tubos protésicos (intra o extracardíacos), homoinjertos, etcétera, puede requerir en caso de estenosis la realización de una angioplastia con balón y/o implante de stents.

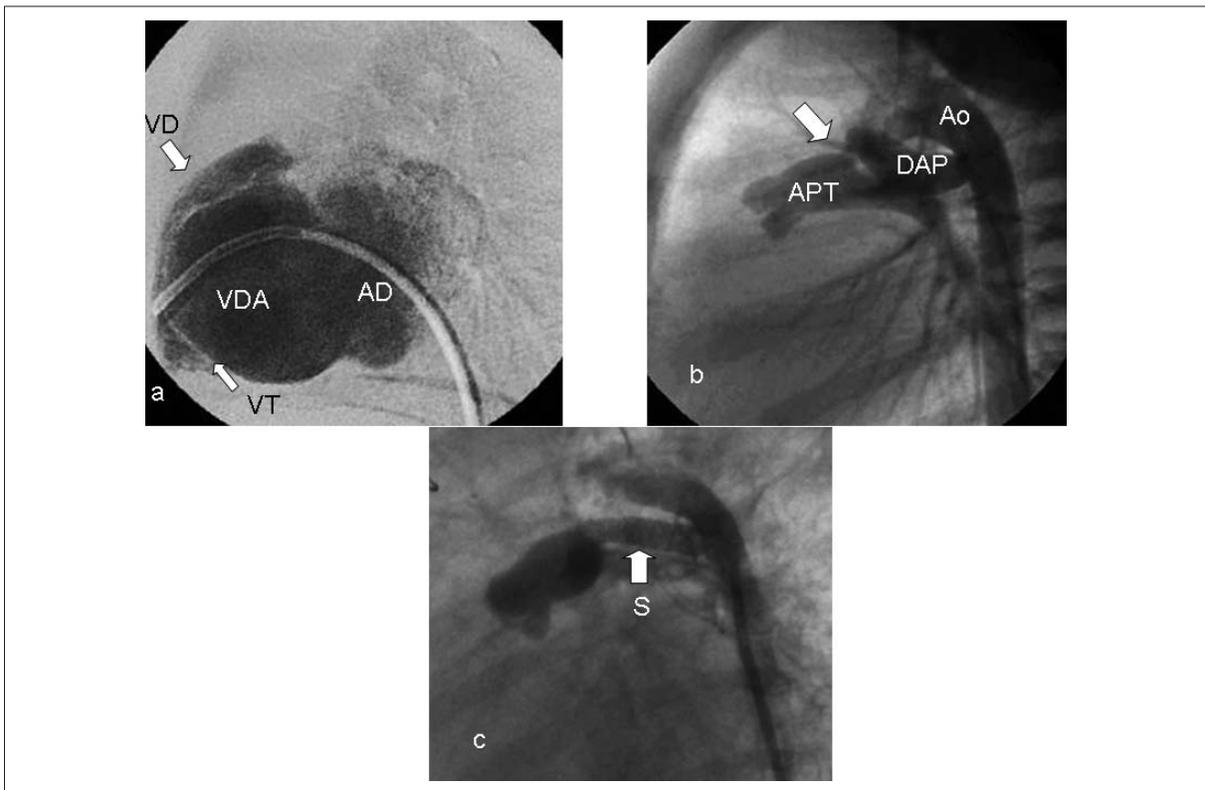
#### Implante de prótesis endovasculares

##### Stents

Son tubos metálicos cuyas paredes están construidas con mallas de distintas características, que se implantan montados en balones y una vez expandidos mantienen la forma del vaso, evitando el retroceso luego de la



**Figura 13.** a) Aortografía de aorta abdominal (Ao) en proyección posteroanterior visualizando la estenosis en arteria renal derecha (flecha). b) Luego de la angioplastia con colocación de un stent (S) en arteria renal derecha.



**Figura 14.** Neonato con enfermedad de Ebstein severa. a) Angiografía del ventrículo derecho (VD) en proyección lateral observando el VD atrializado (VDA), la válvula tricúspide (VT), la aurícula derecha (AD) y la verdadera cavidad del VD con mínima salida a la arteria pulmonar. b) aortografía en proyección lateral observando la aorta (Ao), el ductus (DAP) con su sector estenótico (flecha) y la arteria pulmonar (AP). c) aortografía en proyección lateral observando el stent (S) posicionado a nivel del ductus.

dilatación que se produce en lesiones muy fibrosas. Hay diferentes modelos y tamaños, siendo los más utilizados los Palmaz, Génesis (mas flexibles), CP stents, stents recubiertos, estando en etapa experimental la elaboración de stents reabsorbibles. Son utilizados a nivel de aorta, arterias pulmonares, venas sistémicas, conduits, homoinjertos, vasos periféricos, ductus, et cétera (figura 16).

### Válvulas implantables

La última tecnología existente en el campo de las prótesis implantables corresponde al diseño de válvulas obtenidas de la vena yugular de bovinos, montadas en stents que se implantan por vía percutánea, principalmente la válvula pulmonar, siendo la mayor dificultad hasta el presente el tamaño de las vainas introductoras, originalmente de 20F (en el momento actual hay de 18F), lo que limita su uso a adolescentes o adultos. Se ha creado también un modelo para ser utilizada como válvula aórtica, implantada por vía arterial aórtica retrógrada o anterógrada a través del acceso a la aurícula izquierda por un foramen oval permeable o por punción transeptal, aún en evaluación.

### Nuevas técnicas (procedimientos híbridos)

En la actualidad asistimos al desarrollo de una nueva modalidad terapéutica, donde se combinan las técnicas quirúrgicas y por catéter en un mismo procedimiento<sup>(76)</sup>, en salas especialmente equipadas a tales efectos, donde cirujano, hemodinamista y ecocardiografista se interrelacionan en distintas etapas en un mismo acto:

- a) Cierre perventricular de la comunicación interventricular: donde con exposición quirúrgica de la superficie ventricular derecha se punciona el ventrículo derecho e introduce una vaina con la cual se atraviesa la CIV hacia el ventrículo izquierdo y por control ecocardiográfico se posiciona el dispositivo.
- b) Tratamiento combinado del síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico: por vía percutánea se coloca un stent en el ductus y por vía quirúrgica se efectúa un Banding en cada una de las arterias pulmonares.

### Referencias bibliográficas

1. **Rashkind WJ, Miller WW.** Creation of an atrial septal defect without thoracotomy: A palliative approach to complete transposition of great vessels. *JAMA* 1966; 196:991-2.
2. **Benito Bartolomé F, Sánchez Fernandez-Bernal C, Torres Feced V.** Valvulotomía percutánea de la estenosis pulmonar crítica neonatal. Resultados y seguimiento a mediano plazo. *Rev Esp Cardiol* 1999; 52: 666-70.
3. **Gournay V, Piéchaud JF, Delogu A, Sidi D, Kachaner J.** Balloon valvotomy for critical stenosis or atresia of pulmonary valve in newborns. *JACC* 1995; 26: 1725-31.
4. **Gildein HP, Kleinert S, Goh TH, Wilkinson JL.** Treatment of critical pulmonary valve stenosis by balloon dilatation in the neonate. *Am Heart J* 1996; 131: 1007-11.
5. **Mortera C, Rissech M, Bartrons J, Carretro J, Prada F.** Permeabilidad del conducto arterioso con stent en la estenosis pulmonar crítica y atresia pulmonar con septo interventricular intacto. *Rev Esp Cardiol* 2005; 58: 592-5.
6. **Chiesa P, Giudice J, Peluffo C, Duhagon P.** Mantenimiento de la permeabilidad ductal mediante el uso de stents. A propósito del primer caso en Uruguay. *Arch Pediatr Urug* 2006; 77(2): 149-53.
7. **King TD, Mills NL.** Secundum atrial septal defects: Non operative closure during cardiac catheterization. *JAMA* 1976; 235: 2506-9.
8. **Cao QL, Radtke W, Berger F.** Transcatheter closure of multiple atrial septal defects: Initial results and value of two and three-dimensional transesophageal echocardiography. *Eur Heart J* 2000; 21: 941-7.
9. **Ewert P, Berger F, Vogel M, Dähnert I, Alexi-Meshkishvili V, Lange PE.** Morphology of perforated atrial septal aneurysm suitable for closure by transcatheter device placement. *Heart* 2000; 84: 327-31.
10. **Omeish A, Hijazi ZM.** Transcatheter closure of atrial septal defects in children and adults using the Amplatzer Septal Occluder. *J Interv Cardiol* 2001; 14: 37-44.
11. **Cowley CG, Lloyd TR, Bove EL.** Comparison of results of closure of secundum atrial septal defect by surgery versus Amplatzer septal occluder. *Am J Cardiol* 2001; 88: 589-91.
12. **Du Z-D, Hijazi ZM, Kleinman CS, Silverman NH, Larntz K.** Comparison between transcatheter and surgical closure of secundum atrial septal defect in children and adults. *JACC* 2002; 39: 1836-44.
13. **Du ZD, Cao QL, Rhodes J, Heitschmidt M, Hijazi ZM.** Choice of device size and results of transcatheter closure of atrial septal defect using the Amplatzer septal occluder. *J Interv Cardiol* 2002; 15(4): 287-92.
14. **Kim JJ, Hijazi ZM.** Clinical outcomes and costs of Amplatzer transcatheter closure as compared with surgical closure of ostium secundum atrial septal defects. *Med Sci Monit* 2002; 8(12): 787-91.
15. **Oho S, Ishizawa A, Akagi T, Dodo H, Kato H.** Transcatheter closure of atrial septal defects with the Amplatzer septal occluder-a Japanese clinical trial. *Circ J* 2002;66(9): 791-4.
16. **Faella HJ, Sciegata AM, Alonso JL, Jmelnitsky L.** ASD closure with the Amplatzer device. *J Interv Cardiol* 2003; 16: 393-7.
17. **Fischer G, Stieh J, Uebing A, Hoffmann U, Morf G, Kramer HH.** Experience with transcatheter closure of secundum atrial septal defects using the Amplatzer septal occluder: a single centre study in 236 consecutive patients. *Heart* 2003; 89(2): 199-204.
18. **Ries MW, Kampmann C, Rupprecht HJ, Hintereder G, Hafner G, Meyer J.** Nickel release after implantation of the Amplatzer occluder. *Am Heart J* 2003; 145(4): 737-41.
19. **Verma PK, Thingnam SK, Sharma A, Taneja JS, Varma JS, Grover A.** Delayed embolization of Amplatzer septal oc-

- cluder device: an unknown entity -a case report. *Angiology* 2003; 54(1): 115-8.
20. **Hessling G, Hycs S, Brockmeier K, Ulmer HE.** Cardiac dysrhythmias in pediatric patients before and 1 year after transcatheter closure of atrial septal defects using the Amplatzer septal occluder. *Pediatr Cardiol* 2003; 24(3): 259-62.
  21. **Bialkowski J, Kusa J, Szkutnik M, Kalarus Z, Banaszak P, Bermúdez-Cañete R.** Cierre percutáneo de la comunicación interauricular. Resultados a corto y medio plazo. *Rev Esp Cardiol* 2003; 57:383-8.
  22. **Chiesa P, Peluffo C, Duhagón P, Giúdice J, Díaz P, Durán A, et al.** Cierre de la comunicación interauricular con dispositivo ocluidor implantado mediante cateterismo cardíaco. *Rev Urug Cardiol* 2004; 19: 73-80.
  23. **Rodríguez RA, Sinclair B.** Patent Foramen Ovale and Brain Microembolization During Scoliosis Surgery in Adolescents. *Spine* 2001; 26(15): 1719-21.
  24. **Neumayr L, Lennette E, Kelly D, Earles A, Embury S, Groncy P, et al.** Mycoplasma Disease and Acute Chest Syndrome in Sickle Cell Disease. *Pediatrics* 2003; 112:87-95.
  25. **Windecker S, Wahl A, Nedelchev K, Arnold M, Schwerzmann M, Seiler C, et al.** Comparison of medical treatment with percutaneous closure of patent foramen ovale in patients with cryptogenic stroke. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44: 750-8.
  26. **Carano N, Agnetti A, Hagler DJ, Tchana B, Squarcia U, Bernasconi S.** Acute Myocardial Infarction in a Child: Possible Pathogenic Role of Patent Foramen Ovale Associated With Heritable Thrombophilia. *Pediatrics* 2004; 114(2): 255-8.
  27. **Bartz PJ, Cetta F, Cabalka AK, Reeder GS, Squarcia U, Agnetti A, et al.** Paradoxical Emboli in Children and Young Adults: Role of Atrial Septal Defect and Patent Foramen Ovale Device Closure. *Mayo Clin Proc* 2006; 81(5): 615-8.
  28. **Cerrato P, Grasso M, Imperiale D.** Stroke in young patients: etiopathogenesis and risk factors in different age classes. *Cerebrovasc Dis* 2004; 18: 154-9.
  29. **Srinivas BR, Trehan A, Marwaha RK.** Pradoxical embolism through patent foramen ovale causing cerebellar infarction in a young boy. *Neurol India* 2003; 51(1): 73-4.
  30. **Portsmann W, Wierny L, Warnke H, Gerstberger G, Romaniuk P.** Catheter closure of patent ductus arteriosus: long-term results of 208 cases treated without thoracotomy. *Radiol Clin North Am* 1971; 9: 203-18.
  31. **Gamboá R, Mollón FP, Ríos-Méndez RE, Arroyo GM, Fogel A, Villa DM.** Cierre del ductus arterioso permeable con un nuevo tipo de dispositivo: Nit-Occlud. *Rev Esp Cardiol* 2007; 60(4): 445-8.
  32. **Krichenko A, Benson LN, Burrows P, Moes CAF, McLaughlin P, Freedom RM.** Angiographic classification of the isolated persistently patent ductus arteriosus and implications for percutaneous catheter occlusion. *Am J Cardiol* 1989; 63: 877-80.
  33. **Alwi M, Kang LM, Samion H.** Transcatheter occlusion of native persistent ductus arteriosus using conventional Gianturco coils. *Am J Cardiol* 1997; 79: 1430-2.
  34. **Peluffo C, Duhagón P, Chiesa P, Nozar J, Leone R, Oromí C, et al.** Oclusión del ductus arterioso permeable mediante dispositivo implantado por cateterismo cardíaco. *Rev Urug Cardiol* 1996; 11(3): 128-31.
  35. **Chiesa P, Duhagón P, Giúdice J, Peluffo C.** Cierre percutáneo del DAP. 7 años de experiencia. *Arch Pediatr Urug* 2003; 74(3): 187-96.
  36. **Hayes AM, Redington AN, Rigby ML.** Severe haemolysis after transcatheter duct occlusion: a non surgical remedy. *Brit Heart J* 1992; 67: 321-2.
  37. **Balzer DT, Spray TL, McMullin D, Cottingham W, Canter CE.** Endarteritis associated with a clinically silent patent ductus arteriosus. *Am Heart J* 1993; 125: 1192-3.
  38. **Fadley F, Al Halees Z, Galal O, Kumar N, Wilson N.** Left pulmonary artery stenosis after transcatheter occlusion of persistent arterial duct. *Lancet* 1993; 341: 559-60.
  39. **Gray DT, Fyler DC, Walker AM, Weinstein MC, Chalmers TC.** Clinical outcomes and costs of transcatheter as compared with surgical closure of patent ductus arteriosus. The patent ductus arteriosus. Closure comparative study group. *N Engl J Med* 1993; 329: 1570-2.
  40. **Fedderly RT, Beekman RH, Mosca RS, Bove EL, Lloyd TR.** Comparison of hospital charges for closure of patent ductus arteriosus by surgery and by transcatheter coil occlusion. *Am J Cardiol* 1996; 77: 776-9.
  41. **Thilen U, Astromolsson K.** Does the risk of infective endarteritis justify routine patent ductus arteriosus closure?. *Eur Heart J* 1997; 18: 503-6.
  42. **Faella HJ, Hijazi ZM.** Closure of the patent ductus arteriosus with the Amplatzer PDA device: immediate results of the international clinical trial. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000; 51: 50-4.
  43. **Rao PS.** Summary and comparison of patent ductus arteriosus closure devices. *Curr Interv Cardiol Rep* 2001; 3: 268-74.
  44. **Magee AG, Hugon IC, Seed PT, Qureshi SA, Tynan M; Association for European Cardiology.** Transcatheter coil occlusion of the arterial duct; results of the European Registry. *Eur Heart J* 2001; 22: 1817-21.
  45. **Ruiz AF, Marín MJ, Rubio Vidal D, Castro MC, Moreno Granados F.** Cierre percutáneo del ductus arterioso persistente con dispositivo de Amplatzer: resultado inmediato y seguimiento a mediano plazo. *Rev Esp Cardiol* 2002;
  46. **Mortera C, Prada F, Rissech M, Bartrons J, Mayol J, Cafarena JM.** Cierre percutáneo de la comunicación interventricular con dispositivo Amplatzer. *Rev Esp Cardiol* 2004; 57: 466-71.
  47. **Arora R, Trehan V, Thakur AK, Mehta V, Sengupta PP, Nigam M.** Transcatheter closure of congenital muscular ventricular septal defect. *J Interv Cardiol* 2004; 17: 109-15.
  48. **Holzer R, Bolzer D, Cao QL, Lock K, Hijazi ZM.** Device closure of muscular ventricular septal defects using the Amplatzer muscular ventricular septal defect occluder. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43: 1257-63.
  49. **Basil V, Thanopoulos D, Karanassios E, Tsaousis G, Papadopoulos G, Christodoulos S.** Catheter closure of congenital acquired muscular VSDs and perimembranous VSDs using the Amplatzer devices. *J Interv Cardiol* 2003; 16: 398-407.
  50. **Sideris EB.** Advances in transcatheter patch occlusion of heart defects. *J Interv Cardiol* 2003; 16: 419-24.

51. **Hijazi ZM, Fahey JT, Kleinman CS, Kopf GS, Hallenbrand WE.** Hemodynamic evaluation before and after closure of fenestrated Fontan: An acute study of change in oxygen delivery. *Circulation* 1992; 86, 196-202.
52. **Mavroudis C, Zales VR, Backer CL.** Fenestrated Fontan with delayed catheter closure: effects of volume loading and baffle fenestration on cardiac index and oxygen delivery. *Circulation* 1992; 86 (suppl II): 85-92.
53. **Bridges ND, Lock JE, Mayer JE Jr.** Cardiac catheterization and test occlusion of the interatrial communication after the fenestrated Fontan operation. *J Am Coll Cardiol* 1995; 25: 1712-17.
54. **Tofeig M, Walsh KP, Chan C.** Occlusion of Fontan fenestrations using the Amplatzer septal occluder. *Heart* 1998; 79: 368-70.
55. **Chiesa P, Peluffo C, Duhagon P, Giúdice J, Anzibar R, Tambasco J, et al.** Cierre percutáneo de la fenestración en cirugía de Fontan-Kreutzer. *Rev Urug Cardiol* 2005; 20(1): 32-9.
56. **Kan JS, White RI Jr, Mitchell SE, Gardner TJ.** Percutaneous balloon valvuloplasty: A new method for treating congenital pulmonary valve stenosis. *N Engl J Med* 1982; 307: 540-2.
57. **Hernández MA, Bermúdez R, Fernandez L, Quero C, Díaz P.** Valvuloplastia pulmonar percutánea con balón: resultados a mediano plazo de una serie de 100 pacientes pediátricos consecutivos. *Ann Esp Pediatr* 1998; 49: 264-72.
58. **Echigo S.** Balloon valvuloplasty for congenital heart disease: immediate and long-term results of multi-institutional study. *Pediatr Int* 2001; 43: 542-7.
59. **Maroto Monedero C, Enríquez de Salamanca F, Herráiz Sarachaga I, Zabala Argüelles JI.** Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en las cardiopatías congénitas más frecuentes. *Rev Esp Cardiol* 2001; 54: 67-82.
60. **Villalba Nogales J, Cazzaniga Bullón M, Herráiz Sarachaga I, Bermúdez-Cañete Fernández R, Maitre Azcarate MJ, González Rocafort A, et al.** Valvuloplastia aórtica durante la edad pediátrica: una experiencia de 15 años. *Acta Pediatr Esp* 2004; 62(8): 313-24.
61. **Villalba Nogales J, Herráiz Sarachaga I, Bermúdez-Cañete Fernández R, Maitre Azcarate MJ, Mora de Onate J, Gonzalez Rocafort A, et al.** La valvuloplastia en la estenosis valvular aórtica crítica del neonato. *An Esp Pediatr* 2002; 57(5): 444-51.
62. **Angeles-Valdés J, Uruchurfu Chavarín E.** Valvuloplastia mitral percutánea. *Arch Cardiol Mex* 2005; 75: 350-62.
63. **Ewert P, Kretschmar O, Nuernberg H.** Transcatheter therapy on coarctation of the aorta by the use of the cheatham-platinum-stent. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003; 60: 129.
64. **Johnstone 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: 400-505.
65. **del Cerro M J, Fernández-Ruiz A, Benito F, Rubio D, Castro M C, Moreno F.** Angioplastia con balón de la coartación nativa en la edad pediátrica: resultado inicial y a medio plazo. *Rev Esp Cardiol* 2005; 58: 1054-61.
66. **Walhout RJ, Lekkerkerker JC, Ernst SM, Hutter PA, Plokker TH, Meijboom EJ.** Angioplasty for coarctation in different aged patients. *Am Heart J* 2002; 144: 180-6.
67. **Fawzy ME, Awad M, Hassan W, Al Kadhi Y, Shoukri M, Fadley F.** Long-term outcome (up to 15 years) of balloon angioplasty of discrete native coarctation of the aorta in adolescents and adults. *J Am Cardiol* 2003; 43: 1062-7.
68. **Pedra CA, Fontes VF, Esteves CS.** Use of covered stents in the management of coarctation of the aorta. *Pediatr Cardiol* 2005; 26: 431-9.
69. **Butera G, Piazza L, Chessa M, Negura DG, Rosti L, Abella R, et al.** Covered stents in patients with complex aortic coarctations. *Am Heart J* 2007; 154: 795-800.
70. **George JC, Shim D, Bucuvalas JC.** Cost-effectiveness of coarctation repair strategies: endovascular stenting versus surgery. *Pediatr Cardiol* 2003; 1: 544-7.
71. **Walhout RJ, Lekkerkerker JC, Oron GH, Bennink BWE, Meijboom EJ.** Comparison of surgical repair with balloon angioplasty for native coarctation in patients from 3 months to 16 years of age. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; 25: 722-7.
72. **Cowley CG, Orsmond GS, Feola P.** Long-term, randomized comparison of balloon angioplasty and surgery for native coarctation of the aorta in childhood. *Circulation* 2005; 111: 3453-6.
73. **Rodés-Cabau J, Miró J, Dancea A, Ibrahim R, Piette E, Lapierre Ch, et al.** Comparison of surgical and transcatheter treatment for native coarctation of the aorta in patients > 1 year old. The Quebec Native Coarctation of the Aorta Study. *Am Heart J* 2007; 154: 186-92.
74. **Bergersen LJ, Perry SB, Lock JE.** Effect of cutting balloon angioplasty on resistant pulmonary artery stenosis. *Am J Cardiol* 2003; 91: 185-9.
75. **Estepa R, Gallego N, Pascual J, Orte L, Puras E, Bermúdez R, et al.** Tratamiento de la hipertensión vasculorenal (HTVR) en la infancia con angioplastia transluminal percutánea (ATP). *Nefrología* 1997; 17(6): 475-9.
76. **Holzer R, Hijazi ZM.** Interventional approach to congenital heart disease. *Curr Opin Cardiol* 2004; 19:84-90.

**Correspondencia:** Instituto de Cardiología Infantil. MUCAM. Montevideo, Uruguay.  
Correo electrónico: icardinf@adinet.com.uy

CON EL INTENTO DE AGILITAR Y MEJORAR LOS TIEMPOS DE PUBLICACIÓN  
DE LOS ARTÍCULOS ORIGINALES Y CASOS CLÍNICOS  
**LOS ÁRBITROS REALIZARÁN HASTA DOS CORRECCIONES Y EL PLAZO DE ENTREGA A  
LOS AUTORES Y SU DEVOLUCIÓN SERÁ DE CUATRO MESES COMO MÁXIMO**