

Cierre percutáneo de la comunicación interauricular mediante dispositivo de Amplatz: resultado inicial y seguimiento a medio plazo

Aurora Fernández Ruiz, María J. del Cerro Marín, Dolores Rubio Vidal, María C. Castro Gussoni y Felipe Moreno Granados

Servicio de Cardiología Infantil. Hospital La Paz. Madrid.

Introducción y objetivos. El cierre percutáneo de la comunicación interauricular (CIA) tipo *ostium secundum* constituye, con algunas limitaciones, una alternativa al cierre quirúrgico. Nuestro objetivo fue valorar la eficacia y seguridad del cierre percutáneo de la CIA con Amplatz.

Pacientes y método. De octubre del 1999 a marzo del 2000, 25 niños de edades comprendidas entre los 3 y 15 años ($8,7 \pm 3,1$), y peso entre los 11 y 84 kg ($31,8 \pm 16,7$) fueron sometidos a cierre percutáneo de la CIA. Se procedió al tallado del defecto septal con balón PTA-OS para seleccionar el tamaño del dispositivo oclusivo (Amplatz), que se implantó bajo control de radioscopia y ecografía transesofágica. Todos los pacientes presentaban una sobrecarga diastólica del ventrículo derecho secundaria a una CIA única ($n = 21$), biperforada ($n = 2$) o multiperforada ($n = 2$).

Resultados. El tamaño de los dispositivos oclusivos empleados osciló entre 15 y 36 mm ($21,7 \pm 5,4$ mm). Un total de 22 pacientes (88%) fueron tratados con éxito y dados de alta a las 24 h tras un control con ecocardiograma transtorácico. Dos pacientes, en los que el dispositivo había sido liberado, precisaron tratamiento quirúrgico debido a compromiso de la función de la válvula mitral ($n = 1$) y a la presencia de leak residual ($n = 1$). En uno de los pacientes con defecto biperforado el dispositivo fue retirado antes de ser liberado debido a que no se consiguió la oclusión completa.

Conclusiones. a) El cierre percutáneo con dispositivo de Amplatz es un método efectivo para el tratamiento de la CIA tipo *ostium secundum*; b) la baja incidencia de complicaciones y el corto período de estancia hospitalaria convierten a este procedimiento en el método electivo de tratamiento de estos pacientes, y c) defectos excesivamente grandes, con bordes inadecuados o multiperforados, pueden requerir un abordaje diferente.

Palabras clave: CIA. Cierre percutáneo. Amplatz.

(Rev Esp Cardiol 2001; 54: 1190-1196)

Percutaneous Closure of Atrial Septal Defect with the Amplatz Device: Initial Result and Mid-Term Follow-Up

Objectives. Percutaneous device occlusion of atrial septal defects (ASD) is, although with some limitations, an alternative to surgical closure. The aim of this study was to evaluate the efficacy and safety of percutaneous ASD closure using the Amplatz device.

Patients and methods. From October 1999 to March 2000, 25 children underwent transcatheter closure of ASD at a mean \pm SD age of 8.7 ± 3.1 years (range 3-15 years) and a mean weight of 31.8 ± 16.7 kg (range 11-84 kg). Device selection was based on the stretched diameter of the ASD using the PTA OS balloon. The device was implanted under ultrasonographic and radiological guidance. All patients showed signs of volume-overload of the right ventricle. The ASD was single ($n = 21$), with two separate holes ($n = 2$), or cribriform ($n = 2$).

Results. The median \pm SD size of the device used was 21.7 ± 5.4 mm (range 15-36 mm). In twenty-two patients (88%) the device was successfully implanted. A repeat echocardiogram was performed the next day before discharge. Two patients underwent surgery after deployment of the device due to mitral valve dysfunction ($n = 1$) or residual leak ($n = 1$). In a patient with a two-hole ASD, another device was percutaneously withdrawn, while still attached to the delivery cable due to incomplete occlusion.

Conclusions. a) Transcatheter occlusion with the Amplatz device is an effective treatment for ostium secundum atrial septal defects; b) the low complication rate and the short hospitalization period makes this procedure the treatment of choice in these patients, and c) ASD which are too large, cribriform or with deficient rims may require a different approach.

Key words: ASD. Percutaneous closure. Amplatz.

(Rev Esp Cardiol 2001; 54: 1190-1196)

Correspondencia: Dr. A. Fernández Ruiz
Servicio de Cardiología Infantil La Paz,
Paseo de la Castellana 261. 28046 Madrid
Correo electrónico: afernandez@hulp.insalud.es

Recibido el 19 de diciembre de 2000.
Aceptado para su publicación el 23 de abril 2001.

INTRODUCCIÓN

La comunicación interauricular (CIA) es un defecto cardíaco congénito cuya incidencia es de 3,78/10.000 nacidos vivos¹ y ocupa el cuarto lugar en

ABREVIATURAS

A-V: auriculoventricular.
 CIA: comunicación interauricular.
 ETE: ecografía transefágica.
 ETT: ecografía transtorácica.
 Fr: French.
 SDVD: sobrecarga diastólica de ventrículo derecho.

frecuencia entre los defectos cardíacos en la población pediátrica². En los últimos años se han diseñado e introducido una amplia variedad de dispositivos para el cierre percutáneo de la CIA *ostium secundum*³⁻¹⁰, y en la actualidad este procedimiento constituye, con algunas limitaciones, una alternativa al cierre quirúrgico bajo circulación extracorpórea. Recientemente se ha diseñado un dispositivo (Amplatzer) autoexpandible, de malla de Nitinol, formado por 2 discos unidos por un cuello¹¹, cuya eficacia inicialmente probada de manera experimental¹² se ha puesto de manifiesto clínicamente¹³⁻¹⁵, superando algunas de las limitaciones de otros dispositivos.

Presentamos nuestra experiencia inicial en el cierre percutáneo en la edad pediátrica de la CIA tipo *ostium secundum* de tamaño moderado-grande con Amplatzer.

PACIENTES Y MÉTODO

Pacientes

Se evaluaron todos los pacientes con CIA tipo *ostium secundum* (OS) e indicación de cirugía motivada por la existencia de sobrecarga diastólica ventricular derecha (SDVD). En todos ellos se efectuó inicialmente un estudio ecocardiográfico transtorácico completo en el que se evaluaron en detalle el tamaño del defecto y su ubicación en el tabique interauricular, la longitud de los bordes del mismo, los drenajes venosos pulmonares y sistémicos y la funcionalidad de las válvulas auriculoventriculares (AV). Se seleccionaron aquellos pacientes que presentaron bordes del defecto de tamaño igual o superior a 6 mm. Entre octubre de 1999 y marzo de 2000 se sometieron a cierre percutáneo de la CIA 25 pacientes de edades comprendidas entre 3 y 15 años ($8,7 \pm 3,1$) y de peso entre 11 y 84 kg ($31,8 \pm 16,7$) (tabla 1). En todos los casos se solicitó y obtuvo el consentimiento informado de los padres o tutores de los pacientes.

El defecto septal auricular tipo *ostium secundum* (OS) fue único en 21 pacientes, tipo fosa oval multiperforada en 2 pacientes y biperforada en otros dos. Las dimensiones de la CIA de cada paciente se incluyen en la tabla 1. En un paciente de 10 años con atresia pulmonar con septo intacto al que se había realiza-

TABLA 1. Datos antropométricos de los pacientes, dimensiones de la CIA y tamaño de los dispositivos implantados

N.º de paciente	Edad	Peso (kg)	Diámetro CIA (ETE) mm	Diámetro «distendido» de la CIA	Tamaño Amplatzer implantado
1	3 años y 8 meses	30	17	23	30
2	3 años y 5 meses	20	12	20	20
3	7 años y 9 meses	36	12	18	18
4	13 años	43	14	28	30
5	9 años	25	10	17	16
6	9 años	25	15	16	16
7	4 años y 6 meses	15	14	19	24
8	6 años	22	12	16	16
9	10 años	31	9	15	15
10	10 años y 7 meses	34	14	20	20
11	8 años	27	17	20	20
12	11 años	37	12	20	20
13	14 años	84	multiperforada	multiperforada	18
14	10 años y 6 meses	28	13	15	16
15	7 años	24	14	22	24
16	6 años	21	22	24	28
17	14 años	51	17	21	30
18	13 años	40	20	25	36
19	10 años y 11 meses	42	biperforada	biperforada	-
20	14 años	45	13	20	20
21	3 años	14	14	17	18
22	8 años	28	15	20	22
23	3 años	12	multiperforada	multiperforada	20
24	16 años	63	11	18	20
25	3 años	17	16	19	20



Fig. 1. Dispositivo Amplatzer expandido.

do ampliación del tracto de salida del ventrículo derecho bajo circulación extracorpórea, la SDVD que presentaba en el momento de efectuar el cierre de la CIA por vía percutánea derivaba de la propia CIA y de la insuficiencia tricúspide y pulmonar. Un paciente de 11 años afectado de síndrome de Noonan había sido intervenido 8 años antes por vía percutánea para efectuar una valvulotomía pulmonar y angioplastia de ambas arterias pulmonares. Dos pacientes presentaron lesiones cardíacas asociadas sin significación clínica; en un caso existía una comunicación interventricular muscular filiforme, y otro paciente de 3 años presentaba disfunción sinusal y boqueo AV de primer y segundo grados, desde el primer año de edad, que no habían precisado tratamiento. El resto de los pacientes no presentaba lesiones cardíacas asociadas a la CIA. Uno de los pacientes era portador de un síndrome de Sotos.

Dispositivo

El dispositivo de Amplatz o Amplatzer¹¹ está formado por 2 discos unidos por un cuello, compuestos por una fina malla de Nitinol (aleación de níquel y titanio con propiedades de elasticidad y memoria), y contiene poliéster en su interior para facilitar la trombosis y oclusión total del defecto (fig. 1). El tamaño del dispositivo viene dado por el diámetro del cuello, que es el que se debe adaptar estrechamente a los bordes del defecto interauricular, y está disponible actualmente entre 4 y 38 mm, con variaciones de 1 mm hasta el de 20 mm, y con variaciones de 2 mm en tamaños superiores. El diámetro del disco auricular derecho es 8 mm mayor, es decir, sobresale del cuello 4 mm en toda la circunferencia. El diámetro del disco auricular izquierdo es 10 mm mayor (sobresale 5 mm del cuello circunferencialmente), excepto para los dispositivos de tamaño superior a 10 mm, en los que es 14 mm mayor (sobresale 7 mm circunferencialmente). La implantación en el defecto auricular se efectúa en 3 tiempos:

despliegue del disco auricular izquierdo, correcta aposición del mismo al tabique interauricular y despliegue del disco auricular derecho. El dispositivo va atornillado a un cable liberador y el conjunto puede ser progresado, o retirado si es necesario, a través de vainas largas introductoras entre 7 y 12 Fr.

Técnica

Bajo anestesia general, con intubación traqueal y respiración espontánea, se efectuó inicialmente un ecocardiograma transesofágico en el plano longitudinal y transversal en el que se evaluaron de nuevo los hallazgos del ecocardiograma transtorácico, especialmente el tamaño y consistencia de los bordes del defecto y su relación con las venas cavas, venas pulmonares, seno coronario, raíz de aorta y válvulas AV, así como la existencia de perforaciones múltiples en el tabique interauricular y la presencia en aurícula derecha (AD) de una válvula de Eustaquio muy desarrollada y de red de Chiari.

Al inicio del cateterismo se administraron 100 U/kg de peso (hasta un máximo de 5.000 UI) de heparina y una primera dosis de cefalosporina, manteniéndose la heparinización y la profilaxis antibiótica en las siguientes 24 h. El «diámetro distendido» (stretched diameter) de la CIA fue estimado (por ecografía y radioscopia) mediante el inflado de catéter balón PTA-OS en el defecto del tabique interauricular (figs. 2 y 3). Se seleccionó un dispositivo de tamaño similar o 1 mm superior al del diámetro «distendido» de la CIA, realizándose la implantación bajo control radioscópico y ecográfico.

Una vez implantado el dispositivo y previamente a la liberación, se evaluó ecográficamente la existencia de *shunt* residual a través del tabique interauricular, la funcionalidad de las válvulas AV, así como el drenaje de las venas pulmonares derechas, vena cava superior y seno coronario. Los criterios de éxito (ecografía transesofágica) fueron: *a*) posición adecuada y estable del dispositivo, sin provocar alteraciones significativas en la función de las válvulas AV y/o los drenajes venosos, y *b*) ausencia de *leak* residual o *leak* residual < 2 mm.

Al finalizar el procedimiento, los pacientes fueron hospitalizados durante 24 h y dados de alta hospitalaria tras efectuar un control con ECG, radiografía de tórax y ecografía transtorácica. Se efectuó antiagregación plaquetaria con aspirina durante 3-6 meses, y se realizaron revisiones clínicas con control ecocardiográfico transtorácico al mes y a los 3 y 9 meses.

RESULTADOS

El «diámetro distendido» de la CIA (muesca observada en el balón inflado a nivel de la CIA) fue similar en la evaluación ecocardiográfica y radioscópica, y en

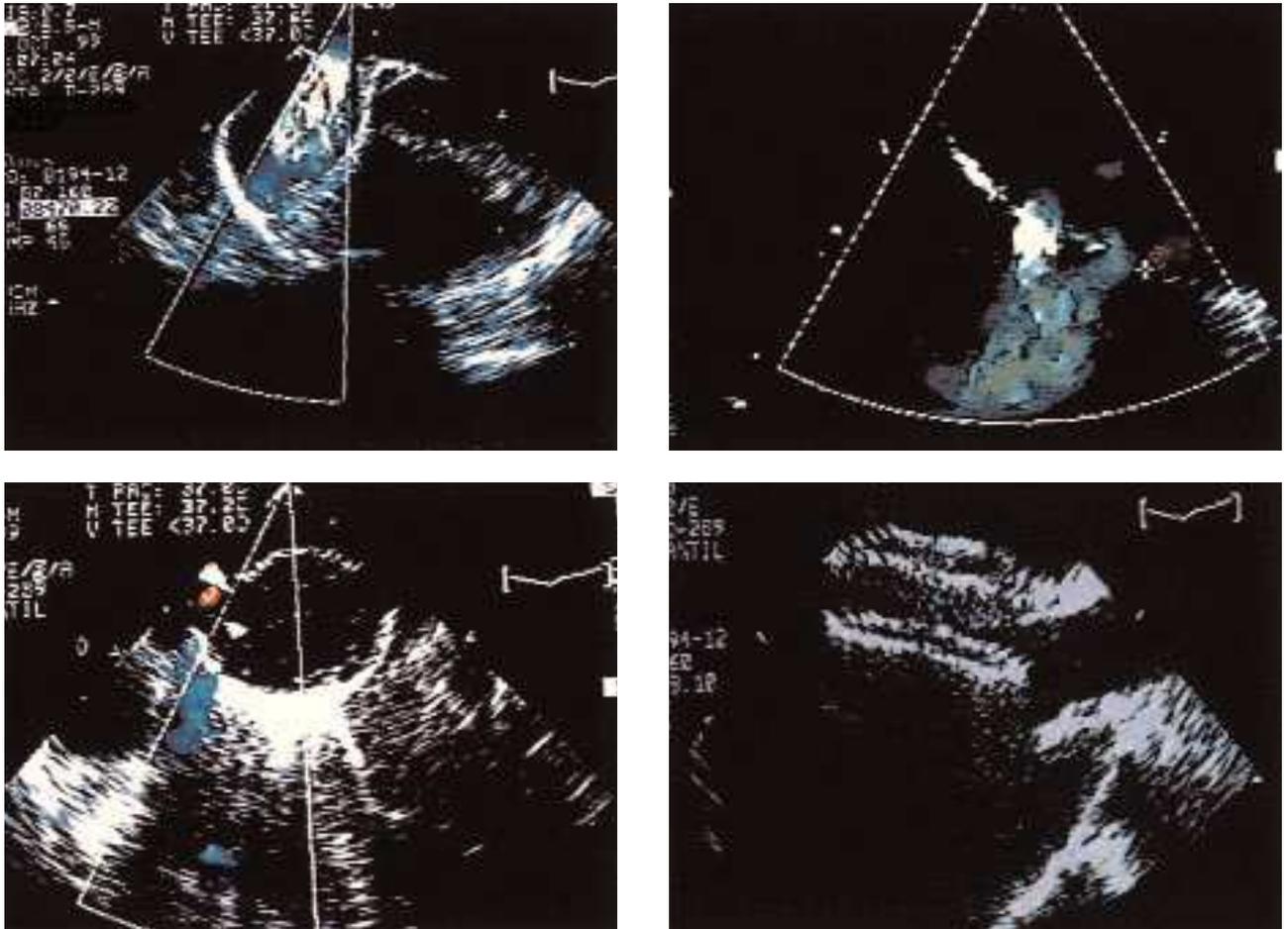


Fig. 2. Arriba izquierda: imagen de CIA con Doppler color. Arriba derecha: imagen de fosa oval multiperforada. Abajo izquierda: imagen ecográfica de tallado de CIA con balón. Abajo derecha: control de ETE tras implantación de Amplatzer.

todos los casos superior a la obtenida en vacío por ecocardiografía transesofágica.

El tamaño de los dispositivos empleados osciló entre 15 y 36 mm ($21,7 \pm 5,4$ mm) (tabla 1). En todos los pacientes se utilizó un único dispositivo. En los casos con varias perforaciones del tabique interauricular se eligió el defecto de mayor tamaño o el más central.

En 22 pacientes (88%) el dispositivo fue correctamente implantado y tras efectuar el ECG, radiografía de tórax y ecocardiografía de control, los pacientes fueron dados de alta hospitalaria a las 24 h de su ingreso sin complicaciones. Uno de los pacientes presentó una taquicardia auricular paroxística durante el procedimiento, que desapareció tras estimulación con catéter en aurícula derecha (AD). Otro paciente sufrió un bloqueo AV de segundo grado que desapareció en las primeras 24 h. Sin embargo, en el paciente que presentaba disfunción sinusal y bloqueo AV asociado a la CIA no hubo incidencias ni durante la implantación ni durante las primeras 24 h. En 2 casos se observó un pequeño *leak* (< 2 mm) en relación con el borde superior del dispositivo inmediatamente después de su implantación; en los dos casos, el *leak* desapareció al efectuar la

liberación del Amplatzer, eliminando así la tracción que se ejerce sobre el tabique interauricular cuando el dispositivo está aún anclado al cable liberador.

Todos los pacientes fueron revisados al primer, tercer y noveno meses postimplante. El tiempo de seguimiento de estos 22 pacientes oscila entre los 9 y 14 meses hasta el momento de redacción de este artículo, sin que se haya observado ningún caso de endocarditis, fenómenos tromboembólicos, fractura o desplazamiento del dispositivo.

En la revisión efectuada al primer mes de la implantación, 2 pacientes presentaron un pequeño *leak* residual (< de 2 mm), detectado con Doppler color, que desapareció a los 3 meses en un caso y a los 9 meses en el otro. Asimismo, en la primera revisión, 4 pacientes presentaron pequeños flujos intradispositivo pero sin detectar paso interauricular. Dichos flujos intradispositivo desaparecieron a los 4 meses.

Los signos de SDVD (movimiento paradójico del tabique interventricular, dilatación de cavidades derechas) desaparecieron de forma variable en el tiempo, pero en la mayoría de los casos el movimiento paradójico del tabique se normalizó en las primeras 24 h.

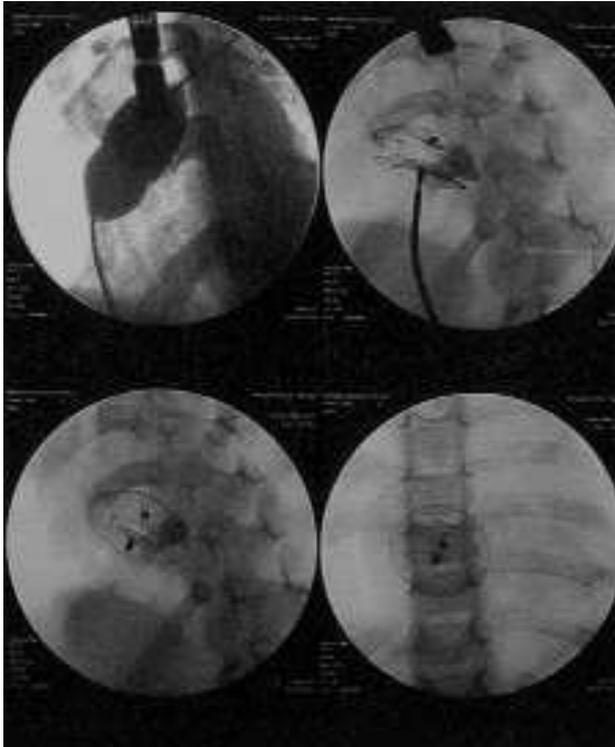


Fig. 3. Arriba izquierda: balón PTA-OS tallando la CIA. Arriba derecha: dispositivo amplatzer ocluyendo la CIA unido al cable liberador. Abajo izquierda: dispositivo implantado, proyección oblicua anterior izquierda. Abajo derecha: dispositivo implantado, proyección anteroposterior.

En un paciente con defecto biperforado no se consiguió la oclusión completa de ambos defectos con un solo dispositivo. Dado que la separación entre ambos defectos no era suficiente para colocar un segundo dispositivo sin que se produjera solapamiento entre ambos, se decidió retirar por vía percutánea el dispositivo previamente colocado.

Dos pacientes precisaron de tratamiento quirúrgico. El primero, de 3 años y 24 kg, corresponde al primer paciente de nuestra serie al que se le implantó un dispositivo de 30 mm. En el estudio ecocardiográfico efectuado a las 24 h se objetivó que el dispositivo protruía excesivamente en la aurícula izquierda y podía comprometer la función de la válvula mitral, por lo que se decidió la retirada del mismo por vía percutánea. El dispositivo se pudo retirar hasta la vena femoral, pero no pudo ser extraído de la misma, quedando trombosis femoral con buena circulación colateral. Se desestimó la implantación de un nuevo dispositivo a través de la femoral contralateral y se derivó a cirugía, donde fue intervenido con éxito a las 24 h. Durante el procedimiento de extracción del dispositivo el paciente presentó un bloque AV de tercer grado transitorio que remitió espontáneamente tras el cierre quirúrgico de la CIA. En el postoperatorio el paciente presentó hemiparesia izquierda y el escáner objetivó un infarto en el territorio de la arteria cerebral media, del que se recuperó sin secuelas. A los 9 días del postoperatorio, el

mismo paciente sufrió un síndrome pospericardiotoμία que remitió con el tratamiento antiinflamatorio.

El segundo paciente que precisó intervención quirúrgica corresponde al número 18 de nuestra serie. A dicho paciente se le implantó inicialmente un dispositivo de 32 mm que se retiró antes de la liberación por oclusión incompleta del defecto, y se sustituyó por otro dispositivo de 36 mm. Ecográficamente se objetivó la persistencia de un *leak* superior a través del cual prolapsaban ambos discos a la AD, por lo que, tras efectuar una angiografía pulmonar y corroborar en la fase venosa los hallazgos ecocardiográficos, el paciente fue remitido a cirugía.

DISCUSIÓN

El cierre quirúrgico bajo circulación extracorpórea ha sido el método clásico de tratamiento de la CIA tipo OS. Diferentes modelos de dispositivos se han desarrollado en los últimos años en un intento de reemplazar el tratamiento clásico por un método menos agresivo que disminuyese la incidencia de complicaciones y acortase el tiempo de hospitalización.

Los dispositivos empleados previamente a la utilización del Amplatzer han presentado uno o varios de los siguientes inconvenientes: limitación para abordar defectos de gran tamaño, dificultad para su extracción por vía percutánea cuando la implantación no era satisfactoria, y excesiva rigidez con riesgo de fractura o perforación.

Las condiciones de flexibilidad y elasticidad del Amplatzer, la posibilidad de repliegue dentro de la vaina introductora cuando la implantación es inadecuada y la disponibilidad de una amplia variedad de tamaños hizo que nos decantáramos por la elección de este dispositivo, al iniciar en nuestro hospital el programa de cierre percutáneo de la CIA tipo OS.

En la selección del paciente merece especial atención la edad del mismo en relación al tamaño de la comunicación. Es conocido que comunicaciones interauriculares moderadas pueden disminuir de tamaño hasta los 4-5 años de edad. Por el contrario, comunicaciones inicialmente pequeñas pueden excepcionalmente manifestar sobrecarga hemodinámica años más tarde¹⁶. Según estos hechos, hemos considerado necesario el seguimiento clínico en los pacientes más pequeños con comunicaciones menores de 8 mm de diámetro, aunque no presenten signos de gran sobrecarga de cavidades derechas en la evaluación inicial, así como el de todos los pacientes con comunicaciones mayores de 5 mm de diámetro.

Algunas cardiopatías obstructivas del lado derecho llevan asociada una CIA que, según los criterios de SDVD, se considera insignificante o no susceptible de tratamiento en el momento de la intervención quirúrgica o percutánea de la cardiopatía de base. La evolución a largo plazo puede condicionar cierto grado de sobrecarga volumétrica ventricular derecha a la que se pue-

de sumar el flujo a través del tabique interauricular que, si bien es predominantemente de derecha a izquierda antes de tratar la lesión de base, puede pasar a ser de izquierda a derecha a largo plazo y requerir el cierre de la misma, como ocurrió en dos de nuestros pacientes.

Las relaciones anatómicas del defecto y el tamaño y consistencia de los bordes deben ser cuidadosamente estudiados en el ecocardiograma transesofágico. Comunicaciones con bordes de buen tamaño pero finos y «flapeantes» tuvieron un diámetro «distendido» (tallado con catéter) superior al esperado y presentaron mayor dificultad para conseguir una implantación estable del dispositivo. Sin embargo, al igual que otros autores¹⁵, no encontramos dificultad añadida en el cierre de los defectos con situación anterosuperior, próximos a la aorta.

Comunicaciones ovoideas pueden producir la muesca en el balón de medición con su eje menor y ser infravaloradas con la imagen radiológica en este plano. Esta falsa estimación fue obviada chequeando simultáneamente la oclusión con Doppler color. Asimismo, los defectos septales interauriculares múltiples deben ser estudiados de manera exhaustiva; el ecocardiograma transesofágico permite objetivar el flujo a través de defectos accesorios al ocluir el defecto principal durante el tallado del mismo. En nuestra serie, 2 comunicaciones multiperforadas y una biperforada pudieron ser ocluidas con un dispositivo único, aprovechando la porción de los discos del dispositivo que sobresalen del cuello. Por el contrario, en otro paciente con CIA biperforada no se consiguió el cierre total del defecto con un solo dispositivo y se desestimó la posibilidad de utilizar 2 dispositivos por el riesgo de rozamiento entre los mismos; sin embargo, otros autores¹⁷ han presentado su experiencia con éxito con más de un dispositivo en casos similares.

No hemos incluido en esta serie inicial pacientes con anomalías del drenaje venoso sistémico; sin embargo, consideramos que es factible, como se ha descrito por otros autores¹⁸. En ninguno de nuestros pacientes objetivamos red de Chiari ni válvula de Eustaquio excesivamente desarrolladas, cuya presencia puede representar una dificultad añadida por prolapso a la aurícula izquierda durante la implantación del dispositivo o interferir en la liberación del mismo¹⁹.

En nuestra experiencia, el control radioscópico fue útil durante la primera fase de la implantación, pero para los defectos grandes (> 18 mm), una vez desplegado el disco auricular izquierdo fue imprescindible el control por ecocardiografía transesofágica para poder colocar dicho disco adecuadamente alineado al tabique interauricular y desplegar en ese momento el disco auricular derecho.

A diferencia de lo publicado con anterioridad¹⁵, encontramos una remisión precoz de los signos de sobre-

carga volumétrica del ventrículo derecho, llegando a desaparecer en algunos pacientes en las primeras 24 h el movimiento paradójico del tabique interventricular.

No hemos encontrado complicaciones importantes, exceptuando la trombosis venosa femoral en el paciente en el que se intentó la extracción percutánea del dispositivo liberado el día anterior. El accidente cerebrovascular que sufrió el mismo paciente se objetivó tras el cierre quirúrgico de su CIA, no pudiéndose establecer con seguridad la relación entre el procedimiento percutáneo de extracción del dispositivo y la aparición de dicha complicación neurológica. El bloqueo AV ocurrido en este mismo paciente estuvo en relación con las maniobras de extracción y desapareció tras la cirugía. El trastorno de la conducción AV acontecido en un paciente durante la implantación del dispositivo fue transitorio y sin repercusión clínica.

En el seguimiento a medio plazo se objetivó la oclusión completa del defecto en todos los pacientes en los que se había implantado el dispositivo con éxito, permaneciendo todos ellos asintomáticos y sin que se apreciara ningún tipo de efecto adverso cardiológico o sistémico.

CONCLUSIONES

1. El cierre percutáneo con dispositivo de Amplatzer es un método efectivo para el tratamiento de la CIA tipo *ostium secundum*.

2. La baja incidencia de complicaciones y el corto período de estancia hospitalaria convierten a este procedimiento en el método electivo de tratamiento de estos pacientes.

3. Defectos excesivamente grandes, con bordes inadecuados o multiperforados, pueden requerir un abordaje diferente.

En el momento de la publicación definitiva de este manuscrito en la REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA (octubre 2001), 52 pacientes han sido sometidos en nuestro centro a cierre percutáneo de su CIA con dispositivo de Amplatz, habiéndose conseguido el cierre con éxito en 49/52 (94%).

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a los Dres. Carlos E. Ruiz y Ernerio Alboliras, del Rush Children's Heart Center (Chicago) su colaboración en la puesta en marcha de este programa en nuestro hospital.

BIBLIOGRAFÍA

1. Emmanouilides GC, Allen HD, Riemenschneider TA, Gutgesell HP et al, editores Heart diseases in infants, children and adolescents, including the fetus and young adults. Baltimore: Williams and Wilkins, 1995; 60-69.

2. Dickinson DF, Arnold R, Wilkinson JL. Congenital heart disease among 160,480 children in Liverpool 1960 to 1969. Implication for surgical treatment. *Br Heart J* 1981; 46: 55-62.
3. King TD, Mills NL. Secundum atrial septal defects: non operative closure during cardiac catheterisation. *JAMA* 1976; 235: 2506-2509.
4. Rashkind WJ. Transcatheter treatment of congenital heart disease. *Circulation* 1983; 67: 711-716.
5. Lock JE, Rome JJ, Davis R, Van Praagh S, Perry SB, Van Praagh R et al. Transcatheter closure of atrial septal defects: experimental studies. *Circulation* 1989; 79: 1091-1099.
6. Sideris EB, Sideris SE, Thanopoulos BD, Ehly RL, Fowlkes JP. Transvenous atrial septal defect occlusion by the buttoned device. *Am J Cardiol* 1990; 66: 1524-1526.
7. Sievert H, Babic UU, Ensslen R, Scherer D, Spies H, Wiederspahn T et al. Transcatheter closure of large atrial septal defects with the babic system. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1995; 36: 232-240.
8. Hausdorf G, Schneider M, Franzbach B, Kampmann C, Kargus K, Goeldner B. Transcatheter occlusion of secundum atrial septal defects with the atrial septal defect occlusion system: initial experience in children. *Heart* 1996; 75: 83-88.
9. Das GS, Voss G, Jarvis G, Wyche K, Gunther R, Wilson RF. Experimental atrial septal defect closure with a new transcatheter, self-centering device. *Circulation* 1993; 88: 1754-1764.
10. Zabala JI, García E, Zunzunegui JL, Maroto E, Maroto C, Greco R et al. Cierre percutáneo de la comunicación interauricular: resultados a medio plazo de esta nueva opción terapéutica. *Rev Esp Cardiol* 2000; 53: 21-26.
11. Closure of atrial septal defect (ASD) by the Amplatzer TM septal occluder. Investigational plan. Golden Valley, NN: AGA Medical Corporation, 1996.
12. Sharafuddin MJA, Gu X, Titus JL, Urness M, Cervera-Ceballos JJ, Amplatz K. Transvenous closure of secundum atrial septal defects. Preliminary results with a new self-expanding Nitinol prothesis in swine model. *Circulation* 1999; 95: 2162-2168.
13. Masura J, Gavora P, Formanek A, Hijaz ZM. Transcatheter closure of secundum atrial septal defects using the new self-centering Amplatzer septal occluder: initial human experience. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997; 42: 388-393.
14. Thanopoulos B, Laskari C, Tsaousis G, Zarayelyan A, Vekiou A, Papadopoulos G. Closure of atrial defects with the Amplatzer occlusion device: preliminary results. *J Am Coll Cardiol* 1998; 31: 1110-1116.
15. Cham KC, Godman MJ, Walsh K, Wilson N, Redington A, Gibbs JL. Transcatheter closure of atrial septal defect and interatrial communications with a new self expanding nitinol double disc device (Amplatzer septal occluder): multicentre UK experience. *Heart* 1999; 82: 300-306.
16. Brassard M, Fouron JC, van Doesburg NH, Mercier LA, De Guise P. Outcome of children with atrial septal defect considered too small for surgical closure. *Am J Cardiol* 1999; 83: 1552-1555.
17. Suárez de Lezo J, Medina A, Pan M, Romero M, Segura J, Pavlovic D et al. Transcatheter occlusion of complex atrial septal defects. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000; 51: 33-41.
18. Hakim F, Madani A, Samara Y, Ata IA, Hiari A, Goussous Y et al. Transcatheter closure of secundum atrial septal defect in a patient with dextrocardia using the amplatzer septal occluder. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1998; 43: 291-294.
19. Cooke JC, Gelman JS, Harper RW. Chiari network entanglement and herniation into the left atrium by an atrial septal defect occluder device. *J Am Soc Echocardiogr* 1999; 12: 601-603.