

INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Vol. 35. No. 3 Julio-Septiembre 2012
pp 174-180

Anestesia y complicaciones hemodinámicas en el cierre percutáneo de la comunicación interauricular en el Centro Médico ISSEMyM

Dra. Neyra Gómez-Ríos,* Dr. M Fernando Rodríguez-Ortega,** Dr. Marco A Hernández-Mercado,**
Dr. Javier Palma-Mercado,** Dra. Guadalupe Arreola-López,** Dr. José León Victoria-Campos,**
Dr. Eduardo Rojas-Pérez***

* Anestesiólogo Cardiovascular. Departamento de Anestesiología y Clínica del Dolor.

** Departamento de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Centro Médico del Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (ISSEMyM).

*** Anestesiólogo Cardiovascular. Departamento de Anestesiología Cardiovascular, Instituto Nacional de Cardiología «Ignacio Chávez».

Solicitud de sobretiros:

Dra. Neyra Gómez-Ríos
Av. Baja Velocidad Km. 57.5, Carretera México-Toluca Núm. 284, San Jerónimo Chicahualco, 52176, Metepec, Estado de México.
Teléfono: (01 722) 275-63-00, ext. 2056
E-mail: fro2411@hotmail.com

Recibido para publicación: 13-01-12.

Aceptado para publicación: 18-07-12.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en
<http://www.medigraphic.com/rma>

RESUMEN

Objetivo: Reportar nuestro protocolo anestésico, así como las complicaciones hemodinámicas presentadas durante la colocación de los dispositivos percutáneos para cierre de defectos septales auriculares. **Métodos:** Entre enero de 2008 y diciembre de 2010 se realizó la revisión de 30 expedientes clínicos de los pacientes con diagnóstico de comunicación interauricular y que fueron candidatos a cierre percutáneo analizando las siguientes variables: edad, género, características del defecto septal, protocolo anestésico, estudio ecocardiográfico, tipo de dispositivo y complicaciones hemodinámicas. **Resultados:** Se estudiaron 30 pacientes, en su mayoría del género femenino; con edad promedio de 41.4 años; tipo *ostium secundum* en 24 y foramen oval en 6; defecto promedio de 18.3 mm y 5.26 mm, anestesia general en el 100% de los casos, presión pulmonar promedio de 51.41 mmHg y 39.66 mmHg, Qp: Qs de 2.4:1 y 1.6:1, en todos los casos se realizó ecocardiograma transtorácico previo al procedimiento y transesofágico durante la colocación del dispositivo, se utilizó dispositivo tipo Helex® en 6 y Occlutech Figulla® en 24; un paciente presentó migración del dispositivo y se convirtió a cirugía que cursó con adecuada evolución postprocedimiento, con un seguimiento a 16 meses. **Conclusión:** La técnica anestésica idónea en cada paciente debe garantizar la estabilidad hemodinámica y con ello, lograr la adecuada colocación del dispositivo por el equipo médico-quirúrgico.

Palabras clave: Anestesia, tratamiento percutáneo, comunicación interauricular.

SUMMARY

Objective: To report our anesthetic protocol as well as the complications haemodynamics presented during the positioning of the percutaneous devices for closing of atrial septal defects. **Methods:** Between January 2008 and December 2010, the revision of 30 clinical records of the patients with atrial septal defects diagnosis and that went candidates to percutaneous interventions, analyzing the following variables: age and gender, characteristics of the septal defect, anesthetic protocol, echocardiographic study, type of device and haemodynamic complications. **Results:** 30 patients studied, majority of gender female, age average of 41.4 years, type ostium secundum 24 and foramen oval 6, defect average of 18.3 mm and 5.26 mm, general anesthesia in the 100% of the cases, pulmonary arterial pressure average of 51.41

mmHg and 39.66 mmHg, Qp: Qs of 2.4:1 and 1.6:1, in all the cases realized transthoracic echocardiography previous to the procedure and transesophageal during the positioning of the device, we used device type Helex® in 6 and Occlutech Figulla® in 24; a patient present migration of the device and surgery was planned. At sixteen months, all the patients were asymptomatic. **Conclusion:** The anesthetic technique in each patient must guarantee the stability haemodynamics and to obtain the idoneal position of the device by the surgical team.

Key words: Anesthesia, percutaneous interventions, inter-atrial communication.

INTRODUCCIÓN

El auge de la anestesia cardíaca tuvo un giro con el advenimiento del tratamiento percutáneo para diferentes tipos de cardiopatías, una de éstas fue la comunicación interauricular (CIA), que de acuerdo con las características clínicas del paciente, el procedimiento a realizar, la habilidad del equipo quirúrgico, familiaridad con los dispositivos y la ecocardiografía a utilizar se decide el nivel de sedación/anestesia idóneo para cada caso; ello ha tenido un gran impacto a nivel mundial siendo realizado en la actualidad en diferentes centros, aun con la problemática práctica en la colocación del dispositivo y tratamiento anestésico en el paciente adulto⁽¹⁻⁴⁾.

MATERIAL Y MÉTODOS

Entre enero de 2008 y diciembre de 2010 se realizó la revisión de 30 expedientes clínicos de los pacientes con diagnóstico de comunicación interauricular y que fueron candidatos a cierre percutáneo, analizando las siguientes variables: edad y género, características del defecto septal, protocolo anestésico, estudio ecocardiográfico, tipo de dispositivo y complicaciones hemodinámicas.

Evaluación preoperatoria

Se debe de realizar una valoración multidisciplinaria al ingreso a hospitalización y evaluar los riesgos anestésicos de acuerdo con el protocolo de nuestra institución con enfoque a los antecedentes de patología cardiológica asociada [cardiopatías congénita con o sin corrección quirúrgica, cardiopatía isquémica, hipertensión arterial pulmonar (HAP), hipertensión arterial sistémica (HAS) y cirugía cardíaca previa], antecedentes toxicológicos, condición física de la ASA (*American Society of Anesthesiologists*), clase funcional de la *New York Heart Association* (NYHA), medicación actual (anticoagulantes, antiplaquetarios y medicación cardíaca) y estudios paraclínicos; similar a lo solicitado en la cirugía abierta^(1-3,5-8).

Se realiza medicación para ansiólisis 24 h previas al procedimiento, individualizando al paciente (ambulatorio o internado de acuerdo con el criterio del médico intervencionista tratante).

MONITORIZACIÓN ANESTÉSICA, ANGIOGRÁFICA Y ULTRASÓNICA

En el laboratorio de hemodinamia los pacientes son sometidos a anestesia general con fentanilo, inductor (etomidato o propofol) y bloqueador neuromuscular (cisatracurio o rocuronio) de corta duración e intubación orotraqueal; se mantiene con monitorización tipo I y II de la ASA que en nuestros pacientes incluye oximetría de pulso (SpO₂), dióxido de carbono al final de la espiración (EtCO₂), electrocardiografía (DII, V4 y V5), presión arterial no invasiva (PANI) en el caso de no contar con acceso arterial por imagenología, sensor de índice bispectral (BIS), termómetro y tonómetro; se mantiene con ventilación mecánica y halogenados (sevoflurano o desflurano).

En la monitorización angiográfica se canaliza la vena femoral derecha por el operador de hemodinamia (a través de la cual se realiza la técnica) y la arteria femoral izquierda (dependiendo cada caso en particular) con la cual se monitoriza la presión arterial invasiva continua (TAIC), se administra 50-100 U/kg de heparina procurando un tiempo de coagulación activado (TCA) de 200 a 300^(1,5-7). La monitorización ultrasónica se realiza con un ecocardiograma transesofágico (ETE), el cual proporciona tres proyecciones fundamentales para visualizar el septo y sus remanentes. Cuatro cámaras (remanentes superior y auriculoventricular), transversal de aorta (remanentes retroaórtico y posterior) y a nivel de las cavas (remanentes de las cavas superior e inferior), siendo el estándar contra la que se comparan las nuevas modalidades de monitorización (*Figura 1*). Asimismo, se realiza coronariografía cuando existe historia de dolor torácico o factores de riesgo para cardiopatía isquémica, así como a mayores de 45 años. Previo al inicio del procedimiento, se introduce un transductor de ETE bajo anestesia general, iniciando el procedimiento que consiste en un cateterismo venoso femoral derecho con manometrías, serie oximétrica y angiografía del tronco pulmonar, el ETE monitoriza y mide en cuatro cavidades, en el eje largo se mide el diámetro del defecto, la longitud del septum interauricular y los bordes libres.

Se realiza maniobra de tracción-empuje (Minnesota) previa liberación del dispositivo, lo que puede condicionar la alteración vasomotora en la coronaria derecha (CD), o bien,

embolización aérea (menos frecuente), ello se traduce en elevación transitoria del segmento ST en general sin repercusión hemodinámica (Figuras 2 a 4).

Al realizar la manometría, se infla progresivamente un balón hasta corroborar el cierre del defecto por ETE (Doppler color), esto permite saber el diámetro máximo de oclusión de la CIA, también permite medir las muescas de los bordes del defecto en el balón y darnos una aproximación del tamaño del defecto. Sin embargo, cuando se trata de bordes finos o defectos pequeños puede haber rotura de los remanentes que sería el posible sitio de sostén-anclaje del dispositivo y con esto condicionar una mayor probabilidad de embolización del dispositivo.



Figura 1. Defecto septal atrial. AD: Aurícula Derecha, CIA: Comunicación Inter Atrial, AI: Aurícula Izquierda. Obsérvense bordes septales.

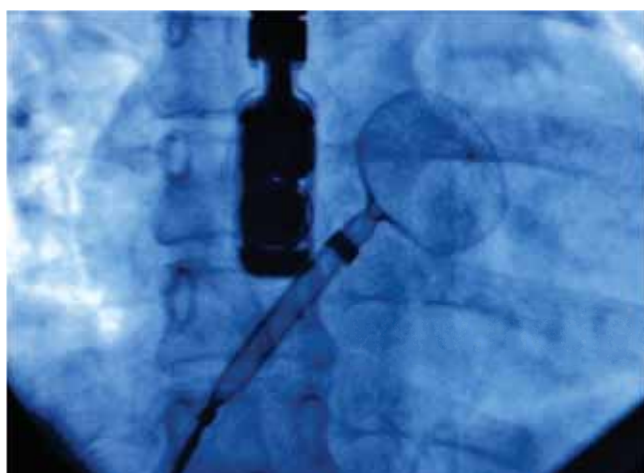


Figura 2. Dispositivo a través del septum. Vista en el Laboratorio de Hemodinamia. Liberando primer hemidisco.

Posterior a la colocación del dispositivo se comprueba la posición y adecuada oclusión del defecto en los planos antes mencionados, presencia o no de un cortocircuito residual ETE color, distancia a válvulas auriculoventriculares, al seno coronario, a las venas pulmonares y la válvula tricúspide (Figuras 5 y 6); se realiza emersión y extubación de manera suave y progresiva, evitando cambios bruscos en la hemodinamia al término del procedimiento^(1,5-7,9,10). Se continúa el tratamiento en la Unidad de Terapia Cardiovascular, a las 24 h se realiza ETE de control y por último son egresados a hospitalización.

RESULTADOS

Se estudiaron 30 pacientes que cumplieron los criterios antes mencionados, reportados en su mayoría del género femenino, edad promedio de 41.4 años, tipo *ostium secundum* en 24 y foramen oval en 6; defecto promedio de 18.3 y 5.26 mm, con adecuados bordes septales para la colocación del dispositivo, anestesia general en el 100% de los casos, presión pulmonar promedio de 51.41 y 39.66 mmHg, Qp: Qs de 2.4:1 y 1.6:1, tiempo de relajación isovolumétrica de 118.3 y 126.6 ms, fracción de expulsión de ventrículo izquierdo de 66.33 y 67%, en todos los casos se realizó ecocardiograma transtorácico previo al procedimiento y transesofágico durante la colocación del dispositivo, se utilizó dispositivo tipo Helex[®] en 6 y Occlutech Figulla[®] en 24; un paciente presentó migración del dispositivo y ésta se convirtió en cirugía que cursó con adecuada evolución postquirúrgica. Durante los 6 meses posteriores a la implantación del dispositivo se mantiene terapia con antiagregantes plaquetarios (clopidogrel 75 mg/día y ácido acetilsalicílico (AAS) 100 mg/día). Agregando profilaxis antimicrobiana para endocarditis bacteriana con

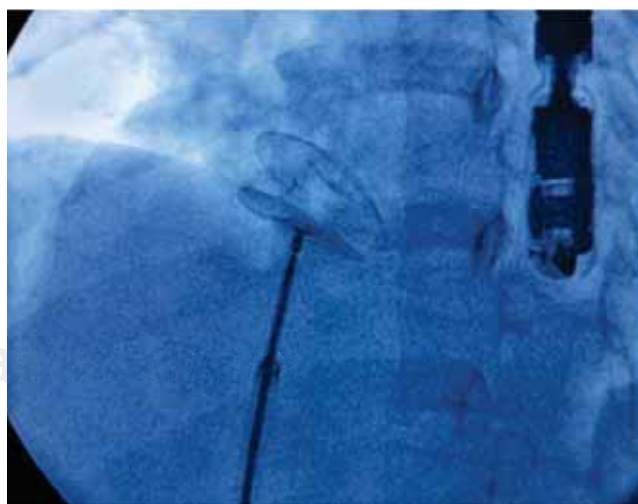


Figura 3. Dispositivo colocado en septum. Nótese ambos hemidiscos abiertos.

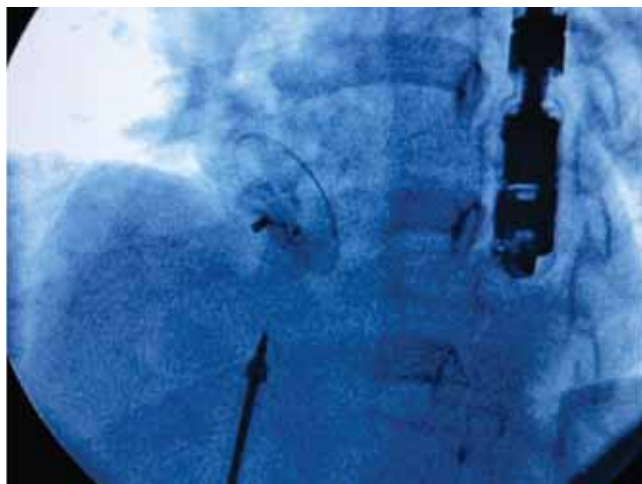


Figura 4. Dispositivo liberado. Nótase sonda de ETE.

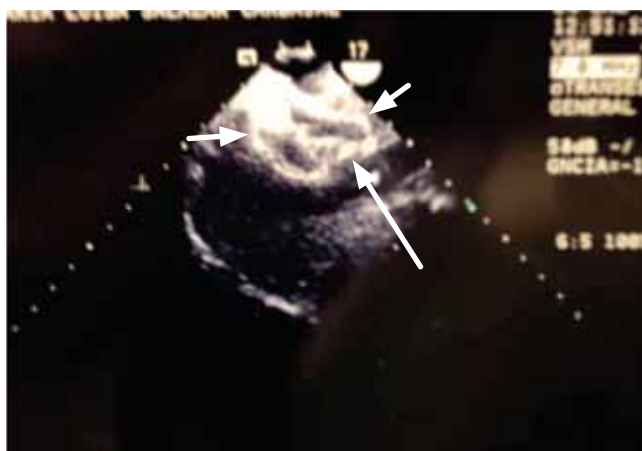


Figura 5. Dispositivo Helix®. Vista por ETE. Observando ambos hemidiscos adosados al borde septal (flecha corta); borde septal (flecha larga).

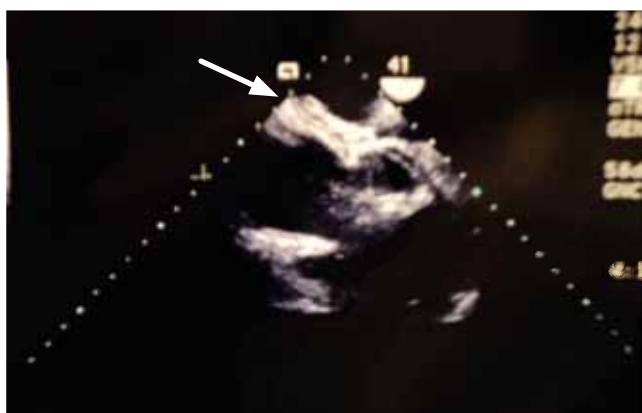


Figura 6. Dispositivo Occlutech®. Vista por ETE. Note hemidiscos más cortos que los previos, unidos al septum (flecha).

ceftriaxona (tres dosis) en el 100% de los pacientes, con adecuada evolución postprocedimiento, con seguimiento a 16 meses por consulta externa.

DISCUSIÓN

Hay un número cada vez mayor de cardiopatías congénitas, susceptibles de tratamiento percutáneo, que pueden dividirse en dos grandes grupos; el primero (nativas) más sencillas de diferenciar y tratar, con indicaciones y materiales precisos. El segundo (lesiones residuales) siendo el campo más amplio y que obliga a tener en consideración varios datos de la historia clínica del paciente: diagnóstico inicial, fecha de intervención quirúrgica, tipo de material protésico implantado, prótesis insertada, dispositivos empleados, etc. De otra manera, definir las acciones que han modificado la anatomía cardíaca de la patología inicial. En el presente estudio nos enfocaremos en una de las patologías más importantes del primer grupo^(1,4,11,12).

La CIA constituye la cuarta malformación congénita más frecuente y es una de las más comunes en la edad adulta. Como una alternativa al cierre quirúrgico y una disminución a la morbimortalidad de las comunicaciones tipo *ostium secundum* se ha desarrollado el cierre percutáneo, el cual hasta el momento ha logrado una gran aceptación en la comunidad médica, contando con indicaciones precisas de cierre, las cuales son: pacientes sintomáticos con o sin arritmias auriculares, con defectos menores de 36 mm de diámetro, únicos o múltiples, con cortocircuitos izquierdo-derecho (I-D) significativo (sobrecarga de volumen del ventrículo derecho y movimiento paradójico del septum interauricular, indicativo de $Q_p/Q_s > 1.5$), con bordes mayores de 5-7 mm, al menos en tres lugares diferentes del septum para anclar el dispositivo elegido. Además, está indicado el cierre de defectos pequeños con riesgo de embolia paradójica: buceadores, escaladores, tromboflebitis frecuente, etc. Dentro de sus contraindicaciones se encuentran la hipertensión arterial pulmonar fija, patología cardíaca agregada (cardiopatía isquémica, valvulopatía, etcétera), la ausencia de bordes superior, inferior o ambos, la ausencia de borde en el seno coronario, la desproporción entre el tamaño auricular y el dispositivo a emplear y la CIA pequeña en asociación con disfunción del ventrículo izquierdo o estenosis mitral moderada^(1,10,12-19).

Ilkay y cols., reportan en su estudio a 28 pacientes, de los cuales 17 son del género femenino con una edad promedio de 43 años⁽²⁰⁾; a su vez Pac y cols., en Turquía mencionan a 75 pacientes siendo 35 mujeres y edad promedio de 23.1 años⁽²¹⁾; lo mismo que Karamlou y cols., quienes reportan en un estudio de dos países a 2,303 pacientes femeninos y de 42.3 años⁽²²⁾, lo cual es similar a nuestros resultados. Además, se encuentran reportes de series de pacientes y casos clínicos en la literatura médica mundial en los cuales el género predominante es el femenino y una edad dentro de los promedios antes mencionados.

En cuanto a las características de los defectos tenemos que Jones y cols. reportaron en un estudio multicéntrico un rango de tamaño de defecto de 1.3 a 25 mm y un promedio de 10 mm⁽⁸⁾. Krizanic, Ilkay, Pac y cols. mencionan un promedio de tamaño de 15.2 ± 3.7 mm para CIA y para FO de 8.5 ± 2.5 mm^(20,21,23) estando de acuerdo con nuestros resultados; en lo referente al protocolo anestésico coincidimos con lo reportado en la literatura médica internacional, en este tipo de pacientes a los cuales se les realiza ETE para la colocación del dispositivo^(1,5-7,9,24,25).

En lo referente al monitoreo ecocardiográfico, nosotros utilizamos el ETE en todos los pacientes del estudio al momento de la colocación del dispositivo al igual que diferentes reportes en la literatura⁽²⁶⁾. Aunque Álvarez-Ossorio y cols. mencionan en su artículo publicado en España que la clave del éxito del procedimiento radica en una clara visualización del defecto, los remanentes septales y su relación con las estructuras adyacentes; utilizando un ETT, ETE y de manera reciente intracavitaria, la cual proporciona imágenes de la misma calidad que el ETE, pero desde otras angulaciones. En la actualidad, se disponen de dos sistemas el Ultra ICE y el AcuNav⁽²⁷⁾. El Ultra ICE emite en un solo plano perpendicular al eje mayor del catéter y proporciona una imagen bidimensional de un campo de 360° en tiempo real, por su parte, el sistema AcuNav emite de forma longitudinal al eje mayor del transductor en un campo de 90°. En nuestra institución, estamos iniciando la curva de aprendizaje con este tipo de ecocardiograma en el tratamiento de la CIA con resultados alentadores. Aunque en la actualidad no se dispone de una técnica de monitorización perfecta que proporcione una visualización adecuada y precisa del defecto en toda la extensión, se debe de integrar una gran cantidad de información bidimensional para reconstruir una tridimensional del septum interauricular. Es deseable un método que nos permitiera medir con exactitud el tamaño, bordes y diámetros del defecto y así planear qué tipo de dispositivo colocar, evitando los errores que se cometen al estimar el tamaño de la CIA^(17,19,27-33).

Desde el primer cierre percutáneo se han utilizado diferentes dispositivos, pero con la incorporación del Amplatzer® se ha estandarizado la técnica del cierre, hay una gran variedad de dispositivos como son: ASO®, Solysafe®, Helex®, Occlutech®, Cardioseal-Starflex®, entre otros⁽³⁴⁾; en nuestro estudio se utilizaron el dispositivo Helex® en 6 casos y Occlutech® en 24, la decisión se tomó de acuerdo con el tamaño del defecto septal. Jones y cols., en un estudio multicéntrico en 14 centros de Estados Unidos de América, reportaron a 119 en su mayoría del género femenino con un tamaño de la CIA promedio de 10.7 mm a los cuales se les colocó dispositivo Helex®⁽⁸⁾. Pac y cols. en Turquía reportaron en su estudio comparativo el uso del dispositivo Occlutech® en 33 pacientes con un diámetro del defecto

septal de 14.8 mm contra el Amplatzer® en 42 pacientes y un promedio de la CIA de 15.2 mm; concluyendo resultados similares y que ambos dispositivos son seguros y efectivos para el cierre de defectos atriales⁽²¹⁾. Similares resultados reportaron Ilkay y cols. en el mismo país con la utilización del dispositivo Occlutech® en 28 pacientes, femeninos en su mayoría y con defecto promedio de 20.3 ± 3.6 mm, reportando un *shunt* residual en 10.7% con pérdida de éste a los 6 meses de seguimiento, concluyendo que es un dispositivo seguro, efectivo y con un material más flexible que el Amplatzer®⁽²⁰⁾. Krizanic y cols. en Alemania reportaron a 41 pacientes a los cuales se les colocó dispositivo Occlutech® en defectos promedio de 23 a 25 mm con buenos resultados, reportando sólo a un paciente que falleció por infarto al miocardio sin evidencia de origen cardioembólico, mencionan que el dispositivo tiene una significativa reducción en su malla y ausencia de tornillo central en su disco izquierdo con un mejor sistema de liberación comparado contra el Amplatzer®⁽²³⁾.

Se han registrado diversas complicaciones en un 8.6% de los pacientes. Inmediatas del tipo de embolización del dispositivo (2.4-6.5%), mala posición (5.5%), *shunt* residual, arritmias, migraña (5%) y derrame pericárdico (2.8%). Tardías del tipo de erosión de estructuras adyacentes (0.15-1-3%), arritmia auricular (0.9-2.9%), fractura del dispositivo y muerte súbita rara, pero reportada posterior a cierre percutáneo⁽³³⁻⁵⁵⁾ (*Cuadro I*). En nuestra serie, sólo se presentó una complicación del tipo de embolización del dispositivo, la cual cursó con adecuada evolución. Se han reportado otro tipo de complicaciones menos frecuentes, pero no menos importantes, como la reportada por Khoda-

Cuadro I. Complicaciones reportadas del procedimiento percutáneo.

Vasculares	Hematoma local y retroperitoneal Disrupción vascular Sangrado
Hemodinámicas (durante el implante)	Elevación transitoria del ST (compresión mecánica del surco aurículo-ventricular, lo que ocasiona espasmo transitorio de la CD) Insuficiencia tricuspídea o mitral aguda. Arritmia (fibrilación auricular en mayores de 40 años) Embolización del dispositivo
Respiratorias	Embolia aérea o trombogénica
Anestésicas	Hipercapnia Lesión del plexo braquial
Otras	Reacción alérgica al níquel

verdian y cols. en la Universidad de Utah, Estados Unidos de América, de un severo broncoespasmo secundario a una respuesta alérgica al níquel del dispositivo⁽⁵⁶⁾; perforaciones cardíacas tardías como las reportadas por Preventza y cols. en Nueva York o de Cecconi y cols. en Italia a los 6 y 16 meses de manera respectiva que requirieron cirugía de urgencia^(57,58), o como la reportada por Scholtz y cols., en Alemania, que al colocar el dispositivo en el defecto, el paciente presentaba compromiso de la arteria descendente anterior con cambios electrocardiográficos en DIII y avL por compresión indirecta del disco izquierdo sobre la coronaria, por lo que el dispositivo se removió y se indicó procedimiento quirúrgico para su cierre⁽⁵⁹⁾. Un síndrome poco frecuente pero reportado por Ortega y cols. en España, refieren que el foramen oval (FO) amplió con cortocircuito de derecha a izquierda se asocia con disnea e hipoxemia en bipedestación y tiene mejoría clínica en decúbito; se corrobora con ETE y maniobra de Valsalva cuando observamos el *shunt* derecho-

izquierdo y desaturación arterial integrando el síndrome platipnea-ortodesoxia; desaparece posterior a la inserción del dispositivo^(49,51-53,55,60-66).

CONCLUSIÓN

La técnica anestésica idónea en cada paciente debe garantizar la estabilidad hemodinámica, y con ello, lograr la adecuada colocación del dispositivo por el equipo médico-quirúrgico. Aunque las complicaciones relacionadas con el tratamiento anestésico son poco frecuentes, el anestesiólogo debe estar familiarizado y preparado para tratar las complicaciones inherentes a la inserción de cada tipo de dispositivo y una conversión a cirugía.

Por lo antes expuesto, se deriva que con nuevas técnicas terapéuticas se tendrán nuevas complicaciones y, por ende, se deberán de integrar más grupos multidisciplinarios para la resolución de éstas.

REFERENCIAS

1. Warnes CA, Williams RG, Bashore TM, Child JS, Connolly HM, Dearani JA. ACC/AHA 2008 Guidelines for the management of adults with congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 2008;52:1-121.
2. Campbell M. Natural history of atrial septal defect. *Br Heart J* 1970;32:820-5.
3. Attie F, Rosas M, Granados N, Buendía A, Zabal C, Calderón J. Anatomical closure for atrial septal defect in patients aged over 40 years. A randomized clinical trials. *J Am Coll Cardiol* 2001; 38:2035-42.
4. Bermúdez-Cañete R, Abelleira C, Sánchez I. Cardiopatías congénitas del adulto: procedimientos terapéuticos percutáneos. *Rev Esp Cardiol* 2009;9:75-97.
5. Fuentes-García V, Gerardo-de la Cruz S, Alarcón-Almanza JM, Moyao-García D, Nava-Ocampo AA. Manejo anestésico en niños sometidos al cierre de la comunicación interauricular con el dispositivo Amplatzer. *Rev Mex Pediatr* 2005;72:292-97.
6. Molina-Méndez FJ. Laboratorio de cateterización cardíaca y el anestesiólogo. *Rev Mex Anest* 2007;30:s208-s212.
7. Cannesson M, Earing MG, Collange V, Kersten JR. Anesthesia for non-cardiac surgery in adults with congenital heart disease. *Anesthesiology* 2009;111:432-40.
8. Jones TK, Latson LA, Zahn E, Fleishman CE, Jacobson J, Vincent R, et al. Results of the US multicenter pivotal study of HELEX septal occluder for percutaneous closure of secundum atrial defects. *J Am Coll Cardiol* 2007;49:2215-21.
9. Hickey PR, Wessel DL, Streitz SL, Fox ML, Kern FH, Bridges ND, et al. Transcatheter closure of atrial septal defects: hemodynamic complications and anesthetic management. *Anesth Analg* 1992;74:44-50.
10. Chessa M, Carrozza M, Butera G, Negura D, Piazza I, Giamberti A. The impact of interventional cardiology for the management of adults with congenital heart defects. *Catheter Cardiovasc Interv* 2006;67:258-64.
11. Brickner ME, Hillis D, Lange RA. Congenital heart disease in adults. *N Engl J Med* 2000;242:256-63.
12. Dimopoulos K, Peset A, Gatzoulis MA. Evaluating operability in adults with congenital heart disease and the role of pretreatment with targeted pulmonary arterial hypertension therapy. *Int J Cardiol* 2008;129:163-71.
13. Amin Z. Transcatheter closure of secundum atrial septal defects. *Catheter Cardiovasc Interv* 2006;68:778-87.
14. 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 Intervent* 2000;51:33-41.
15. Rigby M. The era of transcatheter closure of atrial septal defects. *Heart* 1999;81:227-8.
16. Suarez de Lezo J, Medina A, Romero M, Pan M, Segura J, Caballero E, et al. Effectiveness of percutaneous device occlusion for atrial septal defect in adult patients with pulmonary hypertension. *Am Heart J* 2002;144:877-80.
17. Suárez de Lezo J, Medina A, Pan M, Romero M, Segura J, Pavlovic DJ, et al. Transcatheter occlusion of complex atrial septal defects. *Catheter Cardiovasc Intervent* 2000;51:33-41.
18. Rodríguez M, Suárez de Lezo J, Pan M, Romero M, Segura J, Pavlovic DJ y cols. Cierre percutáneo de comunicaciones interauriculares grandes. *Rev Esp Cardiol* 2003;56:888-93.
19. Cao QL, Radtke W, Berger F, Zhu W, Hijazi ZM. 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.
20. Ilkay E, Kacmaz F, Özeke Ö, Turan RS, Firat S, Pampal K, et al. The efficiency and safety of percutaneous closure of secundum atrial septal defects with the Occlutech Figulla device: initial clinical experience. *Türk Kardiyol Dern Ars* 2010;38:189-193.
21. Pac A, Polat TB, Cetin I, Oflaz MB, Balli S. Figulla ASD occluder versus Amplatzer septal occluder: A comparative study on validation of novel device for percutaneous closure of atrial septal defects. *J Intervent Cardiol* 2009;1:1-7.
22. Karamlou T, Diggs BS, Ungerleider RM, McCrindle BW, Welke KF. The rush to atrial septal defect closure: Is the introduction of percutaneous closure driving utilization? *Ann Thorac Surg* 2008;86:1584-91.
23. Krizanec F, Sievert H, Pfeiffer D, Konorza T, Ferrari M, Hijazi Z, et al. The Occlutech Figulla PFO and ASD occluder: A new nitinol wire mesh device for closure of atrial septal defects. *J Invasive Cardiol* 2010;22:182-87.
24. Giardini A, Donti A, Formigari R, Specchia S, Prandstraller D, Bronzetti G. Determinants of cardiopulmonary functional improvement after transcatheter atrial septal defect closure in asymptomatic adults. *J Am Coll Cardiol* 2004;43:1886-91.

25. Bermúdez-Cañete R, Velasco Bayón JM, Herráiz JI, Mullins CE, Acerete F, Díaz García P y cols. Cateterismo terapéutico: cierre percutáneo del ductus y comunicación interauricular. *Rev Esp Cardiol* 1992;45:42-50.
26. Rigatelli G, Cardaioli P, Giordan M, Dell'Avvocata F, Braggion G, Piergentili C. Transcatheter intracardiac echocardiography- assisted closure of interatrial shunts: complications and midterm follow-up. *Echocardiography* 2009;26:196-202.
27. Pan M, Suárez de Lezo J, Medina A, Romero M, Segura J, Mesa D. Tratamiento percutáneo de los aneurismas del septo interauricular. *Rev Esp Cardiol* 2005;58:222-6.
28. Rao PS, Langhough R. Relationship of echocardiographic, shunt flow, and angiographic size to the stretched diameter of the atrial septal defect. *Am Heart J* 1991;122:505-8.
29. Hernández F, García-Tejada J, Velázquez M, Albarrán A, Andreu J, Tascón J. Ecocardiografía intracardíaca en el cierre percutáneo de defectos del septo interauricular en adultos. *Rev Esp Cardiol* 2008;61:465-70.
30. Amin Z. Transcatheter closure of secundum atrial septal defects. *Catheter Cardiovasc Interv* 2006;68:778-87.
31. Hijazi Z, Wang Z, Cao Q, Koening P, Waight D, Lang R. Transcatheter closure of atrial septal defects and patent foramen ovale under intracardiac echocardiographic guidance: feasibility and comparison with transesophageal echocardiography. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001;52:194-9.
32. Rigatelli G, Cardaioli P, Braggion G, Aggio S, Giordan M, Magro B, et al. Transesophageal echocardiography and intracardiac echocardiography differently predict potential technical challenges or failures of interatrial shunts catheter-based closure. *J Intervent Cardiol* 2007;20:77-81.
33. Pearson AC, Nagelhout D, Castello R, Gómez CR, Labovitz AJ. Atrial septal aneurysm and stroke: a transesophageal echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1991;18:1223-9.
34. Dalvi BV, Pinto RJ, Gupta A. New technique for device closure of large atrial septal defects. *Catheter Cardiovasc Interv* 2005;64:102-7.
35. Berdat PA, Chatterjee T, Pfammatter JP, Windecker S, Meier B, Carrel T. Surgical management of complications after transcatheter closure of an atrial septal defect or patent foramen ovale. *T J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;120:1034-9.
36. Chessa M, Carminati M, Butera G, Bini RM, Drago M, Rosti L. Early and late complications associated with transcatheter occlusion of secundum atrial septal defect. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:1061-5.
37. Konstantinides S, Geibel A, Olschewski M, Gornandt L, Roskamm H, Spillner G, et al. A comparison of surgical and medical therapy for atrial septal defect in adults. *N Engl J Med* 1995;333:469-73.
38. Du ZD, Hijazi Z, Kleinman C, Silverman N, Larntz K, for the Amplatzer investigators. Comparison between transcatheter and surgical closure of secundum atrial septal defect in children and adults. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:1836-44.
39. Dave KS, Pakrashi BC, Wooler GH, Ionescu MI. Atrial septal defect in adults: clinical and hemodynamic results of surgery. *Am J Cardiol* 1978;31:7-13.
40. Gatzoulis MA, Freeman MA, Samuel CS, Web GD, Harris L. Atrial arrhythmia after surgical closure of atrial septal defects in adults. *N Engl J Med* 1999;340:839-46.
41. Zabala AJL, García E, Zunzunegui Martínez JL, Maroto Álvaro E, Maroto MC, Greco R, et al. Cierre percutáneo de la comunicación interauricular: resultados a medio plazo. *Rev Esp Cardiol* 2000;53:21-6.
42. Hopkins WE, Ochoa LL, Richardson GW, Trulock EP. Comparison of the hemodynamics and survival of adults with severe primary pulmonary hypertension or Eisenmenger syndrome. *J Heart Lung Transplant* 1996;15:100-5.
43. Balint OH, Samman A, Haberer K, Tobe L, McLaughlin P, Siu SC, et al. Outcomes in patients with pulmonary hypertension undergoing percutaneous atrial septal defect closure. *Heart* 2008;94:1189-93.
44. Mashman WE, King SB, Jacobs WC, Ballard WL. Two cases of late embolization of Amplatzer septal occluder devices to the pulmonary artery following closure of secundum atrial defects. *Catheter Cardiovasc Interv* 2005;65:588-92.
45. Chessa M, Carminati M, Butera G, Bini RM, Drago M, Rosti L, et al. Early and late complications associated with transcatheter occlusion of secundum atrial septal defect. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:1061-5.
46. Krumsdorf U, Ostermayer S, Billinger K, Trepels T. Incidence and clinical course of thrombus formation on atrial septal defect and patent foramen ovale closure devices in 1,000 consecutive patients. *J Am Coll Cardiol* 2004;21:302-9.
47. Ourania P, Sridhar S, Wasnick J, Gold JP. Late cardiac perforation following transcatheter atrial septal defect closure. *Ann Thorac Surg* 2004;77:1435-7.
48. Trepels T, Zeplin H, Sievert H, Billinger K. Cardiac perforation following transcatheter PFO closure. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003;58:111-3.
49. Mesa D, Franco M, Suárez de Lezo J, Muñoz J, Rus C, Delgado M y cols. Prevalencia de foramen oval permeable en pacientes jóvenes con accidente isquémico cerebral de causa desconocida. *Rev Esp Cardiol* 2003;56:662-8.
50. Overell JR, Bone I, Lees KR. Interatrial septal abnormalities and stroke: a meta-analysis of case-control studies. *Neurology* 2000;55:1172-9.
51. Hara H, Virmani R, Ladich E, Mackey-Bojack S, Titus J, Reisman M, et al. Patent foramen ovale: current pathology, pathophysiology and clinical status. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:1768-76.
52. De Castro S, Cartonni D, Fiorelli M, Rasura M, Anzini A, Zanette EM, et al. Morphological and functional characteristics of patent foramen ovale and their embolic implications. *Stroke* 2000;31:2407-13.
53. Nedeltchev K, Arnold M, Wahl A, Sturzenegger M, Vella EE, Windecker S, et al. Outcome of patients with cryptogenic stroke and patent foramen ovale. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002;72:347-50.
54. Bialkowski J, Kusa J, Szkutnik M, Kalarus Z, Banaszak P, Bermudez-Canete R y cols. Cierre percutáneo de la comunicación interauricular. Resultados a corto y mediano plazo. *Rev Esp Cardiol* 2003;56:383-8.
55. Schwerzmann M, Windecker S, Wahl A, Mehta H, Nedeltchev K, Mattle H, et al. Percutaneous closure of patent foramen ovale: impact of device design on safety and efficacy. *Heart* 2004;90:186-90.
56. Khodaverdian RA, Jonez KW. Metal allergy to Amplatzer occluder device presented as severe bronchospasm. *Ann Thorac Surg* 2009;88:2021-2.
57. Preventza O, Sampath-Kumar S, Wasnick J, Gold JP. Late perforation following transcatheter atrial septal defect closure. *Ann Thorac Surg* 2004;77:1435-7.
58. Cecconi M, Quarti A, Bianchini F, Bucari S, Constantini C, Giovagnoni A, et al. Late cardiac perforation after transcatheter closure of patent foramen ovale. *Ann Thorac Surg* 2006;81:29-30.
59. Scholtz W, Jategaonkar S, Faber L, Horstkotte D. Unusual complication with transcatheter closure of an atrial septal defect prevented by adequate imaging. *Circulation* 2008;117:181-183.
60. Ortega TJR, Suárez de Lezo HTJ, García QA, Melián NF, Rodríguez DR, Medina FAA. Cierre percutáneo de foramen oval permeable en el síndrome platipnea-ortodesoxia. *Rev Esp Cardiol* 2006;59:78-81.
61. Seward JB, Hayes DL, Smith HC, Williams DE, Rosenow EC 3rd, Reeder GS, et al. Platypnea-orthodeoxia: clinical profile diagnostic workup, management and report of seven cases. *Mayo Clin Proc* 1994;59:221-31.
62. Sorrentino M, Resnekov L. Patent foramen ovale associated with platypnea and orthodeoxia. *Chest*. 1991; 100:1157-8.
63. Timmermans C, Frans E, Herregods C, Decramer M, Daenen W, De-Geest H. Platypnea-orthodeoxia syndrome: a report of two cases. *Acta Cardiol*. 1993;6:583-90.
64. Guerin P, Lambert V, Godart F, Legendre A, Petit J, Bourlon F, et al. Transcatheter closure of patent foramen ovale in patients with platypnea-orthodeoxia: results of a Multicentric French Registry. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2005;28:164-8.
65. Khairy P, O'Donnell CP, Landzberg MJ. Transcatheter closure *versus* medical therapy of patent foramen ovale and presumed paradoxical thromboembolism: a systematic review. *Ann Intern Med* 2003;139:753-60.
66. Mas JL, Arquizan C, Lamy C, Zuber M, Cabanes L, Derumeaux G, et al. Recurrent cerebrovascular events associated with patent foramen ovale, atrial septal aneurysm, or both. *N Engl J Med* 2001;345:1740-6.