



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

División de Estudios de Posgrado e Investigación

CENTRO MEDICO NACIONAL 20 DE NOVIEMBRE

I.S.S.S.T.E

**“EXPERIENCIA DEL CENTRO MEDICO NACIONAL 20 DE
NOVIEMBRE EN LA IMPLANTACION DE OCLUSORES
AMPLATZER PARA EL CIERRE DE LA COMUNICACIÓN
INTERAURICULAR OSTIUM SECUNDUM”**

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE:

CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA

PRESENTA: DR.DANIEL CHI ARGUELLES

ASESOR DE TESIS: DR.R. ALEJANDRO FLORES ARIZMENDI.

MÉXICO D.F. ENERO 2013

NÚMERO DE REGISTRO: 422.2012



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA:

Con profundo amor dedico

Este proyecto a:

*Dios, por permitirme estar
en el lugar perfecto, en el momento correcto.*

*A mis padres y hermanos, por su incondicional
y continuo apoyo.*

A mi esposa e hijos, por ser el motor de este proyecto.

*A mis maestros, por creer en mí, por su paciencia y
sus conocimientos.*

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
División de Estudios de Posgrado e Investigación
CENTRO MEDICO NACIONAL 20 DE NOVIEMBRE
I.S.S.S.T.E

AUTORIZACIÓN

DRA. AURA A. ERAZO VALLE SOLÍS
SUBDIRECTOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
DEL C.M.N. 20 DE NOVIEMBRE I.S.S.S.T.E

DR. ANTONIO SALGADO SANDOVAL
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE CARDIOLOGÍA
PEDIÁTRICA

DR. R. ALEJANDRO FLORES ARIZMENDI
ASESOR DE TESIS

DR. DANIEL CHI ARGUELLES
MEDICO RESIDENTE DE SUBESPECIALIDAD EN CARDIOLOGÍA
PEDIÁTRICA

ÍNDICE

PÁGINAS

ÍNDICE.....	4
RESUMEN.....	5
RESUTALDOS.....	6
CONCLUSIONES.....	7
MARCO TEORICO.....	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
JUSTIFICACION.....	15
OBJETIVOS.....	16
CRITERIOS DE INCLUSION.....	17
RESULTADOS.....	20
DISCUSION.....	24
CONCLUSIONES	25
BIBLIOGRAFIA	26

RESUMEN

ANTECEDENTES: La comunicación interauricular ostium secundum (CIA OS) es una de las cardiopatías congénitas (CC) más frecuentes en el país, tiene una prevalencia entre el 6 y 10% de todas las CC. Los pacientes con cortocircuito de izquierda a derecha a través de una CIA con relación de flujo pulmonar y flujo sistémico (Qp/ Qs) mayor de 1.5:1, son candidatos a cierre.

OBJETIVO: Conocer la experiencia del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre ISSSTE, en la implantación de oclusores Amplatzer, ASO® para el cierre de CIA OS, considerando el total de pacientes que han sido llevados a sala de hemodinámica para intento del cierre percutáneo, y determinar cuáles han sido las complicaciones.

MÉTODO: Estudio retrolectivo, descriptivo en el que se analizaron 147 expedientes del servicio de Cardiología Pediátrica del CMN 20 de Noviembre de pacientes candidatos a cierre percutáneo de CIA. atendidos entre Abril del 2004 y Julio del 2011.

RESULTADOS:

Los pacientes contaban con una edad de 2-40 años (mediana: 8 años), peso de 12- 75kg (promedio:33.2 kg), talla de 91- 193cm (promedio: 131cm) y tamaño de la CIA por ecocardiograma transtoracico (ETT) de 6- 32 mm (promedio:15.4 mm). Durante el cateterismo, se obtuvo éxito inmediato en 131 pacientes, fallo en la implantación en 16 pacientes, complicaciones graves en 3 pacientes, y 11 pacientes tuvieron complicaciones menores, el factor común en esta población es una anatomía limítrofe o no favorable para el cierre percutáneo. No existió mortalidad en el periodo comentado.

CONCLUSIONES:

En nuestro centro el cierre de la CIA OS tuvo una intensidad de tratar de 89% en el periodo comprendido del año 2004- 2011, por tanto 131 pacientes de 147 egresaron con la CIA OS cerrada. Las complicaciones mayores se resolvieron con ayuda de cirugía cardiovascular, no existió mortalidad en el periodo de tiempo estudiado. El estudio anatómico de la lesión es importante a fin de seleccionar adecuadamente al paciente candidato a cierre percutáneo y minimizar fracasos en el procedimiento.

MARCO TEORICO

La comunicación interauricular es considerada como todo orificio localizado en el tabique interauricular capaz de establecer un cortocircuito izquierda- derecha entre las cavidades auriculares. Estos defectos pueden estar localizados en cualquier sitio del tabique interauricular, por lo que se clasifican según el sitio anatómico del defecto; septum primum, seno venoso, seno coronario, aurícula común y ostium secundum. Siendo el más frecuente en la región del ostium secundum hasta en un 80%.¹⁻⁴

Es más frecuente en el sexo femenino, con una proporción de 2:1. Representa alrededor del 7% del total de cardiopatías congénitas en diferentes series.⁵ En nuestro centro hospitalario se cierran acorde a antecedentes históricos de expedientes médicos 15-20 casos por año de CIAOS por vía percutánea a partir del año 2004.

CIA TIPO OSTIUM SECUNDUM

Estas comunicaciones son de diámetro muy variable y se localizan en la región de la fosa oval. La dirección del cortocircuito es de izquierda- derecha y su magnitud está determinada por el tamaño del defecto y la distensibilidad relativa de los ventrículos derecho e izquierdo. La magnitud del cortocircuito se refleja en el grado de aumento del tamaño

cardiaco. Las cavidades derechas, la válvula tricúspide, el tronco y las ramas de la arteria pulmonar están dilatados por el flujo aumentado que reciben, por otra parte, cuando la CIA es grande, el ventrículo izquierdo y la aorta parecen ligeramente hipo desarrollados.⁶

HISTORIA NATURAL

Hay que tener en cuenta que las comunicaciones interauriculares pueden tener cierre espontáneo.⁷ Según el estudio de Radzik en niños menores de tres meses cuando los defectos medían entre 3-5 mm de diámetro, se cerraban en 87% de los pacientes; cuando estaban entre 5-8 mm se cerraban en 80%, y cuando medían más de 8 mm de diámetro, no se cerraban.⁸

Las tasas de mortalidad son bajas en las dos primeras décadas (0.6-0.7% anual).⁹ En los decenios sucesivos se elevan de 2.7, 4.5, 5.4 y 7.5% por año. 10 Una cuarta parte de los pacientes fallecen poco antes de los 27 años, a los 50 años un tercio y el 90% de los pacientes fallece a los 60 años. La mediana de edad de muerte es 37 años. Estos pacientes suelen desarrollar hipertensión arterial pulmonar severa definida como una presión media de la arteria pulmonar en reposo mayor a 45mmhg conforme avanza la edad.^{10,11}

La sospecha diagnóstica de esta patología es clínica y se corrobora con métodos auxiliares como el electrocardiograma, radiografía de tórax y ecocardiografía.^{12,13} La ecocardiografía transesofágica es actualmente el método considerado estándar de oro para el diagnóstico de los defectos septales incluidos la CIA.¹⁴

TRATAMIENTO

Desde la década de 1950 el cierre quirúrgico era la única alternativa de tipo curativo que se podía ofrecer a estos pacientes. En 1976 King y Mills reportaron el primer cierre percutáneo de la CIA en seres humanos.¹⁵ Desde entonces, han surgido múltiples dispositivos con grados variables de éxito y también con distintos grados de limitaciones, desventajas y complicaciones habitualmente en pacientes asintomáticos. A partir de esa década, los investigadores han estado buscando mejorar los dispositivos. A pesar de que una serie de dispositivos han sido sometidos a investigación, el dispositivo ideal no existe.¹⁶

Durante varias décadas, el cierre quirúrgico ha sido considerado el método estándar de oro para la reparación de la CIAOS. Con una alta tasa de éxito, baja morbilidad y buenos resultados a largo plazo, dicha técnica requiere de abordaje por esternotomía

media y derivación cardiopulmonar, que pueden resultar en una variedad de complicaciones. Recientemente el cierre percutáneo de la CIAOS se ha convertido en una alternativa al cierre quirúrgico. La colocación de un dispositivo para CIAOS ha demostrado ser tan eficaz como la cirugía, representando una técnica menos cruenta, concomitante con una estancia hospitalaria menor a 2 días, y acorde algunos autores un menor costo.¹⁷

Los gastos hospitalarios varían dependiendo del lugar, experiencia del equipo intervencionista e institución donde se realice el procedimiento, algunos centros como el Duke University Medical Center en E.U.A., han reportado un menor costo de hasta de un 45% comparado con la cirugía, considerando los gastos requeridos por la terapia intensiva, días de estancia], ventilación mecánica, laboratorios y estudios de imagen entre otros. Este no es el caso de algunos países subdesarrollados como Guatemala, donde el cierre quirúrgico sigue siendo hasta 31% más económico que el cierre percutáneo. Parece ser que la tasa de éxito del cierre percutáneo es proporcional a la infraestructura y a la experiencia del equipo intervencionista con que se cuente.^{18, 19}

En los últimos 20 años, la tecnología ha provisto diferentes tipos

de dispositivos; sin embargo, ninguno de ellos ha sido el ideal para todos los tipos, formas y tamaños de defectos.²⁰

Cabe mencionar que es muy importante una selección precisa del paciente, la identificación del tamaño y la morfología de la CIA-OS para proporcionar al médico estos detalles durante la implantación.²¹

INDICACIONES PARA EL CIERRE PERCUTANEO DE LA CIAOS CON DISPOSITIVO:

Se encuentra indicado para los pacientes con comunicación interauricular tipo ostium secundum corroborado por ecocardiografía y evidencia clínica de sobrecarga ventricular derecha, cortocircuito izquierda-derecha con relación de flujo pulmonar/flujo sistémico ($Q_p/Q_s=1.5:1$) o hipertrofia del ventrículo derecho.²²

DISPOSITIVO

Amplatzer Septal Occluder ASO®

El dispositivo ASO (creado en USA) está construido de una aleación de nitinol y titano, mas parches de poliestileno consta de dos discos unidos en un cuerpo único auto-expandible con memoria térmica. El mayor de los dos discos es desplegado en el lado de la aurícula izquierda del tabique auricular con el disco

más pequeño en el lado de la aurícula derecha y en el centro queda colocado el stent en el defecto. El diseño del dispositivo produce un auto-centrado en el defecto del tabique.

Tiene las ventajas de ser un dispositivo con un sistema de colocación y liberación sencillo, recolocación y reposicionamiento o incluso extracción sin que el dispositivo sufra daños y que tiene la ventaja sobre otros de que puede ocluir defectos hasta de 40 mm. En la actualidad, podemos decir que con este dispositivo se pueden tratar por vía percutánea 90% de las CIAOS.²⁰ La preocupación principal con este dispositivo consiste en los pocos casos reportados de erosión de la raíz aórtica con fístulas hacia los atrios, del techo de los atrios, con el consiguiente taponamiento cardiaco y posible muerte. Este hecho se ha relacionado con el uso de dispositivos con diámetro mayor al tamaño del defecto, por lo que se recomienda no sobredimensionar excesivamente los dispositivos.^{21,22} Masura y cols.²¹ han reportado tasas de efectividad del 98% al sexto mes demostrado por ecocardiografía transesofágica, definiéndola como la ausencia de corto circuito residual o si existiera este defecto deberá ser igual o menor a 2mm, mientras que Fischer y cols.²⁴ reportan tasas de efectividad del 94% al sexto mes. La implantación de este

dispositivo requiere de tener al menos de 5mm de borde a 360° de tejido circundante con defectos menores de 40mm. ²⁵

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

En la literatura médica se ha informado el uso de diversos tipos de ocluidores percutáneos para el tratamiento de la comunicación interauricular tipo ostium secundum (CIAOS). En nuestra institución a partir del año 2004 se ha utilizado el dispositivo Amplatzer Septal Occluder (ASO) para el cierre de esta cardiopatía congénita con buenos resultados. La implantación de estos dispositivos presenta dificultades técnicas que propician morbilidad y en ocasiones mortalidad, ambas relacionadas con la implantación. Estas complicaciones que se presentan durante la implantación del dispositivo se reportan poco en la literatura médica y en nuestra institución no se ha hecho un análisis de la casuística en el servicio de hemodinamia, por lo que planteamos la siguiente pregunta de investigación.

PREGUNTA DE INVESTIGACION:

¿Cuál es la experiencia del servicio de hemodinamia del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre en la implantación de dispositivos ASO® para el cierre de la Comunicación Interauricular Ostium secundum?

JUSTIFICACIÓN:

Desde el año 2004 el cierre percutáneo de la CIAOS con el ASO® se ha realizado exitosamente en esta institución como una opción no quirúrgica de cierre. Diferentes complicaciones para la implantación de estos oclusores han sido reportados en la literatura médica, sin embargo es de llamar la atención que la literatura suele reportar éxitos, pero no se menciona el número de casos tratados. Consideramos que al conocer las complicaciones que se presentan durante el proceso de implantación de los dispositivos, se obtendrá información necesaria para hacer una mejor selección de pacientes candidatos al cierre percutáneo de CIAOS, mejorando así la eficacia del servicio para el tratamiento de esta cardiopatía congénita y consecuentemente para mejorar la atención del derechohabiente.

OBJETIVOS:

GENERAL:

Conocer la experiencia de la implantación de oclusores ASO® para el cierre de la comunicación interauricular ostium secundum, considerando el total de pacientes que han sido llevados a sala de hemodinámica para intento del cierre percutáneo.

ESPECÍFICOS:

1. Conocer el número total de pacientes que han sido llevados a sala de hemodinámica para cierre percutáneo con ASO®.
2. Conocer las complicaciones técnicas en la implantación del ASO®.
3. Conocer las causas de fracaso en la implantación del ASO®.
4. Comparar las complicaciones y morbilidad relacionada con el proceso de implantación del ASO®. Con las informadas en la literatura médica. Inmediatas y a mediano plazo.
5. Conocer la frecuencia de embolización del dispositivo ASO® inmediata y 30 días.

POBLACIÓN

Incluimos a todos los pacientes atendidos en el servicio de Cardiología pediátrica en un periodo de 8 años (Abril del 2004-Julio del 2011) que cumplieran con los criterios de inclusión, para determinar la frecuencia real de complicaciones de los casos a tratar. El servicio de cardiología pediátrica del CMN 20 de noviembre ISSSTE atiende a pacientes portadores de cardiopatías congénitas independientemente de la edad.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

Pacientes sometidos a cierre percutáneo de la CIAOS por el servicio de hemodinámica en el CMN 20 de Noviembre, del periodo de tiempo ya mencionado.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

Pacientes con información incompleta en el expediente clínico.

DEFINICIÓN DE VARIABLES Y UNIDADES DE MEDIDA.

Edad:

Tiempo transcurrido desde el nacimiento. (Cuantitativa expresada en años)

Sexo:

Característica morfológica que identifica a las personas como hombre y mujer (Nominal)

Peso:

Masa corporal expresada en kilogramos (Cuantitativa)

Talla:

Longitud del cuerpo humano desde la planta de los pies hasta la coronilla de la cabeza. (Cuantitativa expresada en centímetros)

Embolización:

Desplazamiento total del dispositivo fuera del sitio de implantación.

Luxación:

Desplazamiento parcial del dispositivo en el sitio de implantación.

Perforación:

Rotura o ulceración de las paredes de las estructuras cardiacas.

Arritmias:

Irregularidad en las contracciones del corazón secundaria y/o relacionada con el dispositivo.

Hemopericardio:

Presencia de sangre en la cavidad pericardica secundaria a perforación de alguna estructura cardiaca.

Presentación perpendicular:

Posición del dispositivo sobre los bordes del defecto que impide el correcto auto centrado.

Mala Anatomía:

Presencia de bordes hacia vena cava superior, vena cava inferior, válvulas AV, y retro-aórtico menores de 5mm, o de falta de rigidez de los mismos para sostener el ASO.

Complicación menor:

Acontecimiento desfavorable que se auto limita o se revierte sin poner en peligro la vida del paciente.

Complicación mayor:

Acontecimiento desfavorable que pone en peligro la vida del paciente si no se trata al momento del diagnóstico.

Muerte:

Perdida vida documentada por ausencia de signos vitales y corroborados en al menos 2 momentos con 20 minutos de diferencia.

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Utilizamos el programa estadístico SPSS 20.0 para Windows. Para el análisis descriptivo medidas de tendencia central y de dispersión. De acuerdo a los casos totales atendidos en el servicio de Cardiología Pediátrica. Para las variables continuas se utilizó el método de Pearson y para las variables nominales el método de Spearman.

RESULTADOS

Se revisaron un total de 147 expedientes, del periodo comprendido de Abril de 2004 a Julio de 2011, de pacientes candidatos a cierre percutáneo del comunicación interauricular.

Grafica 1. Total de pacientes a tratar.

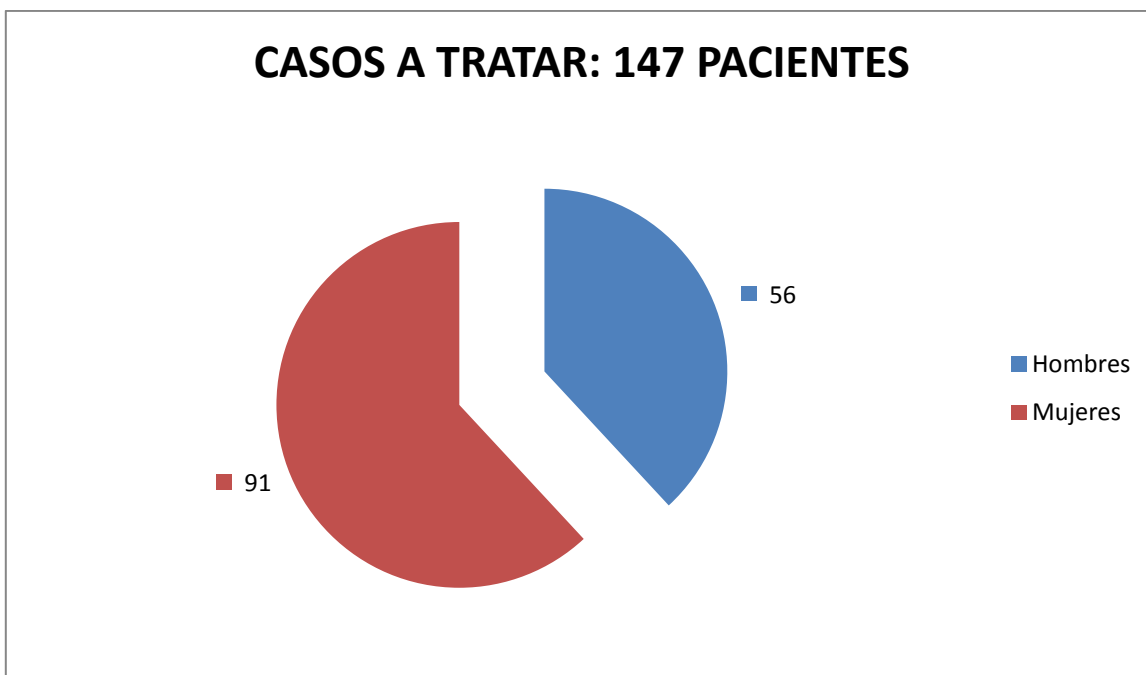
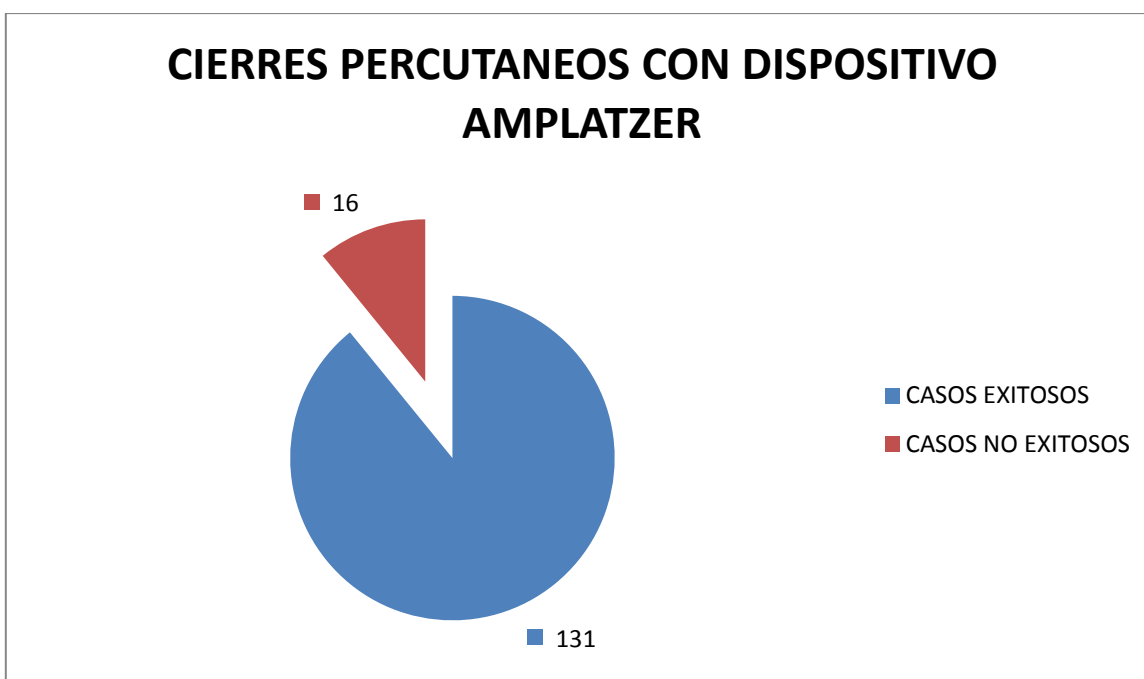


Tabla 1. Características demográficas de los pacientes.

Característica	Rango	Mediana o Promedio
Edad	2-40 años	8 años
Peso	12- 75 kg	32.2 kg
Talla	91- 193 cm	131 cm
Diámetro CIA	6- 32 mm	15.4 mm

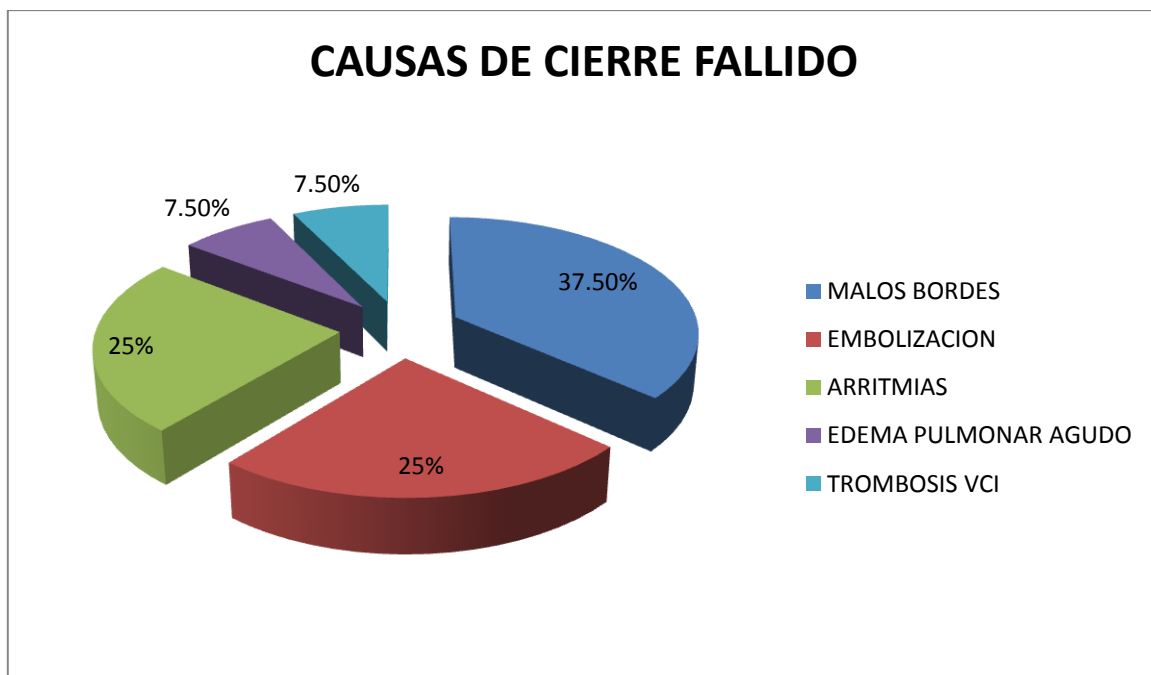
Durante el cateterismo cardiaco en nuestro centro, los dispositivos no se implantaron en 16 pacientes de los 147 casos a tratar debido a múltiples causas. Grafico 1

Gráfico 1



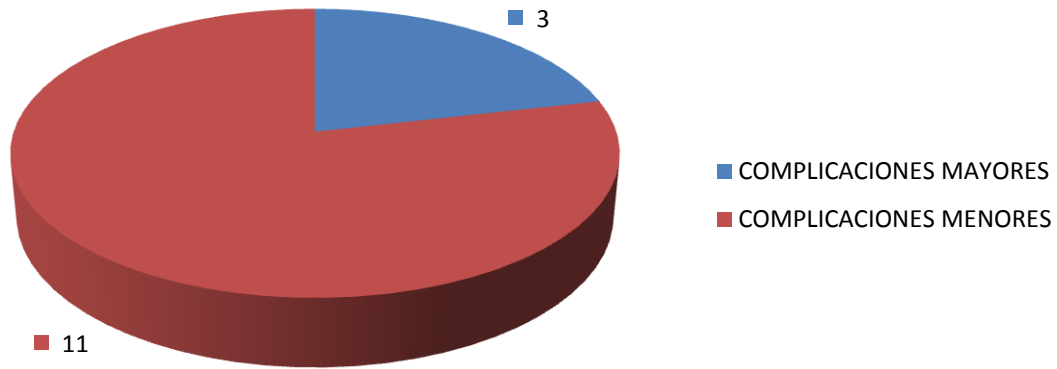
Cifras absolutas de éxito y fracaso en el cierre percutáneo.

La mala anatomía de bordes se encontró en 6 pacientes (37.5%) siendo la causa más frecuente de fallo, la embolización no controlada del dispositivo ocurrió en 4 pacientes (25%) y las arritmias en 4 pacientes (25%), mientras que el (15.5%) restante se le atribuyen a un caso de edema agudo pulmonar y un caso de trombosis de vena cava inferior.



Las complicaciones mayores relacionadas con el procedimiento (embolización no controlada) se produjeron en tres casos.

COMPLICACIONES TRANSCATETERISMO



Los tres casos complicados fueron manejado con extracción quirúrgica urgente en 2 de ellos y un caso fue posible la recuperación del ASO con técnica de lazo en sala de hemodinámica.

DISCUSIÓN:

Al comparar la literatura con nuestros resultados, encontramos menor porcentaje de éxitos, algunas publicaciones solo mencionan los casos exitosamente cerrados, minimizando la intención a tratar o presencia de complicaciones mayores. Nuestros resultados no obstante, alientan a continuar con esta opción no quirúrgica en el tratamiento de CIA OS así como considerar las diversas herramientas diagnósticas de imagen a fin de perfeccionar la selección del paciente candidato a cierre, minimizando con ello la probabilidad de fracaso o complicación. El dispositivo ASO ha venido a minimizar las tasas de complicaciones que en algún momento del desarrollo de los oclusores llegó a ser hasta del 35%. El CMN 20 de Noviembre atiende a población habitualmente cautiva (hijos de profesores y trabajadores al servicio de estado), cuyo patrón de derechohabencia es mayor a los 11 millones y que representan el 10% de la población mexicana, siendo nuestro hospital el único que ofrece corrección quirúrgica y no quirúrgica de cardiopatía congénita simple o compleja. El cierre percutáneo de CIA OS es factible por la técnica percutánea, permite dejar tiempos quirúrgicos para el manejo quirúrgico de cardiopatías graves.

CONCLUSIONES:

El cierre percutáneo de CIA OS es factible por la técnica percutánea. La intención a tratar en la muestra que incluye a todos los pacientes desde que se inicio el manejo percutáneo en nuestro centro medico reporta resultados alentadores; la selección de pacientes e identificación de pacientes con anatomías limítrofes o carentes de bordes debe de estimularse a fin de minimizar los fracasos y complicaciones.

BIBLIOGRAFIA

1. Pac A, Polat TB, Cetin I, Mehmet BO, Sevket B. Figulla ASD Occluder versus Amplatzer Septal Occluder: A Comparative Study on Validation of a Novel Device for Percutaneous Closure of Atrial Septal Defects. *J Interven Cardiol* 2009; 1–7.
2. Evan MZ, Wilson N, Cutright W, Latson LA. Development and Testing of the Helex Septal Occluder: A New Expanded Polytetrafluoroethylene Atrial Septal Defect Occlusion System. *Circulation*. 2001; 104: 711-716.
3. Rashkind WJ. Interventional cardiac catheterization in congenital heart disease. *Int J Cardiol* 1985; 7:1-11.
4. Keith JD. Atrial septal defect: ostium secundum, ostium primum, and atrioventricularis communis (common AV canal). In: Keith JD, Rowe RD, Vlad P. editors. *Heart disease in infancy and childhood*. third ed NY: Macmillan Publizshin Co, 1978; 380-404.
5. Benson LN, Freedom RM. Atrial septal defect. In: Freedom RM, Benson LN, Smallhorn JF. editors *London: Springer Verlag*, 1992; 1633-1643.

6. Hagen PT, Scholz DG, Edwards WD. Incidence and size of patent foramen ovale during the first 10 decades of life: an autopsy study of 965 normal hearts. *May Clin Proc* 1984; 59:17-20.
7. Seib GA. Incidence of the patent foramen ovale cordis in adult American whites and American negroes. *Am J Anat* 1934; 55: 511-525.
8. Pagtakham RD, Hartmann AF, Goldring D, Kissane J. The valve incompetent foramen ovale. *J Pediatr* 1967; 71:848-854.
9. Sweeney LJ, Rosenquist GC. The normal anatomy of the atrial septum in the human heart. *Am Heart J* 1979; 98:194-199.
10. Keith JD, Forsyth CC. Auricular septal defects in children. *J Pediatr* 1951; 38:172.
11. Zamanian RT, Haddad F, Doyle RL. Management strategies for patients with pulmonary hypertension in the intensive care unit. *Crit Care Med* 2007; 35: 2037-2050.

12. Perloff JK. Atrial septal defect. In: The clinical recognition of congenital heart disease. 4th ed. Philadelphia: Saunders; 1994; 67:272-308.
13. Campbell M .Natural history of atrial septal defect. Br Heart J 1970;32:820-826.
14. Balu V, John MS, Raman KK. Transesophageal Echocardiography for Device Closure of Atrial Septal Defects Case Selection, Planning, and Procedural Guidance. J. Am. Coll. Cardiol. 2009;2:1238-1242.
15. King TD, Thompson SL, Steine CR, Mills NL. Secundum atrial septal defects: nonoperative closure during cardiac catheterization. JAMA 1976; 235:2506–2509.
16. Das GS, Voss G, Jarvis G. Experimental atrial septal defect closure with a new, transcatheter, self-centering device. Circulation. 1993; 88:1754 –1764.
17. Hughes ML, Marskell G, Goh TH, Wilkinson JL. Prospective comparison of costs and short term health outcomes of surgical versus device closure of atrial septal defect in children. Heart 2002; 88:67–70.

18. Alexander RO, Gary DW. Percutaneous Patent Foramen Oval/ Atrial Septal Defect Closure: Just Because We Can? *Ann Thorac Surg* 2009; 88:1386-1387.

19. Baker SS. Cost implications of closure of atrial septal defect. *Catheterization and Cardiovascular Intervention* 2001; 55: 53-87.

20. Butera G, Romagnoli E, Carminati M. Treatment of isolated secundum atrial septal defects: Impact of age and defect morphology in 1,013 consecutive patients. *Am Heart J* 2008; 156:706-712.

21. Masura J, Gavora P, Podnar T. Long-Term outcome of transcatheter secundum- type atrial septal defect closure using Amplatzer septal occluders. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005;45:505-507.

22. Allen DE, Jacky J, Erica S, Carl O, Scott L, John C, et al. Community Use of the Amplatzer Atrial Septal Defect Occluder: Results of the Multicenter MAGIC Atrial Septal Defect Study. *Pediatr Cardiol* 2009; 30: 240- 247.

23. Amin Z, Hijazi ZM, Bass JL. Erosion of Amplatzer septal occluder device after closure of secundum atrial septal defects: review of registry of complications and recommendations to minimize future risk. *Catheter Cardiovasc Interv* 2004; 63:496–502.

24. 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 center study in 236 consecutive patients. *Heart* 2003; 89:199 – 204.

25. Halabi A, Hijazi ZM. A new device to close secundum atrial septal defects: First clinical use to close multiple defects in a child. *Catheter Cardiovasc Interv* 2008; 71:853–856.

26. Krizanic 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;22:182–187.

27. Jones TK, Latson LA, Zahn E, MD, Fleishman CE, Jacobson J, Vincent R, et al. Results of the U.S. Multicenter

Pivotal Study of the Helex septal occluder for percutaneous closure of secundum atrial septal defects. JACC 2007;49:1-7.