



FACULTADE DE MEDICINA
E ODONTOLOXÍA

Traballo de fin de grao

Resultados no tratamento percutáneo fronte ao cirúrxico na comunicación interauricular en poboación pediátrica. Unha revisión sistemática

Resultados en el tratamiento percutáneo frente al quirúrgico en la comunicación interauricular en población pediátrica. Una revisión sistemática

Results in percutaneous versus surgical treatment of atrial septal defect in pediatric population. A systematic review

Autora: María Rodríguez Méndez

Tutora: Ana Concheiro Guisán

Cotutora: Luisa García-Cuenllas Álvarez

Departamento: Ciencias Forenses,
Anatomía Patológica, Obstetricia y
Ginecología y Pediatría

Xuño 2024

Trabajo de Fin de Grao presentado en la Facultad de Medicina y Odontología de la
Universidad de Santiago de Compostela para la obtención del Grao en Medicina

ÍNDICE

<i>ÍNDICE</i>	3
<i>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</i>	4
<i>ÍNDICE DE TABLAS</i>	4
<i>RESUMEN</i>	5
<i>RESUMO</i>	6
<i>ABSTRACT</i>	7
<i>ÍNDICE DE ABREVIATURAS</i>	8
<i>INTRODUCCIÓN</i>	9
ETIOLOGÍA.....	9
EMBRIOLOGÍA	9
CLASIFICACIÓN	10
FISIOPATOLOGÍA.....	11
HISTORIA NATURAL.....	12
DIAGNÓSTICO	13
TRATAMIENTO	15
TRATAMIENTO PERCUTÁNEO	15
TRATAMIENTO QUIRÚRGICO.....	16
COMPLICACIONES	17
<i>OBJETIVOS</i>	19
<i>MATERIAL Y MÉTODOS</i>	20
DISEÑO DEL ESTUDIO.....	20
CRITERIOS DE SELECCIÓN	20
ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	21
SELECCIÓN DE ESTUDIOS.....	22
EVALUACIÓN DEL RIESGO DE SESGO	23
<i>RESULTADOS</i>	24
<i>DISCUSIÓN</i>	32
<i>CONCLUSIONES</i>	39
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	40

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. FOP y tipos de CIA	11
Ilustración 2. Fisiopatología de la CIA	12
Ilustración 3. ECG con crecimiento de cavidades derechas y patrón de bloqueo incompleto de rama derecha	14
Ilustración 4. Ecografía 2D y Doppler en plano subcostal.....	14
Ilustración 5. Ecografía 2D y Doppler en plano apical.....	15
Ilustración 6. Diagrama Prisma	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pregunta PICO.....	21
Tabla 2. Características de los pacientes incluidos.....	24
Tabla 3. Tratamiento percutáneo frente al quirúrgico en la CIA en población pediátrica	26

RESUMEN

Introducción: la comunicación interauricular (CIA) es una solución de continuidad entre ambas aurículas. Representa el 10-15% de todas las cardiopatías congénitas y es más frecuente en mujeres (2:1), siendo la mayoría de los casos esporádicos y aislados. Puede producir un cortocircuito con repercusión hemodinámica en algunos casos, lo que indica su intervención. Para reparar el defecto se contempla el cierre percutáneo mediante dispositivo o el cierre quirúrgico. Actualmente ambas opciones se consideran válidas, aunque con indicaciones, abordajes y complicaciones que las diferencian.

Objetivos: el objetivo principal de esta revisión sistemática fue sintetizar la evidencia disponible sobre los resultados del tratamiento percutáneo frente a la cirugía en la comunicación interauricular en población pediátrica. Para tal fin se estudiaron las siguientes variables: mortalidad, complicaciones y tiempo de estancia hospitalaria asociada a cada intervención. Como objetivos secundarios también se analizaron el efecto de la edad y del tamaño de la comunicación interauricular en ambos abordajes.

Material y métodos: se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura siguiendo las guías PRISMA. La estrategia de búsqueda se fundamentó en una pregunta estructurada y se aplicaron los descriptores en distintas bases de datos. Se establecieron unos criterios de selección que permitieron elegir los estudios incluidos.

Resultados: tras un cribado inicial se incluyen un total de 21 publicaciones: 12 comparan ambas intervenciones, 5 de tratamiento percutáneo y 4 de tratamiento quirúrgico.

Conclusiones: el tratamiento percutáneo y el quirúrgico han demostrado ser técnicas seguras y eficaces en el cierre de la comunicación interauricular. Comparando ambas técnicas, el abordaje percutáneo ha mostrado una menor estancia hospitalaria y número de complicaciones siendo estas de menor gravedad; junto con un resultado cosmético superior. La cirugía abierta se evidencia como alternativa en caso de complicación percutánea y en CIA no tipo ostium secundum.

Palabras clave: Comunicación interauricular (CIA), tratamiento percutáneo, tratamiento quirúrgico, dispositivos de cierre septal, cierre, niños, pediatría.

RESUMO

Introdución: a comunicación interauricular (CIA) é unha solución de continuidade entre ambas aurículas. Representa o 10-15% de todas as cardiopatías conxénitas e é mais frecuente en mulleres (2:1), sendo a maioría dos casos esporádicos e illados. Pode producir un cortocircuito con repercusión hemodinámica nalgúns casos, o que indica a súa intervención. Para reparar o defecto se contemplan o peche percutáneo mediante dispositivo e o peche cirúrxico. Actualmente ambas opcións considéranse válidas, aínda que con indicacións, abordaxes e complicacións que as diferencian.

Obxectivos: o obxectivo principal desta revisión sistemática foi sintetizar a evidencia dispoñible sobre os resultados do tratamento percutáneo versus cirurxía na comunicación interauricular na poboación pediátrica. Para tal fin, estudáronse as seguintes variables: mortalidade, complicacións e duración da estancia hospitalaria asociada a cada intervención. Como obxectivos secundarios tamén se analizou o efecto da idade e o tamaño do defecto do tabique auricular en ambos os enfoques.

Material e métodos: realizouse unha busca exhaustiva da literatura seguindo as directrices de PRISMA. A estratexia de busca baseouse nunha pregunta estruturada e os descritores aplicáronse en diferentes bases de datos. Establecéronse os criterios de selección que permitiron escoller os estudos incluídos.

Resultados: despois dun cribado inicial inclúense un total de 21 publicacións: 12 comparan ambas intervencións, 5 de tratamento percutáneo e 4 de tratamento cirúrxico.

Conclusións: o tratamento percutáneo e cirúrxico demostraron ser técnicas seguras e eficaces para pechar a comunicación auricular. Comparando ambas técnicas, o abordaxe percutáneo mostrou unha menor estancia hospitalaria e número de complicacións, sendo estas menos graves; xunto cun resultado cosmético superior. A cirurxía aberta é unha alternativa nos casos de complicacións percutáneas e nas CIA de tipo non ostium secundum.

Palabras chave: Comunicación interauricular (CIA), tratamento percutáneo, tratamento cirúrxico, dispositivos de peche de septo, peche, nenos, pediatría.

ABSTRACT

Introduction: Atrial septal defect (ASD) is a communication between both atria. It represents 10-15% of all congenital heart defects and is more common in females (2:1), most cases are sporadic and isolated. It can cause a shunt with hemodynamic repercussion in some cases, necessitating intervention. To repair the defect, percutaneous closure with device or surgical closure are considered. Currently, both options are valid, although with different indications, approaches and complications.

Objectives: the main objective of this systematic review was to synthesize the available evidence on the results of percutaneous treatment versus surgery in atrial septal defect in pediatric population. For this purpose, the following variables were studied: mortality, complications and length of hospital stay associated with each intervention. As secondary objectives, the effect of age and the size of the atrial septal defect in both approaches was also analyzed.

Material and methods: An exhaustive search of the literature was carried out following the PRISMA guidelines. The search strategy was based on a structured question and the descriptors were applied in different databases. Selection criteria were established and allowed the included studies to be chosen.

Results: After an initial screening, a total of 21 publications are included: 12 compare both interventions, 5 percutaneous treatment and 4 surgical treatment.

Conclusions: Percutaneous and surgical treatment have proven to be safe and effective techniques in closing atrial septal defects. Comparing both techniques, the percutaneous approach has shown a shorter hospital stay and number of complications, these being less serious; along with a superior cosmetic result. Open surgery is an alternative in cases of percutaneous complications and non-ostium secundum type ASD.

Keywords: Atrial septal defect (ASD), percutaneous treatment, surgical treatment, septal occluder devices, closure, children, pediatric.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

CIA: Comunicación interauricular

CC: Cardiopatía congénita

AD: Aurícula derecha

AI: Aurícula izquierda

VD: Ventrículo derecho

VI: Ventrículo izquierdo

SP: Septum primum

OP: Ostium primum

SS: Septum secundum

FO: Foramen oval

SVS: Seno venoso superior

SVI: Seno venoso inferior

SC: Seno coronario

IC: Insuficiencia cardíaca

Qp: Flujo pulmonar

Qs: Flujo sistémico

AD/AI: Aurícula derecha/aurícula izquierda

VD/VI: Ventrículo derecho/ventrículo izquierdo

ETT: Ecocardiograma transtorácico

ETE: Ecocardiograma transesofágico

CEC: Circulación extracorpórea

BAV: Bloqueo auriculoventricular

INTRODUCCIÓN

La comunicación interauricular (CIA) es una cardiopatía congénita (CC) que consiste en una solución de continuidad en cualquier porción del tabique interauricular, provocando un cortocircuito. Supone entorno al 10-15% de las CC (1-2 por cada 1000 recién nacidos vivos) y afecta más a mujeres (2:1). Las consecuencias clínicas dependerán de su localización, tamaño y la presencia o ausencia de otras anomalías cardíacas. Hasta un 30-50% de los niños con otra CC presentan una CIA como parte de ella. La falta de síntomas tempranos, junto con la sutileza de los hallazgos físicos, puede retrasar el diagnóstico, a veces hasta el comienzo de la vida adulta o incluso hasta una edad más avanzada. Si el defecto es significativo y no se corrige puede dar lugar a hipertensión pulmonar. Para resolver las CIAs con repercusión existen distintas opciones terapéuticas, tales como el cierre percutáneo o quirúrgico. Sin embargo, la elección entre estas opciones de tratamiento sigue siendo un tema controvertido. Con el fin de facilitar la toma de decisiones clínicas y mejorar los resultados para estos pacientes se ha elaborado esta revisión de la literatura existente.

ETIOLOGÍA

No se conocen eventos intrauterinos que predispongan a una tabicación auricular deficiente. La mayoría de los casos son aislados, esporádicos y sin antecedentes familiares de CC, sin embargo, en un pequeño porcentaje se asocia con síndromes como Holt-Oram, Noonan o Síndrome de Treacher Collins. (1)

EMBRIOLOGÍA

Para poder comprender de la morfología y clasificación de las comunicaciones interauriculares primero debemos conocer la formación y estructura del tabique auricular normal.

En la 5ª semana embrionaria se inicia la septación de las aurículas con la formación del **septum primum (SP)**, que crece desde la porción superior de la aurícula común primitiva hasta la zona de los cojines subendocárdicos. Justo cuando se va a producir la unión de estas dos estructuras cerrando así el orificio inicial denominado **ostium primum (OP)**, se forma una nueva apertura en la parte superior del SP, llamada ostium secundum (OS). Dicho OS quedará cubierto por un segundo tabique que surge a la derecha del anterior, denominado **septum secundum (SS)**. Durante la 6ª semana el SS crece, empequeñeciendo progresivamente el OS, pero no se cierra

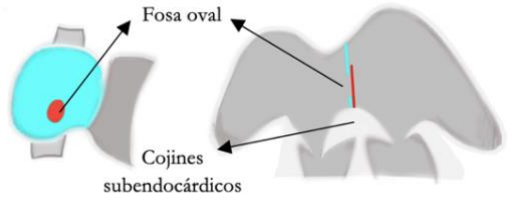
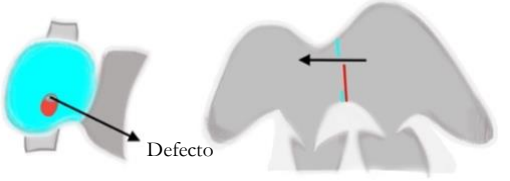
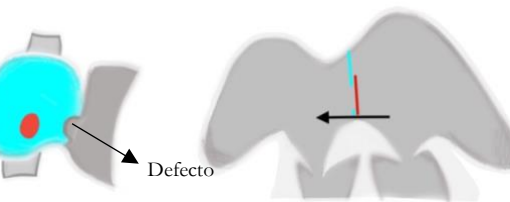
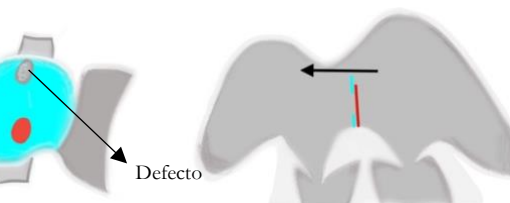
por completo. Se constituye así el denominado **foramen oval (FO)**. Cabe destacar que el FO, a pesar de ser un orificio en la pared interauricular, no se considera CIA porque no existe ausencia de tejido. En el 70% de la población adulta se produce la fusión del SP con el SS, creando un septo interauricular íntegro (2).

CLASIFICACIÓN

Según su localización, los tipos de comunicación interauricular se pueden clasificar de la siguiente forma (Tabla 1):

- **CIA tipo Ostium Secundum (OS):** es la más frecuente (70-80% de los casos) y sobre la que trataremos principalmente. Se encuentra en la zona central del septo, alrededor del foramen oval. Se produce como consecuencia de una reabsorción excesiva del SP o/y un hipodesarrollo del SS. Se observa retorno pulmonar anómalo en el 10% de los casos.
- **CIA tipo Ostium Primum (OP):** es la segunda CIA más frecuente (15-20%). Se localiza caudal al foramen oval a consecuencia de la fusión deficiente del SP con los cojinetes endocárdicos. Suele asociar otras anomalías como válvula auriculoventricular común y defectos del septo interventricular. Un 20% de los individuos con síndrome de Down presenta esta alteración.
- **CIA tipo Seno Venoso Superior e Inferior (SVS y SVI):** constituyen alrededor del 5-10%. Se deben a malposición de la inserción de las venas cavas, que cabalgan el septo interauricular. El defecto suele estar localizado posterior al foramen oval, en la entrada de la vena cava superior (CIA-SVS) y en raras ocasiones en la entrada de la vena cava inferior (CIA-SVI). Es frecuente que se acompañen de drenaje venoso pulmonar anómalo parcial.
- **CIA del Seno Coronario (SC):** constituye menos del 1% de los casos. Se debe a la existencia de un defecto en el techo del seno coronario, con cortocircuito desde el seno coronario hacia la aurícula derecha, drenando de esta forma en ambas aurículas. Suele asociarse a persistencia de vena cava superior izquierda. (1)

Ilustración 1: FOP y tipos de CIA. Fuente: Elaboración propia con la colaboración de la Dra. Concheiro a partir de una ilustración de UpToDate

Tipo de CIA	Ilustración
Foramen Oval Permeable (FOP)	 Fosa oval Cojines subendocárdicos
CIA Ostium Primum (OP)	 Defecto
CIA Ostium Secundum (OS)	 Defecto
CIA tipo Seno Venoso (SV)	 Defecto

■ Septum primum
■ Septum secundum

FISIOPATOLOGÍA

La fisiopatología de las CIAs aisladas depende de la relación entre las resistencias sistémicas y pulmonares, la complianza de los ventrículos y el tamaño del defecto.

De acuerdo con su tamaño hablaremos de:

- CIA pequeña: de 4 mm a 6 mm de diámetro.
- CIA moderada: de 6 a 8 mm.
- CIA grande: mayor de 8 mm.

Hay que tener en cuenta el tamaño del defecto en relación con el tamaño cardíaco. Por ejemplo, una CIA de 6 mm en el caso de un adolescente será insignificante; mientras que en un recién nacido será moderada. En defectos pequeños, el shunt será izquierda-derecha, porque la presión en la AI es discretamente mayor en condiciones normales que la de la AD. El gradiente de presión entre las aurículas y la cantidad de flujo depende del tamaño del defecto y de la distensibilidad de las cavidades derechas e izquierdas. Aún en los defectos de gran tamaño, en los cuales la presión interauricular se iguala, el shunt seguirá siendo I-D porque la complianza es mucho mayor en el VD comparado con el VI. El cortocircuito mezcla sangre oxigenada de la AI con sangre no oxigenada del retorno venoso sistémico, dando lugar a un excedente de sangre que recircula por un circuito inútil (desde la AI a través de la CIA hacia la AD, de ahí al VD y a la arteria pulmonar; sobrecargando el pulmón y retornando a la AI, y así sucesivamente). De esta forma el flujo pulmonar (Q_p) es mayor que el flujo sistémico (Q_s), con lo que la relación Q_p/Q_s puede llegar a ser incluso 3:1 en el caso de CIAs grandes. El flujo extra que llega de forma anómala a la aurícula derecha da lugar a una sobrecarga de volumen que provoca dilatación de cavidades derechas y arterias pulmonares e hiperaflujo pulmonar. (3)

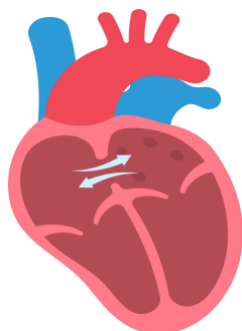


Ilustración 2: Fisiopatología de la CIA. Fuente: Elaboración por la Dra. Concheiro con CANVA

HISTORIA NATURAL

Se produce el cierre espontáneo en más del 80% de las ocasiones en los pacientes con defectos de entre 3 y 8 mm antes del año y medio de edad y del 40% antes de los 4 años de vida, por lo que, en ausencia de síntomas, no se indica el cierre electivo en menores de 2-3 años. Una CIA con un diámetro mayor de 8 mm o en niños mayores de 8 años raras veces se cierra de forma espontánea. La decisión del momento de cierre la marcará la presencia de clínica, un cortocircuito significativo ($Q_p/Q_s > 1.5:1$), dilatación de cavidades derechas y/o congestión pulmonar. No es recomendable retrasar el cierre más allá de los 5 años por la posibilidad de cambios cardíacos irreversibles.

En cuanto a la clínica, lo más habitual es que no presenten síntomas durante la infancia, siendo raro el retraso ponderal, las infecciones respiratorias de repetición y/o signos de insuficiencia cardíaca (IC). Si un defecto es significativo y no recibe tratamiento, se puede desarrollar IC alrededor de la cuarta década de la vida. Otros síntomas pueden ser palpitaciones, intolerancia al ejercicio, disnea o fatiga. El aumento progresivo de tamaño de la aurícula derecha predispone a arritmias, especialmente FA y flutter. La enfermedad vascular pulmonar ocurre aproximadamente en un 10% de adultos, pero es infrecuente en edad pediátrica (siendo además reversible con una intervención precoz). Los adultos con CIA significativa no corregida pueden evolucionar hacia hipertensión pulmonar severa irreversible (síndrome de Eisenmenger) con signos de insuficiencia cardíaca derecha que se traduce en un shunt invertido (derecha-izquierda), cianosis, disnea, hepatomegalia y acropaquias, además de un riesgo elevado de embolismo paradójico.

Los hallazgos físicos dependen del tamaño del defecto, la cantidad de cortocircuito y la presión en la arteria pulmonar. Con respecto a los soplos cardíacos se puede encontrar un segundo ruido ampliamente desdoblado y fijo (retraso del componente pulmonar del segundo tono); puede existir un soplo sistólico de eyección en borde esternal izquierdo superior, por aumento del flujo a través de la válvula pulmonar o un soplo protomesodiastólico en borde paraesternal izquierdo bajo por hiperaflujo a través de la válvula tricúspide.

DIAGNÓSTICO

Los hallazgos típicos en el ECG consisten en una desviación del eje a la derecha de $+90^\circ$ a $+180^\circ$ y una leve hipertrofia ventricular derecha o un bloqueo de rama derecha (BRD) con un patrón rsR' en V1. También podemos observar onda P pulmonar por crecimiento auricular derecho. En la CIA OP puede existir un bloqueo aurículoventricular de primer grado, BRD y hemibloqueo izquierdo anterior con eje izquierdo. (4)

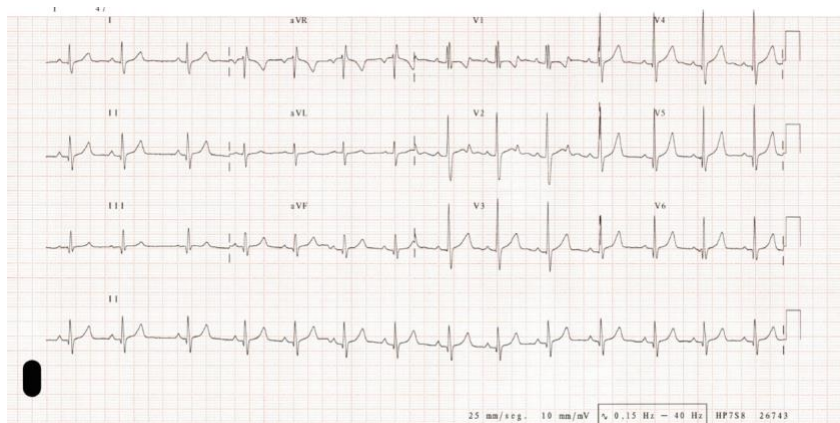


Ilustración 3: ECG de un niño de 7 años con CIA OS grande. Se aprecia crecimiento de cavidades derechas y patrón de bloqueo incompleto de rama derecha (rSR' en V1). Imagen cedida por la Dra. García-Cuenllas con autorización de los tutores del paciente.

La ecografía es la técnica diagnóstica por excelencia. Proporciona información anatómica y funcional; como el tamaño y posición del defecto, el shunt, el grado de dilatación de cavidades derechas, la presión sistólica en la arteria pulmonar, el movimiento del tabique interventricular, la función ventricular derecha y la sobrecarga de cavidades derechas, etc. De cara a la intervención se realizará una evaluación ecocardiográfica lo más precisa posible que incluya el tamaño de la CIA en 2 planos ortogonales, junto con las medidas de sus bordes. Es importante el despistaje de otras CC asociadas y de hipertensión pulmonar. (2)

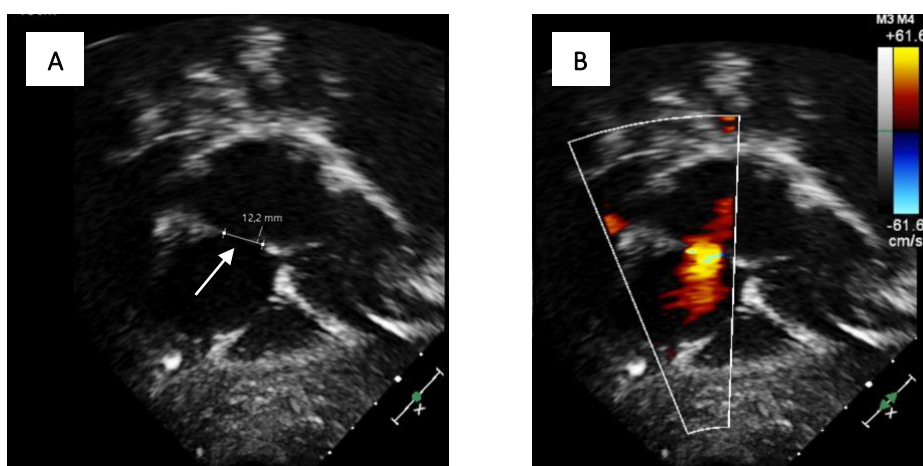


Ilustración 4: Ecografía 2D y Doppler color de CIA OS en niño de 7 años. A) Plano subcostal 2D mostrando el defecto en el tabique interauricular (flecha). B) Mismo plano con Doppler color demostrando el paso de sangre (shunt ID) a través de la CIA OS. Imagen cedida por la Dra. García-Cuenllas con autorización de los tutores del paciente.

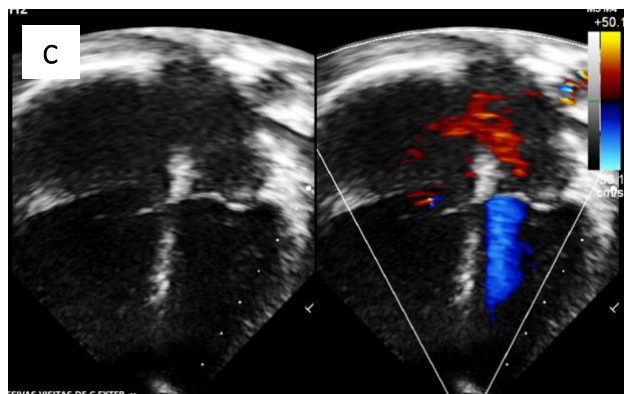


Ilustración 5: Ecografía 2D y Doppler color de CIA OS en niño de 7 años. C) Plano apical 2D en el que se muestra crecimiento de cavidades derechas en 2D y Doppler color. Imagen cedida por la Dra. García-Cuenllas con autorización de los tutores del paciente.

En cuanto a otras técnicas diagnósticas como la resonancia magnética o el cateterismo se reservarán para casos concretos en los que la ecografía no sea suficiente para establecer el diagnóstico de precisión.

TRATAMIENTO

Es necesario tratar cuando el flujo pulmonar (Q_p) supera el flujo sistémico (Q_s) en más del 50% ($Q_p:Q_s > 1.5:1$) asociado a un aumento de las dimensiones de cavidades derechas en la ecocardiografía (5). Previo a la intervención es necesario un ECG y una ecografía completa que descarte otras CC. Se realizará también ETE para estimar con mayor precisión la anatomía (bordes, tamaño del orificio, viabilidad de un procedimiento u otro). En el seguimiento postoperatorio se realiza un examen físico, ECG, ETT y si es necesario una radiografía de tórax.

TRATAMIENTO PERCUTÁNEO

El cierre percutáneo de la CIA fue descrito por primera vez en 1976 por Terry D. King (Ochsner Medical Center, New Orleans)(6). La técnica hemodinámica consiste en la progresión intravascular de un dispositivo, consistente en una malla autoexpandible preformada para convertirse en un dispositivo bidisco, de forma que su cintura coincida con el lugar del defecto. La vía de acceso preferente es la femoral, otros accesos como el transhepático o transyugular se utilizan en muy pocas ocasiones; por ejemplo, en un paciente con isomerismo izquierdo y ausencia de la porción hepática de la cava inferior, se podría utilizar un acceso transhepático (5). Se realiza la venopunción, avanzando hasta la AD. Mediante ETE se realizan las medidas pertinentes y se selecciona el dispositivo más adecuado, el cual tendrá aproximadamente un 20-

30% más de diámetro que el estimado mediante ecografía. Se introduce el dispositivo hasta la aurícula izquierda, donde se despliega el disco auricular izquierdo, se comprueba la correcta posición de la cintura de este en el defecto y se despliega por último el disco auricular derecho. El dispositivo va atomillado a un cable liberador, lo que permite reposicionarlo o retirarlo en caso de que sea necesario. Una vez anclado, se comprueba su correcta colocación, se libera y se extrae el catéter. La intervención se monitoriza con ecografía transesofágica para guiar los distintos pasos y se realiza bajo sedación. Este procedimiento evita la circulación extracorpórea, la esternotomía o toracotomía y la atriotomía, con resultados excelentes como veremos más adelante. El dispositivo más utilizado es *Amplatzer Septal Occluder*® (Saint Jude Medical Inc.), aunque en los últimos años se han introducido nuevos dispositivos como el *Gore Septal Occluder*® (Gore And and Associates Inc.) y *Occlutech Figulla Device*® (Occlutech International) entre otros.

Después del implante, se aconseja seguir un tratamiento antiagregante, usualmente con AAS a una dosis de 3-5 mg/kg al día por un periodo de 6 meses. Además, es importante mantener las medidas de profilaxis para la endocarditis bacteriana durante ese tiempo.

Su indicación principal se centra en la CIA tipo ostium secundum (en general < 30 mm), con bordes adecuados para dar apoyo al dispositivo. Debe estudiarse también el espesor del septo interauricular, ya que el dispositivo puede desplazarse hacia la zona más fina del defecto, suponiendo un cambio en su posición definitiva (1). Queda contraindicado en el resto de los supuestos o si la CIA OS es grande con signos de insuficiencia cardíaca.

Es habitual que inmediatamente después a la implantación del dispositivo quede un shunt residual (<2 mm). Este paso de sangre puede ignorarse ya que suele desaparecer durante el período de seguimiento debido al proceso de endotelización que logra cubrir la superficie del oclisor, cerrando así el shunt residual (7).

TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

Está indicado en los casos en los que no se cumplan criterios de cierre con dispositivo, es decir, todas las CIAs que no sean tipo OS y no abarcables de forma percutánea o con anatomía desfavorable. También será la primera opción para niños en insuficiencia cardíaca por una CIA grande.

La reparación quirúrgica mediante esternotomía media bajo circulación extracorpórea se considera el tratamiento estándar, siendo su mortalidad asociada cercana a cero. Se emplean

parches de pericardio bovino o de Dacron para el cierre. En caso de CIAs pequeñas se cierran con un punto. Las CIAs tipo SV necesitan un parche para redirigir el flujo de las venas pulmonares derechas a la AI y el retorno venoso sistémico a la AD. La minitoracotomía anterolateral derecha se ha aplicado como una alternativa a la esternotomía con resultados estéticos superiores. También se han desarrollado otras técnicas de acceso alternativo como la miniesternotomía, toracotomía posterolateral y acceso axilar. La elección entre unos u otros accesos suele estar determinada por la talla, peso, sexo y edad de cada paciente.

COMPLICACIONES

Tras cualquier procedimiento **percutáneo** se deben vigilar embolismos, arritmias y episodios de dolor torácico. El seguimiento ecocardiográfico es esencial para detectar shunt residual, derrames pericárdicos, atestiguar la función ventricular y la presión en la arteria pulmonar.

Consideramos complicaciones leves: la embolización de dispositivo con extracción percutánea, la arritmia transitoria perioperatoria que no requiere tratamiento a largo plazo, el hematoma en el lugar de venopunción y el derrame pericárdico controlado con tratamiento médico.

Consideramos complicaciones severas: muerte, bloqueo auriculoventricular, disfunción orgánica, embolismo cerebral, perforación cardíaca, malformación y disfunción de válvulas cardíacas, endocarditis, arritmia maligna que requiera marcapasos permanente o tratamiento con antiarrítmicos, necesidad de reintervención y derrame pleural o cardíaco que requiera drenaje o intervención quirúrgica por embolización del dispositivo.

Respecto a las complicaciones de la **cirugía**, son principalmente las asociadas a la circulación extracorpórea (CEC): la hemodilución, empleada para facilitar la perfusión tisular, permite el movimiento de fluidos del espacio intracelular al extracelular, dando lugar a edema. La hipotermia, necesaria para disminuir la actividad metabólica y proteger así los órganos, también da lugar a vasoconstricción y alteración de las proteínas plasmáticas. El contacto de la sangre con la superficie del circuito provoca una respuesta inflamatoria, que se traduce en un aumento de la permeabilidad capilar, coagulopatía, leucocitosis y destrucción de hematíes y plaquetas (1). No es infrecuente que al terminar el procedimiento haya algún grado de disfunción ventricular que generalmente se resuelve completamente.

Por otro lado, son frecuentes las arritmias (principalmente disfunción sinusal y bloqueo auriculoventricular de diferentes grados). Los sangrados son habituales debido al alto grado de anticoagulación que precisa la CEC. También hay que vigilar la presencia de un posible derrame pericárdico y de endocarditis.

OBJETIVOS

Objetivo principal:

La revisión sistemática efectuada pretende sintetizar la evidencia disponible sobre los resultados del tratamiento percutáneo frente a la cirugía en la comunicación interauricular en población pediátrica.

Para tal fin se estudiaron las siguientes variables: mortalidad, complicaciones y tiempo de estancia hospitalaria asociada a cada intervención.

Objetivos secundarios:

1. Evaluar las diferencias en mortalidad entre ambos procedimientos
2. Estudiar las complicaciones asociadas a cada uno de ellos
3. Analizar la estancia hospitalaria asociada a cada intervención
4. Valorar el efecto de la edad en el cierre percutáneo y en el cierre quirúrgico
5. Determinar el efecto del tamaño de la comunicación interauricular en el éxito o fracaso de ambos abordajes

MATERIAL Y MÉTODOS

DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura siguiendo las guías PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis*). La estrategia de búsqueda se fundamentó en una pregunta estructurada y se aplicaron los descriptores en distintas bases de datos. Se establecieron los siguientes criterios de selección que permitieron elegir los estudios incluidos.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

- Fecha de publicación durante los últimos 24 años (de 2000 a 2024)
- Idioma de publicación en inglés o castellano
- Tipo de estudios incluidos: descriptivos longitudinales; analíticos observacionales y experimentales (ensayos clínicos no controlados, controlados, ensayos clínicos aleatorizados)
- Estudios realizados en humanos
- Población de estudio de menores de 18 años con CIA

Criterios de exclusión

Se excluyeron por tanto artículos que no fuesen del tipo especificado en los criterios de inclusión; ensayos que estuviesen en un idioma diferente al castellano o inglés; los realizados en animales; y los que se encontraban fuera del periodo de estudio o de los márgenes de edad indicados.

Se excluyeron también los artículos que no respondían a la pregunta PICO; los duplicados en las distintas bases de datos y también aquellos sin acceso al artículo completo.

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

En el mes de abril del 2024 se llevó a cabo una búsqueda rigurosa de la literatura basada fundamentalmente en la consulta de revistas médicas de las siguientes bases electrónicas: Medline (vía Pubmed), Cochrane y Embase.

Dicha búsqueda se acotó a los criterios de selección descritos. Además se revisó la bibliografía de los estudios incluidos buscando nuevos artículos de interés, así como artículos similares recomendados por el buscador.

Esta revisión sistemática incluye, tanto la lectura del abstract de los artículos incluidos, como su revisión completa.

El formato de búsqueda surgió de una pregunta de investigación estructurada en formato PICO_R, formulada de la siguiente manera: ¿Es mejor el tratamiento percutáneo o el quirúrgico en el cierre de CIA en población pediátrica?

Tabla 1: Pregunta PICO_R

P (población)	Población pediátrica con una CIA
I (intervención)	Tratamiento percutáneo
Co (comparación)	Tratamiento quirúrgico frente al percutáneo
R (resultado)	Mejor tratamiento medido a través de: – Mortalidad – Complicaciones – Tiempo de estancia hospitalaria – Efecto del tamaño del defecto y la edad del paciente en el resultado de la técnica

Se utilizaron los términos MESH (Medical Subject Headings), las palabras clave del formato PICO_R y otros términos libres con operadores booleanos (OR, AND) para combinar las búsquedas. Se utilizaron las mismas palabras clave para todas las plataformas de búsqueda según se muestra a continuación:

- **Pubmed:** ((atrial septal defect[MeSH Terms]) AND (((((((cardiovascular surgical procedures[MeSH Terms]) OR (surgical)) OR (septal occluder devices[MeSH Terms])) OR (device)) OR (closure)) OR (percutaneous)) OR (transcatheter))) AND ((child) NOT (adult))
 - **Filtros:** *results by year* (2000-2024), *age* (0-18), *type of study* (clinical study, clinical trial, comparative study, controlled clinical trial, multicenter study, randomized controlled trial), *language* (spanish, english).
- **Embase:** (((Atrial septal defect [MeSH Terms]) AND (child)) AND ((cardiovascular surgery [MeSH Terms]) OR (septal occluder [MeSH Terms]))) AND (Atrial septal defect [Title])
 - **Filtros:** *results by year* (2000-2024), *type of study* (article)
- **Cochrane:** (atrial septal defect [MeSH Terms]) AND (((((((cardiovascular surgical procedures) OR (surgical)) OR (septal occluder devices[MeSH Terms])) OR (device)) OR (percutaneous)) AND ((child) NOT (adult))
 - **Filtros:** *results by year* (2000-2024), *type of study* (clinical trials)

SELECCIÓN DE ESTUDIOS

Los resultados obtenidos en las diferentes revistas médicas fueron sometidos, una vez eliminados los registros duplicados, a un cribado inicial en el que se analizó el título, el resumen y los objetivos principales. En este primer análisis también se verificaron los criterios de selección. En los artículos elegidos para evaluar el texto completo se realizó una lectura en profundidad de éstos, incorporando exclusivamente aquellos que cumplían los criterios de inclusión y en los que no estaba presente ningún criterio de exclusión.

Con la información obtenida tras la comprensión de estos artículos se realizó una tabla descriptiva de los estudios aceptados, incluyendo los siguientes datos: título del artículo, nombre del autor principal año de publicación; tipo de estudio, diseño, tamaño muestral; población a

estudio y rango de edad; objetivos principales y resultados centrados en mortalidad, tamaño de la CIA, tipo de cierre elegido y complicaciones; conclusiones del artículo; comentarios.

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE SESGO

Para evaluar la calidad metodológica se han utilizado las herramientas **GRADE** (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) y **CONSORT 2010** (Consolidated Standards Of Reporting Trials) para valorar los estudios experimentales.

Los potenciales sesgos identificados en los estudios incluidos en el análisis final se describen en el apartado de Resultados.

RESULTADOS

En la búsqueda en PubMed se identificaron un total de 1572 estudios. Tras revisar títulos y resúmenes se excluyeron 1555 artículos: 1458 por no cumplir criterios de elegibilidad (idioma, edad y tipo de artículo); 93 por no responder a la pregunta de investigación y 5 por no estar disponible el artículo completo. La selección final se ciñó a 16 artículos.

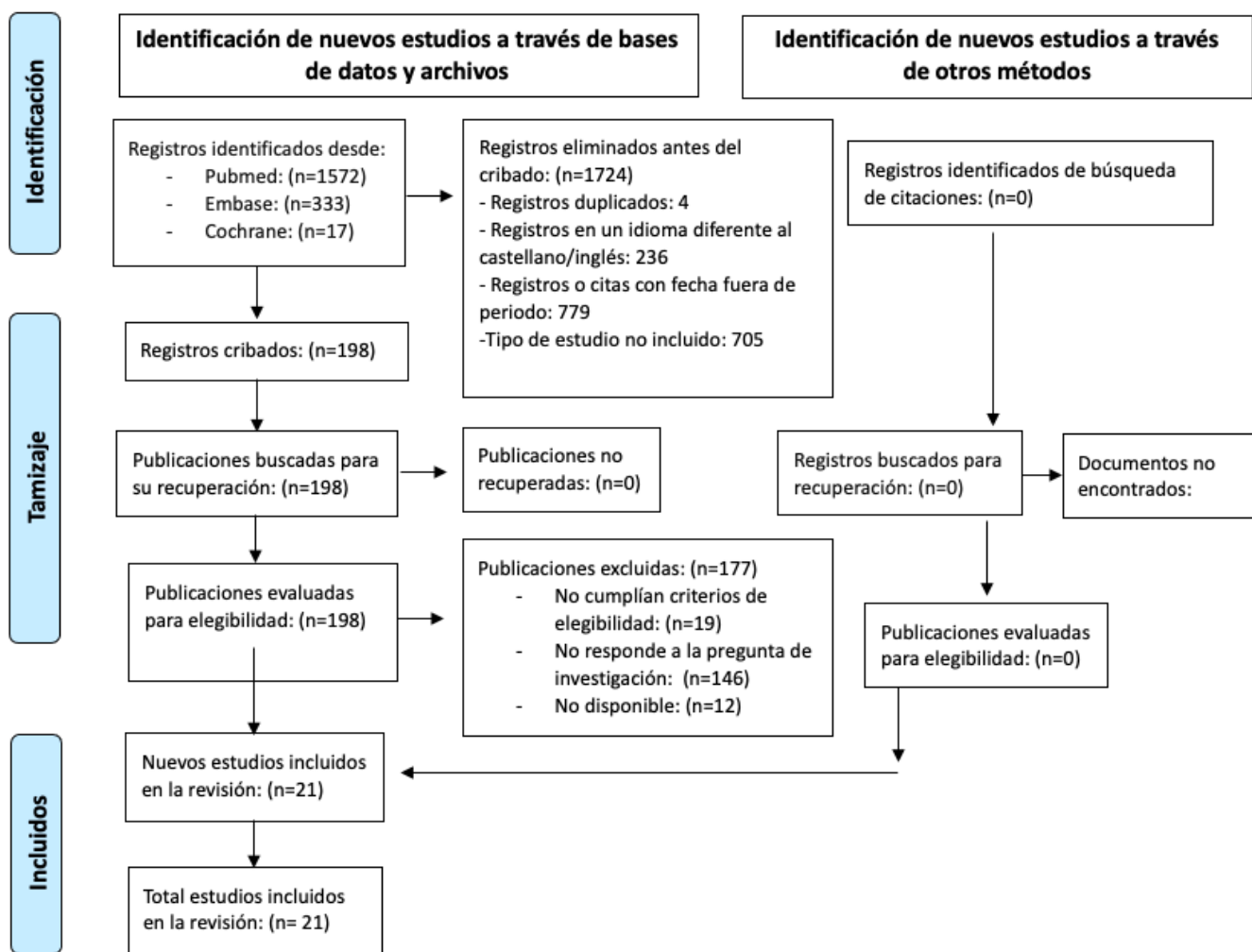
En la búsqueda en Embase se identificaron un total de 333 estudios. Tras revisar títulos y resúmenes se excluyeron 328 artículos: 278 por no cumplir criterios de elegibilidad (idioma, edad y tipo de artículo); 43 por no responder a la pregunta de investigación, 6 por no estar disponible el artículo completo y 1 por estar duplicado. El resultado final fue de 5 artículos seleccionados.

En Cochrane se identificaron un total de 17 estudios. Tras revisar títulos y resúmenes se excluyeron los 17 artículos: 2 por no cumplir criterios de elegibilidad, 11 por no responder a la pregunta de investigación, 1 por no estar el artículo completo y 3 por encontrarse duplicados. Resultando un resultado final de selección fue de 0 artículos.

El cómputo total de artículos incluidos finalmente en este trabajo fue de 22 y se desgranar en la [Tabla 3](#). El proceso de cribado se describe mediante el diagrama PRISMA ([Figura 6](#)):

Tabla 2: Características de los pacientes incluidos en la revisión sistemática

	Percutáneo	Quirúrgico
Total de pacientes (n)	7139	4059
Edad (años)	6,59	4,49
Tamaño CIA (mm)	14,36	16,64
Tiempo de estancia hospitalaria (días)	2,16	6,78
Complicaciones (%)	7,62	34,87



Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2021 Sep;74(9):790–9. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300893221002748>

Ilustración 6: Diagrama Prisma. Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Tratamiento percutáneo frente al quirúrgico en la comunicación interauricular en población pediátrica

REFERENCIA Y DISEÑO	POBLACIÓN A ESTUDIO	OBJETIVO	RESULTADOS PRINCIPALES	RIESGO DE SESGO Y LIMITACIONES
3.1. Tratamiento percutáneo de la CIA vs. quirúrgico				
<i>Ooi et al. (2016) (8)</i> E. observacional retrospectivo de cohortes	N=7765 (n=4606 cierre percutáneo; n=3159 cierre quirúrgico) Criterios de inclusión: – 1 a 17 años. – Intervenido entre enero de 2004 y diciembre de 2012 – No otras CC	Determinar si el procedimiento percutáneo presenta beneficios respecto al quirúrgico en el cierre de CIA.	El procedimiento quirúrgico supuso una estancia hospitalaria más prolongada (4,0 días vs. 1,5 días) y más probabilidades de tener complicaciones. Para los niños que son elegibles, el cierre percutáneo de la CIA proporciona mejores resultados a corto plazo que la cirugía.	• Estudio retrospectivo • Estudio no aleatorizado • Sometidos a cierre percutáneo tenían más probabilidades de ser mayores (5,6 años vs. 4,5 años). • Falta de seguimiento a medio y largo plazo.
<i>Da Costa et al. (2013) (5)</i> E. observacional prospectivo de cohortes	N=180 (n=75 cierre percutáneo; n=105 cierre quirúrgico) Criterios de inclusión: – <14 años – No otras CC – >8kg	Evaluación de la seguridad y eficacia del cierre percutáneo vs. el quirúrgico de la CIA	Las complicaciones ocurrieron en el 68% del grupo quirúrgico y el 4% del percutáneo. Éxito en todos los procedimientos. No hubo muertes. Ambas modalidades de tratamiento son seguras y efectivas, sin embargo, el tratamiento percutáneo tiene menor morbilidad y duración de la estancia hospitalaria.	• Estudio no aleatorizado • Falta de seguimiento del grupo quirúrgico y seguimiento corto de grupo percutáneo. • La edad y el peso fue mayor en el grupo quirúrgico. • El Dr. Carlos Augusto Cardoso Pedra es consultor de Lifetech, fabricante de prótesis de cera, y recibe honorarios en sesiones de capacitación para las prótesis Helex, Figulla y Amplatz.
<i>Bialkowski et al. (2004) (9)</i> Ensayo clínico no aleatorizado	N=91 (n=44 cierre quirúrgico; n=47 cierre percutáneo) Criterios de inclusión: – Febrero de 1998- Octubre del 2000 – 2-18 años – Ritmo sinusal	Determinar si el tratamiento percutáneo con Amplatz presenta beneficios respecto al quirúrgico en el cierre de comunicación interauricular	El cierre percutáneo presenta menos complicaciones, una hospitalización más corta y una menor necesidad de hemoderivados. No obstante, la capacidad del cirujano para cerrar cualquier comunicación interauricular sigue siendo una ventaja importante de la cirugía.	• Estudio no aleatorizado • Estudio en una única institución • El tamaño de la CIA en el grupo dispositivo era menor • Sesgo de selección • Tamaño muestral pequeño

<i>Castaldi et al. (2015) (10)</i> E. observacional retrospectivo de cohortes	N=107 (n=44 cierre quirúrgico, n=62 cierre percutáneo) Criterios de inclusión: – < 16 años – CIA tipo ostium secundum – 2000-2012 – No otras CC	Comparar los abordajes quirúrgico y percutáneo en base a arritmias, volúmenes de cámara derecha y función en el seguimiento a largo plazo.	El cierre quirúrgico y percutáneo tienen una eficacia similar en la normalización del volumen de la cámara derecha. Las técnicas quirúrgicas modernas tienen un impacto limitado sobre la función sistólica y diastólica, sin embargo, la función longitudinal y diastólica del ventrículo derecho parece estar mejor conservada en el grupo percutáneo.	• Estudio retrospectivo • Estudio no aleatorizado • El grupo quirúrgico tuvo un seguimiento más prolongado • Tamaño muestral pequeño • Corto periodo de seguimiento
<i>Massin et al. (2009) (11)</i> E. observacional prospectivo	N=38 (n=18 cierre quirúrgico; n=20 cierre percutáneo) Criterios de inclusión: – Asintomáticos – Intervenido al menos 6 meses antes de la selección – No otras CC	Comparar la prevalencia de deterioro cronotrópico después del cierre quirúrgico y percutáneo de la comunicación interauricular.	El deterioro cronotrópico es significativamente menos importante después del cierre percutáneo de la comunicación interauricular que después del cierre quirúrgico.	• Estudio no aleatorizado • Tamaño muestral pequeño • Estudio en una única institución • El agotamiento voluntario no es objetivo y puede variar entre sujetos
<i>Formigari et al. (2001)(12)</i> E. observacional retrospectivo de cohortes	N=172 (n=52 cierre percutáneo; n=72 cierre quirúrgico mínimamente invasivo; n=50 cierre quirúrgico convencional) Criterios de inclusión: – Junio de 1996- diciembre de 1998 – No otras CC	Evaluar el cierre quirúrgico intervencionista percutáneo y mínimamente invasivo de la comunicación interauricular (CIA) secundaria en niños.	Si bien son igualmente eficaces en comparación con la esternotomía, el atractivo cosmético, financiero y organizativo de los métodos percutáneos y mínimamente invasivos para el cierre de la CIA debe sopesarse frente a su indudable mayor exposición a dificultades técnicas.	• Estudio retrospectivo • Estudio no aleatorizado • Estudio en una única institución • Ausencia de guías estandarizadas para el alta de pacientes después de la cirugía • Preferencia de los investigadores por la minitoracotomía
<i>Butera et al. (2007) (13)</i> Ensayo clínico no aleatorizado	N=126 (n=38 cierre quirúrgico; n=88 cierre percutáneo) Criterios de inclusión: – Enero de 1998-abril de 2004 – <6 años – No otras CC	Comparar el cierre intervencionista quirúrgico con el percutáneo de comunicaciones interauriculares aisladas en la fosa oval en términos de estancia hospitalaria, eficacia y complicaciones	Es factible y seguro cerrar los defectos de la fosa oval por vía percutánea. En comparación con el cierre quirúrgico, el abordaje percutáneo permite una estancia hospitalaria más corta y tiene una menor tasa de complicaciones.	• No aleatorizado • Estudio en una única institución • La edad y el peso fue mayor en el grupo quirúrgico.

<i>Pilard et al. (2024) (14)</i>	N=47 (n=25 cierre quirúrgico; n=22 cierre percutáneo)	Comparar el cierre percutáneo frente al quirúrgico de la comunicación interauricular en pacientes pediátricos de <15kg	Demuestra que tanto el abordaje percutáneo como el quirúrgico son técnicas seguras y efectivas para el cierre de la CIA.	• Estudio retrospectivo • Tamaño muestral pequeño • Corto periodo de seguimiento • El 32% de los pacientes del grupo quirúrgico presentaban una comorbilidad extracardiaca
E. observacional retrospectivo de cohortes	Criterios de inclusión: – Edad pediátrica – <15kg – Enero 2000-noviembre 2023			

<i>Molaei et al. (2021) (15)</i>	N=60 (n=30 cierre quirúrgico; n=30 cierre percutáneo)	Comparar los dos métodos de cierre de comunicación interauricular: tratamiento percutáneo y cirugía a corazón abierto.	El cierre de la CIA tipo ostium secundum de forma percutánea es una alternativa adecuada a la cirugía en centros con equipo experimentado y personal capacitado, incluso en países en desarrollo .	• Estudio retrospectivo • Estudio no aleatorizado • Tamaño muestral pequeño • País subdesarrollado
E. observacional retrospectivo de cohortes	Criterios de inclusión: – 2011-2015			

3.2. Tratamiento percutáneo de la CIA

<i>Masura et al. (2005) (16)</i>	N=151	Evaluar los resultados a largo plazo del cierre percutáneo de la comunicación interauricular tipo ostium secundum utilizando Amplatzer	No hubo muertes ni complicaciones significativas durante el estudio. A los tres años de seguimiento, todas las comunicaciones se cerraron completamente. El Amplatzer ha demostrado ser un dispositivo seguro y eficaz para el cierre percutáneo de la CIA tipo 2.	• Estudio no aleatorizado • Corto periodo de seguimiento • Estudio en una única institución
Ensayo clínico no aleatorizado	Criterios de inclusión: – Septiembre 1995-enero de 2000 – CIA tipo OS			

<i>Suda et al. (2004) (17)</i>	N= 162	Determinar la incidencia, naturaleza y los factores predisponentes del bloqueo auriculoventricular asociado con el cierre de CIA utilizando Amplatzer.	El tamaño del dispositivo de >19 mm parece ser el principal factor predisponente de BAV transitorio . Ausencia de compromiso hemodinámico y resolución espontánea en todos los pacientes, lo que puede justificar observación en lugar de la retirada del dispositivo.	• Estudio retrospectivo • Estudio en una única institución • Algunos pacientes fueron remitidos para cierre quirúrgico sin intento de cerrar el defecto mediante cateterismo (n = 16) o después de un intento fallido (n=2).
E. observacional retrospectivo	Criterios de inclusión: • Diciembre de 1997-diciembre de 2001			

<i>Cha et al. (2021)(18)</i>	N=407	Evaluar la viabilidad y seguridad del cierre percutáneo de la CIA en niños <6 años	El cierre percutáneo de la CIA es factible y seguro en niños <6 años. Los pacientes con CIA de gran tamaño tienen un alto riesgo de fracaso y de convertirse en un caso desafiante.	• Estudio retrospectivo • Estudio en una única institución • Visitas a consultas externas y el seguimiento ecocardiográfico irregulares
E. observacional retrospectivo	Criterios de inclusión: – 2006-2018 – <6 años – No otras CC			

<i>Sharma et al. (2020) (19)</i>	N= 45	Abordar cuestiones sin respuesta respecto al cierre percutáneo de comunicación interauricular en niños sintomáticos de ≤10 kg	En niños pequeños se puede cerrar un defecto de hasta tres veces el peso en kg y se pueden implementar dispositivos de hasta 28mm. En la mayoría de los casos es necesaria una técnica modificada para una implementación exitosa.	• Estudio retrospectivo • Tamaño muestral pequeño • Estudio en una única institución
E. observacional retrospectivo	Criterios de inclusión: – Enero de 2010-junio de 2018 – <10kg – No otras CC			

<i>Jalal et al. (2018) (20)</i>	N=1326	Evaluar las características del procedimiento, el resultado clínico temprano y las complicaciones a largo plazo después del cierre percutáneo de la CIA en niños	El cierre percutáneo de la CIA con Amplatzer es seguro, con una tasa mínima de complicaciones periprocedimiento y un resultado favorable a largo plazo. Los niños de <15 kg y aquellos con CIA grandes tenían un mayor riesgo de complicaciones.	• Estudio retrospectivo • Estudio no aleatorizado • No hubo evaluación de las características ecográficas de la CIA • Gran proporción de pacientes perdidos durante el seguimiento.
E. observacional retrospectivo multicéntrico	Criterios de inclusión: – 1998-2016 – <18 años			

3.3. Tratamiento quirúrgico de la CIA

<i>Luo et al. (2020) (21)</i>	N=136 (n=45 esternotomía media; n=42 toracotomía submamaria derecha; n=49 toracotomía infraaxilar vertical derecha)	Comparar los resultados de la reparación quirúrgica de la CIA mediante esternotomía media, toracotomía submamaria derecha y toracotomía infraaxilar vertical derecha	No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los resultados de la reparación quirúrgica de la CIA mediante esternotomía media, toracotomía submamaria derecha y toracotomía infraaxilar vertical derecha, pero las dos últimas incisiones presentan un mejor resultado cosmético	– Estudio retrospectivo – Estudio no aleatorizado – Estudio limitado a una única institución – Tamaño muestral pequeño – Falta de seguimiento a largo plazo
E. observacional retrospectivo de cohortes	Criterios de inclusión: – Junio 2014-diciembre 2017 – No otras CC			

<i>Baskett et al. (2003) (22)</i>	N=100	Presentar una serie quirúrgica contemporánea de reparaciones aisladas de CIA para proporcionar un gold standard con el cual se debe comparar el cierre percutáneo	El cierre quirúrgico de la CIA tipo OS se puede lograr de manera confiable sin mortalidad y con una morbilidad mínima. El cierre quirúrgico sigue siendo el método más seguro y confiable para el cierre de la CIA.	– Estudio retrospectivo – Tamaño muestral pequeño – Poca participación (<50%) – Falta de grupo de comparación – No aleatorizado
E. observacional retrospectivo	Criterios de inclusión: – Abril de 1994 a mayo de 2001			

<i>L. Vida et al. (2013) (23)</i>	N=141	Evaluar los resultados de la toracotomía anterolateral derecha cosmética (RALT) en niñas prepúberes sometidas a reparación de comunicación interauricular	RALT es una técnica quirúrgica fiable que combina excelentes resultados estéticos y funcionales en casi todos los pacientes. Con los últimos avances técnicos, es el gold standard para el cierre de CIA en niñas prepúberes.	– Estudio retrospectivo – Estudio en una única institución – Corto periodo de seguimiento
E. observacional retrospectivo	Criterios de inclusión: – Desde enero de 1998 – Toracotomía anterolateral derecha			
<i>Gil-Jaurena et al. (2002) (24)</i>	N=31 (n=15 toracotomía derecha; n=16 esternotomía media)	Comparar los resultados quirúrgicos de la esternotomía media con la toracotomía derecha en el cierre de CIA	El cierre quirúrgico de la CIA a través de toracotomía anterolateral derecha es factible, sin diferencias significativas en cuanto a resultados al compararlo con la esternotomía media.	– Estudio no aleatorizado – Tamaño muestral pequeño – Los primeros 3 casos fueron seleccionados (CIA OS en niñas) ampliando las indicaciones a otros tipos de CIA posteriormente
E. observacional prospectivo	Criterios de inclusión: – Julio 2000-diciembre 2001 – 2 a 16 años			

3.4 Otros

<i>Qin et al. 2019 (7)</i>	N=87 (n=45 cierre percutáneo, n=22; cierre quirúrgico con dispositivo; n=20 cierre quirúrgico)	Comparar 3 formas de cierre de CIA en población pediátrica: cierre percutáneo con dispositivo, cierre quirúrgico con dispositivo y cierre quirúrgico.	No hay diferencias significativas en la tasa de éxito. Sí las hay en el tiempo de clampaje, duración CEC y tiempo quirúrgico.	• Estudio retrospectivo • Estudio no aleatorizado • Estudio en una única institución • Sesgo de selección • Periodos de seguimiento cortos • Tamaño muestral pequeño
E. observacional retrospectivo comparativo	Criterios de inclusión: – Enero-Abril 2018 – No otras CC – Shunt significativo		El tiempo de estancia en UCI, tiempo de ventilación mecánica postoperatoria y duración de la estancia hospitalaria son más cortas en los dos grupos dispositivo. No hay diferencias significativas en las complicaciones.	
<i>Chen et al. (2010) (25)</i>	N= 32 (n=17 cierre quirúrgico con dispositivo; n=15 cierre quirúrgico)	Evaluar la seguridad y viabilidad del cierre intraoperatorio con dispositivo de la comunicación interauricular en bebés	En el grupo quirúrgico con dispositivo en 15/17 lactantes se produjeron complicaciones menores. En el grupo quirúrgico todos los pacientes sufrieron diversas complicaciones menores. El cierre intraoperatorio de la comunicación interauricular con dispositivo es una técnica segura y factible para bebés.	• Estudio no aleatorizado • Información incompleta de algunos pacientes • Estudio limitado a una única institución • País de bajos ingresos
E. observacional prospectivo	Criterios de inclusión: – Enero de 2005-septiembre de 2009 – CIA tipo OS – 3 a 11 meses			

<i>Zhang et al. (2007)(26)</i>	N=43 (n=12 toracotomía lateral derecha con dispositivo; n=11 toracotomía lateral derecha; n=20 toracotomía media)	Comparar el cierre con dispositivo complementado con cirugía con el tratamiento quirúrgico simple en la CIA	El cierre quirúrgico con dispositivo ofrece otro enfoque alternativo para el tratamiento mínimamente invasivo de la CIA. No requiere exposición a rayos X y evita la CEC, reduciendo la cantidad de hemoderivados necesarios.	• Estudio no aleatorizado • Tamaño muestral pequeño • Estudio limitado a una única institución
E. observacional prospectivo	Criterios de inclusión: – Mayo 2005-mayo 2006 – Edad: <2 años			

DISCUSIÓN

La comunicación interauricular (CIA) es una de las cardiopatías congénitas más frecuentes, produciendo un cortocircuito con mezcla de sangre oxigenada y no oxigenada que en algunas ocasiones acarrea consecuencias como dilatación de cavidades derechas y arterias pulmonares e hipertensión pulmonar. En este tipo de situaciones se indica el cierre de CIA, destacando dos técnicas mayoritarias: cierre percutáneo mediante dispositivo y cierre quirúrgico.

Históricamente, la cirugía cardíaca mediante esternotomía media era el tratamiento estándar del cierre de CIA. Sin embargo, en 1976, el grupo de King et al. (6) describieron por primera vez el cierre percutáneo de estos defectos. Desde entonces se han diseñado múltiples dispositivos con diferentes sistemas de implantación, siendo el más popular el *Amplatzer™ septal occluder*. Gracias a estos avances, actualmente el cierre percutáneo se considera el tratamiento de primera línea para las CIAs abordables por este procedimiento.

Esta revisión sistemática reúne una muestra representativa de población pediátrica intervenida de cierre de CIA, con un total de 11249 pacientes incluidos, de los cuales el grupo percutáneo estaba constituido por 7139 niños mientras que el grupo quirúrgico por 4059. Los 51 pacientes restantes constituyen un grupo que se corresponde con una técnica alternativa de cierre de CIA, que fusiona la cirugía y el uso de dispositivo. De la información recabada se desprende un seguimiento medio de 3 años de duración post intervención.

Revisando la literatura para responder al primero de nuestros objetivos, hemos encontrado que ambos abordajes son seguros y eficaces (7), mostrando una mortalidad cercana a cero.

Con respecto a las complicaciones de cada técnica, la revisión sistemática llevada a cabo pone de manifiesto ciertas ventajas inherentes al abordaje percutáneo, las más obvias consisten en evitar la necesidad de bypass cardiopulmonar y de esternotomía con los riesgos que conllevan. Por otro lado, la técnica quirúrgica queda relegada al cierre de CIAs no secundarias o CIAs secundarias con anatomías desfavorables y no subsidiarias de cierre con dispositivo: defectos grandes, bordes insuficientes, defectos cardíacos asociados o una aurícula izquierda insuficiente para acomodar el dispositivo.

Una de las potenciales complicaciones del cierre percutáneo de comunicación interauricular es la embolización del dispositivo. Se hipotetiza que se debe a la selección de un dispositivo demasiado pequeño, a su mal posicionamiento o a unas inadecuadas características anatómicas. Uno de los 45 pacientes incluidos en el estudio de Qiu et al. (7) necesitaron intervención quirúrgica después de la implantación del dispositivo por migración del mismo. Posteriormente se comprobó que el borde inferior de dicha CIA era deficiente para el implante de dispositivo. En el caso de Cha et al. (18) solamente un paciente sufrió embolización de ese dispositivo (0.3%). Jalal et al. (20) describieron complicaciones periprocedimiento importantes en 24 pacientes, de las cuales 10 consistieron en migración del dispositivo: 3 diagnosticados después de las primeras 24 horas y 7 de forma inmediata (0.5%). A pesar de que es una complicación potencialmente grave, es muy poco frecuente, por lo que no nos parece un motivo de peso para no utilizar dicha técnica.

Otra complicación poco frecuente pero potencialmente grave es la erosión cardíaca. Se produce con mayor frecuencia las aurículas o en la aorta, pudiendo causar perforación y secundariamente hemopericardio, taponamiento o fístula aórtica. La mayoría ocurren dentro de los 5 días post procedimiento. Diab et al. (27) encontraron que el sobredimensionamiento del dispositivo y los bordes anterosuperiores deficientes se relacionaban con un mayor riesgo de erosión. Se advirtió sobredimensionamiento en el 31% de los casos pediátricos y deficiencia del borde anterosuperior en el 100%. En dicho estudio concluyeron que la incidencia de erosión era de 0.04-0.23%. Sin embargo, en estudios recientes con una gran cohorte pediátrica, como el de Jalal et al. (20) en el que la media de seguimiento fue de 3,5 años, no se objetivó erosión a medio-largo plazo. De esta información se podría deducir que la erosión cardíaca por dispositivo de cierre de CIA es una complicación muy rara pero potencialmente grave que amenaza la vida. No es posible predecir qué pacientes pueden tener un alto riesgo de sufrirla ya que no se ha identificado una causa clara (28), aunque el sobredimensionamiento y el tamaño del borde anterosuperior parecen jugar un papel clave.

Respecto a las complicaciones operatorias del cierre percutáneo, las más habituales fueron las arritmias transitorias, siendo en muchos de los estudios la única que se presenta (7). Suda et al. (17) en su investigación con 162 pacientes sometidos a cierre de CIA con dispositivo obtuvo que un 6.1% de sus pacientes desarrollaron un bloqueo auriculoventricular y un 3.6% un agravamiento de un bloqueo auriculoventricular de 1º grado preexistente, resultando un total de 4 pacientes con BAV de 1º grado, 4 pacientes con BAV de 2º grado y 2 pacientes con BAV

de 3º grado, recuperando la mayoría una conducción normal en 1-6 meses de forma espontánea. Butera et al. (13) mostraron a un 8% de complicaciones que clasifica como leves (fiebre, bronquitis y fibrilación auricular transitoria) y un 1% de complicaciones que determina como graves (embolización del dispositivo). En la misma línea los pacientes incluidos en el estudio de Bialkowski et al. (9) presentaron un 4,3% de complicaciones leves (dolores transitorios de cabeza) y un 2,1% de complicaciones moderadas (taquicardia supraventricular). Otras complicaciones que aparecen en alguno de los artículos de forma esporádica son: derrame pericárdico sin necesidad de intervención quirúrgica (clasificada como leve), endocarditis e infección pulmonar postoperatoria (clasificadas como graves).

En la revisión sistemática efectuada llama la atención que el porcentaje de complicaciones varía mucho. Por ejemplo, encontramos hasta un 68% de complicaciones en el trabajo de Costa et al. (5) frente a un 16% del estudio de Luo et al. (21). Ambos artículos son estudios observacionales en los que se comparan distintas cohortes de pacientes. Revisando ambas publicaciones concluimos que esta diferencia probablemente se deba a la no estandarización de criterios respecto a que consideramos complicaciones. La publicación de Costa et al. a diferencia de la de Luo et al. incluye como complicaciones: arritmias, edema pulmonar, fiebre, necesidad de transfusiones o inotrópicos, etc. Para poder obtener resultados fehacientes sería interesante que se llegase a un acuerdo en los criterios a tener en cuenta, para así poder evaluar la calidad de dicho procedimiento. Otro factor que pudo dar lugar esta diferencia en el porcentaje de complicaciones es que en el primero de los artículos mencionados el cierre de CIA se realiza mediante esternotomía media, mientras que en el segundo también se incluyen pacientes intervenidos mediante toracotomía submamaria derecha y toracotomía axilar vertical derecha. A pesar de esto, nos decantamos por la primera de las hipótesis, ya que a pesar de que el trabajo de Luo et al. incluyeron intervenciones mínimamente invasivas y esto puede dar lugar a una menor proporción de complicaciones, no son recogidas complicaciones menores interesantes como la fiebre o la necesidad de transfusión, lo que podría infraestimar el mencionado porcentaje de complicaciones.

Las arritmias son la complicación más común, presentándose con una mayor incidencia y gravedad en el grupo quirúrgico, probablemente asociado con la realización de atriectomía, la cicatriz secundaria, la CEC y a la dilatación auricular entre otras. Otras complicaciones frecuentes son el derrame pleural y pericárdico, el edema pulmonar y la neumonía.

En el estudio realizado por Butera et al. (13) hubo un 23.5% de complicaciones menores, ocupando el primer puesto los derrames pericárdicos (4 pacientes), y un 10.5% de complicaciones mayores, incluyendo este grupo: derrame pericárdico con necesidad de drenaje quirúrgico, taponamiento cardíaco, hemiplejia y disfunción ventricular izquierda. La hemiplejia no es una complicación habitual, en este caso se produjo por un embolismo en el cuarto día de postoperatorio. Por otro lado el estudio realizado por Massin et al. (11) demostraron que el deterioro cronotrópico es significativamente menor después del cierre percutáneo de la comunicación interauricular que después del cierre quirúrgico. Siendo por tanto otro factor a favor del tratamiento percutáneo.

En relación con el coste, a pesar de que los dispositivos utilizados son muy caros, el tratamiento con dispositivo resulta ser más barato, probablemente justificado por el menor tiempo de estancia hospitalaria y estancia en UCI, en contraposición con el alto coste del equipamiento y personal que supone la circulación extracorpórea necesaria para el bypass cardíaco (8).

Los pacientes quirúrgicos experimentaron significativamente más complicaciones (34.87%) en comparación con aquellos que fueron tratados con un abordaje percutáneo (7.62%). Formigari et al. estudiaron los resultados postoperatorios en 172 niños con una media de 5.8 años tratados mediante cirugía o dispositivo. Encontraron que la tasa de complicaciones fue mayor en el grupo cerrado quirúrgicamente (24,5%), que el grupo cerrado a través de dispositivo (3,8%). Ooi et al. también coincidieron con un porcentaje significativamente mayor de complicaciones en niños sometidos a intervención quirúrgica en comparación con los tratados de forma percutánea (19.8% vs. 3.7%)(8). En esta misma línea, Pilard et al. (14) obtuvieron resultados similares, con un 40% de complicaciones en el grupo quirúrgico y un 4,5% en el grupo percutáneo. Basándonos en estos datos se concluye que dichas complicaciones son más frecuentes y de mayor gravedad en el grupo quirúrgico, tal y como se describe en la literatura y en otros metaanálisis y revisiones sistemáticas (29).

Respecto a las complicaciones tras el alta hospitalaria, las arritmias también son las más frecuentes, produciéndose $\pm$ 6 meses después del procedimiento. La muestra Jalal et al. (20) incluyeron 8 pacientes que desarrollan arritmia a largo plazo. Otras complicaciones tras el alta son la hipertensión pulmonar, el accidente isquémico transitorio, el dolor de cabeza migrañoso y el dolor torácico atípico sin alteraciones anatómicas (20).

En general, la cirugía se asoció con un tiempo de estancia hospitalaria significativamente más prolongado (6.78 días) en comparación con el cierre del dispositivo (2.16 días). Esto aumenta el valor relativo del abordaje percutáneo y debe tenerse en cuenta en el proceso de toma de decisiones a la hora de elegir una u otra intervención.

Otro de los objetivos consistía en analizar el efecto de la edad y el tamaño del defecto sobre los resultados del cierre de CIA. En este sentido se encontró que los pacientes tratados por vía percutánea eran ligeramente mayores en comparación con el grupo quirúrgico (edad media de 6.59 años vs. 4.49 años, respectivamente). El tamaño medio del defecto fue de 14.36 mm en el grupo percutáneo y de 16.65 mm para el quirúrgico. Para completar información relativa a la muestra sugerimos revisar la **Tabla 2**.

Respecto a la edad, esta fue ligeramente mayor en el grupo percutáneo, con una media de 6.59 años, respecto al quirúrgico, con una media de 4,49 años en el momento de la intervención, lo que puede alterar los resultados del estudio, sin embargo, es poco probable que la edad más joven haya supuesto una mayor incidencia y gravedad de las complicaciones encontradas en el grupo quirúrgico, siendo más probable que se asociara con la naturaleza invasiva de la cirugía cardíaca.

Las recomendaciones sugieren un peso corporal de más de 15 kg para permitir un cierre percutáneo seguro, por lo tanto, el cierre transcáteter de la CIA se pospone hasta la edad de 4 a 6 años. Pilard et al. (14) realizaron un estudio comparando el cierre quirúrgico de CIA con el percutáneo en niños de <15kg, concluyendo que ambas técnicas son seguras y eficaces y coincidiendo con los demás estudios en que la tasa de complicaciones perioperatorias es mayor en el grupo quirúrgico (40%) que en el percutáneo (4,5%) (14). Tanto Jalal et al. (20) como Sharma et al. (19) y Cha et al. (29) coincidieron con los resultados del estudio mencionado anteriormente.

En lo relativo al tamaño de la CIA, resultó ser mayor en el grupo quirúrgico (16.65mm) que en el percutáneo (14.36mm). Esto probablemente se deba a que a partir de cierto tamaño de CIA los dispositivos resultan insuficientes para el cierre, derivando al paciente directamente a cirugía. Butera et al. (13) por ejemplo, derivaron a tratamiento quirúrgico todas las CIAs mayores de 14mm. A pesar de que el tamaño fuese diferente entre ambos grupos, el resto de los parámetros como la relación de flujo pulmonar con el sistémico (Q_p/Q_s) eran equiparables entre ambos grupos. Debido a esto podemos suponer que la diferencia de tamaño de la CIA

entre ambos grupos no fue el motivo de que el grupo quirúrgico presentase una tasa mayor de complicaciones, sino la propia naturaleza de la intervención.

Tras la lectura sistemática de los distintos artículos hemos encontrado otro punto de controversia, centrado en la definición de CIA satisfactoriamente cerrada.

La tasa de CIA satisfactoriamente cerrada de forma percutánea ronda el 97,7% inmediatamente después de la intervención y del 100% al año (18)(20)(25). Existe controversia respecto a lo que consideramos un “cierre exitoso”. Autores como Qiu et al. (7) marcaron el límite en un shunt residual $<2\text{mm}$ y sin embargo otros como Da Costa et al. (5) en un shunt $<4\text{mm}$. Teniendo en cuenta que con el tiempo el shunt se reduce ¿Se podría considerar que un shunt de 5mm no es un éxito de cierre percutáneo? ¿De qué depende ese punto de corte? ¿Dónde se establece y por qué difiere en los distintos estudios? Sería interesante llegar a un consenso con respecto de qué se considera una CIA satisfactoriamente cerrada para homogeneizar los resultados de todos los estudios.

En lo relativo a la tasa de CIA satisfactoriamente cerrada de forma quirúrgica fue de prácticamente el 100% (7). Como ventaja, esta técnica no presenta en la mayoría de las ocasiones shunt residual.

La principal limitación de esta revisión fue la calidad metodológica de los artículos incluidos. La mayor parte de la evidencia encontrada procede de estudios observacionales de baja calidad, retrospectivos o con tamaños muestrales pequeños. Por otro lado, no incluimos ningún artículo aleatorizado, debido a que son los progenitores/tutores los que, una vez que tienen todo el conocimiento a su disposición sobre ambas técnicas, eligen el tratamiento que prefieren para sus hijos (siempre y cuando no exista ninguna contraindicación o riesgo añadido). Según Bialkowski et al. (30), los padres casi invariablemente preferían el cierre percutáneo de las CIA, a pesar de la ausencia de experiencia a largo plazo con este tratamiento en 2003. Esto probablemente se deba a los notables beneficios que presenta esta técnica respecto a la cirugía. Se plantea como objeto de debate si este sesgo de selección podría modificar o no las tasas de complicaciones.

Otra limitación a tener en cuenta fue la ausencia de seguimiento a largo plazo, lo que se debió en algunos casos a la pérdida de seguimiento.

También supone una limitación el hecho de no contar con criterios estandarizados respecto a qué consideramos un shunt residual significativo. Sería interesante llegar a un consenso al respecto como comentamos previamente.

Previamente se han realizado revisiones sistemáticas y metaanálisis (29)(31)(32) comparando las dos formas de tratamiento, sin embargo, ninguna fue realizada exclusivamente en población pediátrica, por lo que como futura línea de investigación nos gustaría remarcar la importancia de realizar estudios independientes en población pediátrica, ya que la edad es un factor relevante que puede influir en los resultados y en el manejo de cada paciente.

Por otra parte, los resultados de prácticamente la totalidad de estudios incluidos se basan en el tipo de CIA más común, la CIA tipo ostium secundum. Sería interesante contar con más literatura que trate sobre el tratamiento de los otros tipos de CIA y sus resultados con las diferentes opciones disponibles.

Aunque no es objeto de nuestra investigación, cabe mencionar que en tres de los artículos (7)(25)(26) se describe un tratamiento alternativo que combina el uso de dispositivo con la cirugía mínimamente invasiva, a través de una toracotomía submamaria anterior. El beneficio significativo que ofrece es evitar la CEC, reduciendo así al máximo la necesidad de derivados sanguíneos. A mayores no requiere exposición a rayos X, no tiene limitaciones vasculares, su incisión es de menor tamaño y existe la posibilidad de colocar una sutura de “aurícula izquierda-occludor-aurícula derecha” a través de la incisión para fijar el ocluidor y así impedir su embolización (7). Sería interesante profundizar en este campo de investigación y en sus posibles recomendaciones.

Por otra parte, en el estudio realizado por Onan et al. (33) sobre la cirugía cardíaca robótica menciona que dicha técnica ha demostrado ser viable en población adulta, pero al igual que en las anteriores técnicas, la investigación realizada en población pediátrica es insuficiente para poder recomendar la cirugía cardíaca robótica en niños, por lo que también se plantea un nuevo horizonte para la investigación en esta línea.

CONCLUSIONES

1. Tanto el tratamiento percutáneo con dispositivo como el quirúrgico han demostrado ser técnicas seguras y efectivas en el cierre de CIA, con una tasa de mortalidad cercana a 0 en ambos casos.
2. El tratamiento percutáneo presenta ventajas sobre el quirúrgico como un menor tiempo de estancia hospitalaria, menos complicaciones y más leves, menor coste y un mejor resultado estético.
3. A pesar de que el cierre percutáneo de CIA ha demostrado muy buenos resultados se han descrito complicaciones tardías como la erosión cardíaca, lo que supone que los pacientes intervenidos mediante esta técnica precisen de un seguimiento indefinido.
4. Mientras que el abordaje percutáneo presenta limitaciones relacionadas con el tamaño del defecto o una anatomía favorable, la cirugía no tiene límites, por tanto, no deja de ser un procedimiento complementario al percutáneo.
5. Respecto a la edad, esta fue mayor en el grupo percutáneo. Es poco probable que la edad más joven haya supuesto una mayor incidencia y gravedad de las complicaciones encontradas en el grupo quirúrgico.
6. En lo referente al tamaño de la CIA, resultó ser mayor en el grupo quirúrgico que en el percutáneo. Esto probablemente se deba a que a partir de cierto tamaño de CIA los dispositivos resultan insuficientes para el cierre, derivando al paciente directamente a cirugía. No disponemos de información suficiente como para relacionar el tamaño de la comunicación interauricular en el éxito o fracaso de ambos abordajes.
7. La evidencia disponible se basa en artículos de calidad limitada. Sería interesante realizar ensayos clínicos que aumenten la fiabilidad de los resultados obtenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Albert Brotons. *Cardiología pediátrica y cardiopatías congénitas del niño y del adolescente*. 1ª edición VL. 1. 2015. 394 p. Grupo CTO
2. Fernando Rueda, Pablo Pazos. *Introducción a la ecocardiología en patologías congénitas*. 1ª edición. 2012. 148 p. NINO-Centro de impresión digital.
3. Wernovsky G, Anderson RH, Kumar K, Mussatto K, Redington AN, Tweddell JS, et al., editors. *Anderson's pediatric cardiology*. Fourth edition. Philadelphia: Elsevier; 2020. 1599 p.
4. Myung K. Park. *Cardiología pediátrica*. 6ª. Elsevier; 2015. 688 p.
5. Costa RND, Ribeiro MS, Pereira FL, Pedra SRF, Jatene MB, Jatene IB, et al. Percutaneous versus Surgical Closure of Atrial Septal Defects in Children and Adolescents. *Arq Bras Cardiol* [Internet]. 2013 [cited January 31, 2024]; Available at: <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/abc.20130059>
6. King TD, Thompson SL, Steiner C, Mills NL. Secundum atrial septal defect. Nonoperative closure during cardiac catheterization. *JAMA*. June 7, 1976;235(23):2506–9.
7. Qiu HF, Chen Q, Hong ZN, Chen LW, Huang XS. Transcatheter and intraoperative device closure and surgical repair for atrial septal defect. *J Cardiothorac Surg*. July 19, 2019;14(1):136.
8. Ooi YK, Kelleman M, Ehrlich A, Glanville M, Porter A, Kim D, et al. Transcatheter Versus Surgical Closure of Atrial Septal Defects in Children: A Value Comparison. *JACC Cardiovasc Interv*. January 11, 2016;9(1):79–86.
9. Bialkowski J, Karwot B, Szkutnik M, Banaszak P, Kusa J, Skalski J. Closure of atrial septal defects in children: surgery versus Amplatzer device implantation. *Tex Heart Inst J*. 2004;31(3):220–3.
10. Castaldi B, Vida VL, Argiolas A, Maschietto N, Cerutti A, Gregori D, et al. Late Electrical and Mechanical Remodeling After Atrial Septal Defect Closure in Children: Surgical Versus Percutaneous Approach. *Ann Thorac Surg*. July 2015;100(1):181–6.
11. Massin MM, Dessy H, Malekzadeh-Milani SG, Khaldi K, Topac B, Edelman R. Chronotropic impairment after surgical or percutaneous closure of atrial septal defect. *Catheter Cardiovasc Interv Off J Soc Card Angiogr Interv*. March 1, 2009;73(4):564–7.
12. Formigari R, Di Donato RM, Mazzer E, Carotti A, Rinelli G, Parisi F, et al. Minimally invasive or interventional repair of atrial septal defects in children: experience in 171 cases and comparison with conventional strategies. *J Am Coll Cardiol*. May 2001;37(6):1707–12.
13. Butera G, Lucente M, Rosti L, Chessa M, Micheletti A, Giamberti A, et al. A comparison between the early and mid-term results of surgical as opposed to percutaneous closure of defects in the oval fossa in children aged less than 6 years. *Cardiol Young*. February 2007;17(1):35–41.

14. Pilard C.-M., Villemain O., Laforest G., Roubertie F., Thambo J.-B., Jalal Z. Outcomes Following Closure of Secundum Atrial Septal Defect in Children ≤ 15 kg in a French Tertiary Centre. *J Clin Med*. 2024;13(1):198.
15. Molaei A., Ghaffari S., Anvari S., Partovi M.R. Comparison of the results of secundum atrial septal defect closure by transcatheter and open-heart surgery in the north west of iran. *Crescent J Med Biol Sci*. 2021;8(1):77–80.
16. 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*. February 15, 2005;45(4):505–7.
17. Suda K, Raboisson MJ, Piette E, Dahdah NS, Miró J. Reversible atrioventricular block associated with closure of atrial septal defects using the Amplatzer device. *J Am Coll Cardiol*. May 5, 2004;43(9):1677–82.
18. Cha SG, Kim MJ, Baek JS, Yu JJ, Kim YH. Procedural Predictors and Outcomes of Percutaneous Secundum Atrial Septal Defect Closure in Children Aged <6 Years. *Circ J*. August 25, 2021;85(9):1527–34.
19. Sharma B., Pinto R., Dalvi B. Transcatheter closure of atrial septal defect in symptomatic children weighing ≤ 10 kg: Addressing unanswered issues from a decade of experience. *Ann Pediatr Cardiol*. 2020;13(1):4–10.
20. Jalal Z, Hascoët S, Gronier C, Godart F, Mauri L, Dauphin C, et al. Long-Term Outcomes After Percutaneous Closure of Ostium Secundum Atrial Septal Defect in the Young. *JACC Cardiovasc Interv*. April 2018;11(8):795–804.
21. Luo ZR, Chen Q, Yu LL, Chen LW, Huang ZY. Comparative Study between Surgical Repair of Atrial Septal Defect via Median Sternotomy, Right Submammary Thoracotomy, and Right Vertical Infra-Axillary Thoracotomy. *Braz J Cardiovasc Surg*. June 1, 2020;35(3):285–90.
22. Baskett RJF, Tancock E, Ross DB. The gold standard for atrial septal defect closure: current surgical results, with an emphasis on morbidity: Pediatric cardiology. *Pediatr Cardiol*. September 2003;24(5):444–7.
23. Vida VL, Tessari C, Fabozzo A, Padalino MA, Barzon E, Zucchetta F, et al. The evolution of the right anterolateral thoracotomy technique for correction of atrial septal defects: cosmetic and functional results in prepubescent patients. *Ann Thorac Surg*. January 2013;95(1):242–7.
24. Gil-Jaurena JM, Murtra M, Gonçalves A, Miró L, Vilá R, García-Górriz M. [Comparative study of thoracic approaches in atrial septal defect closure]. *Rev Esp Cardiol*. November 2002;55(11):1213–6.
25. Chen Q, Chen LW, Cao H, Zhang GC, Chen DZ, Zhang H. Intraoperative device closure of atrial septal defect in infants. *Ann Thorac Surg*. April 2010;89(4):1250–4.
26. Zhang H, Li S jun, Li Y qing, Wang H, Hu S shou. Open-chest device closure for the minimally invasive management of atrial septal defect in young children. *Heart Surg Forum*.

2007;10(2):E125-128.

27. Diab K, Kenny D, Hijazi ZM. Erosions, erosions, and erosions! Device closure of atrial septal defects: How safe is safe? *Catheter Cardiovasc Interv.* 2012;80(2):168–74.
28. Crawford GB, Brindis RG, Krucoff MW, Mansalis BP, Carroll JD. Percutaneous atrial Septal Occluder devices and cardiac erosion: A review of the literature. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2012;80(2):157–67.
29. Chambault AL, Olsen K, Brown LJ, Mellor SL, Sorathia N, Thomas AE, et al. Transcatheter versus surgical closure of atrial septal defects: a systematic review and meta-analysis of clinical outcomes. *Cardiol Young.* January 2022;32(1):1–9.
30. Bialkowski J, Kusa J, Szkutnik M, Kalarus Z, Banaszak P, Bermúdez-Cañete R, et al. [Percutaneous catheter closure of atrial septal defect. Short-term and mid-term results]. *Rev Esp Cardiol.* April 2003;56(4):383–8.
31. Mylonas KS, Ziogas IA, Evangeliou A, Hemmati P, Schizas D, Sfyridis PG, et al. Minimally Invasive Surgery vs Device Closure for Atrial Septal Defects: A Systematic Review and Meta-analysis. *Pediatr Cardiol.* June 2020;41(5):853–61.
32. Villablanca PA, Briston DA, Rodés-Cabau J, Briceno DF, Rao G, Aljouadi M, et al. Treatment options for the closure of secundum atrial septal defects: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol.* August 15, 2017;241:149–55.
33. Onan B, Aydin U, Kadirogullari E, Onan IS, Sen O. Totally Endoscopic Robotic-Assisted Cardiac Surgery in Children. *Artif Organs.* 2019;43(4):342–9.