



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
COORDINACIÓN DE EDUCACION E INVESTIGACIÓN EN SALUD  
CENTRO MÉDICO NACIONAL DE OCCIDENTE  
UMAE HOSPITAL DE PEDIATRÍA**

**“Prevalencia de complicaciones asociadas a cierre percutáneo de comunicación interventricular en la unidad médica de alta especialidad de pediatría CMNO de marzo 2018 a julio 2022”**

Tesis

para obtener el grado de especialista en  
**CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA**

**PRESENTA**

Dr. Oscar Johan Vásquez Lara

**DIRECTOR DE TESIS**

Dr. Lorenzo Gutiérrez Cobian  
Médico Cardiólogo Pediatra e Intervencionismo.

Guadalajara; Jalisco 2023.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

**Biblioteca Central**

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM



**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.



GOBIERNO DE  
MÉXICO



DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Y EVALUACIÓN  
Unidad de Comunicación Social

**DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD**

**AUTORIZACIÓN**

**COMITÉ LOCAL DE INVESTIGACIÓN EN SALUD**

**R-202-1302-054**

En virtud de haber terminado de manera satisfactoria su tesis y contar con el aval de su director de tesis para obtener el grado de especialista en:

**CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA**

SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DE TESIS DEL ALUMNO.

**DR. OSCAR JOHAN VÁSQUEZ LARA**

**“PREVALENCIA DE COMPLICACIONES ASOCIADAS A CIERRE PERCUTÁNEO DE COMUNICACIÓN INTERVENTRICULAR EN LA UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD DE PADIATRÍACMNO DE MARZO 2018 A JULIO 2022.”**

**DIRECTOR DE TESIS**

**DR. LORENZO GUTIÉRREZ COBIÁN**

---

**ENCARGADA DIRECCION DE EDUCACION E INVESTIGACION EN SALUD**

**DRA. HORACIA CELINA VELARDE SCULL**

## IDENTIFICACIÓN DE AUTORES

### **Investigador principal**

Dr. Oscar Johan Vásquez Lara

Médico Residente del 2º año de la Especialidad de Cardiología Pediátrica

UMAЕ, Hospital de Pediatría, CMNO

Calle Monte Parnaso 1257 Col. Independencia.

CP 44340, Guadalajara, Jalisco.

Matricula: 991454983

Teléfono: 228 210 0060

Correo electrónico: ojvl\_54@hotmail.com

### **Investigador colaborador**

Dr. Lorenzo Gutiérrez Cobian

Médico Cardiólogo Intervencionista Pediátrico

Av. Belisario Domínguez No. 735 Col. Independencia

CP 44340, Guadalajara, Jalisco

Matrícula 98361218

Teléfono: 333 178 3371

Correo electrónico: lozo777@hotmail.com

## ABREVIATURAS

- AHA.- American Heart Association
- BAV. Bloqueo aurículo ventricular
- Canal AV. – Canal aurículo ventricular
- CC.- cardiopatía congénita
- CIA. - Comunicación inter auricular
- CIV: comunicación interventricular
- CMNO. - Centro Médico Nacional de Occidente
- Corto circuito I-D.- Corto circuito izquierda a derecha
- CSIV. - Complejo del septum interventricular
- DCSIV. - Defecto del complejo septal interventricular
- DE. – Desviación estándar
- ECG. - Electrocardiograma
- ETE. - Ecocardiograma transefágica
- ETT. – Ecocardiograma transtorácica
- HAP. – Hipertensión arterial pulmonar
- IAO. – Insuficiencia aortica
- IMSS. - Instituto Mexicano Del Seguro Social
- NYHA.- New York Heart Association
- OTSVD. - Obstrucción al tracto de salida del ventrículo derecho
- OTSVI. – Obstrucción al tracto de salida del ventrículo izquierdo
- PCA. - persistencia del conducto arterioso
- PM. – Perimembranosa
- Qp. - Flujo pulmonar
- Qs. - Flujo sistémico
- RNM. - Resonancia magnética
- RVP. - Resistencias vasculares pulmonares
- TAPSE.- (Tricuspid Annular Systolic Displacement) Excursión sistólica del plano valvular triuspídeo
- TE. - Tiempo de Eyección
- TRI. - Tiempo de Relajación Isovolumétrica
- UMAE. - Unidad Médica de Alta Especialidad
- UW. – Unidades Wood
- VD.- Ventrículo Derecho
- VI.- Ventrículo Izquierdo

## ÍNDICE

<b>HOJAS DE AUTORES</b> .....	2
<b>ABREVIATURAS</b> .....	3
<b>RESUMEN</b> .....	6
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	8
<b>MARCO TEORICO</b> .....	10
Historia.....	10
Epidemiología.....	14
Embriogénesis.....	16
Anatomía.....	17
Fisiopatología.....	20
Cierre espontáneo.....	24
Manifestaciones clínicas.....	25
Diagnostico.....	28
Tratamiento.....	37
Tratamiento médico.....	37
Tratamiento quirúrgico.....	38
Tratamiento mediante cierre percutaneo.....	40
<b>ANTECEDENTES</b> .....	46
<b>JUSTIFICACION</b> .....	49
MAGNITUD.....	49
TRASCENDENCIA.....	49
FACTIBILIDAD.....	50
VULNERABILIDAD.....	51
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	52
<b>PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	54
<b>OBJETIVOS</b> .....	55
<b>GENERAL</b> .....	55
<b>ESPECIFICOS</b> .....	55
<b>MATERIAL Y METODOS</b> .....	56
<b>CRITERIOS</b> .....	57
Criterios de inclusión.....	57
Criterios de exclusión.....	57
<b>MUESTRA</b> .....	58

<b>VARIABLES</b> .....	58
<b>OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES</b> .....	60
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO</b> .....	64
<b>ANALISIS ESTADISTICO</b> .....	65
<b>ASPECTOS ETICOS</b> .....	66
<b>RECURSOS</b> .....	69
<b>RECURSOS HUMANOS</b> .....	69
<b>RECURSOS FISICOS</b> .....	69
<b>RECURSOS MATERIALES:</b> .....	69
<b>FINANCIEROS</b> .....	69
<b>RESULTADOS</b> .....	70
<b>DISCUSIÓN</b> .....	76
<b>ANEXO 1. Hoja de recolección de datos para el estudio “DETECCIÓN DE COMPLICACIONES ASOCIADAS A CIERRE PERCUTÁNEO DE COMUNICACIÓN INTERVENTRICULAR EN LA UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD DE PEDIATRÍA CMNO DE MARZO 2018 A JULIO 2022”.</b> .....	80
<b>ANEXO 2. Solicitud de excepción de la carta de consentimiento informado</b> .....	70
<b>ANEXO 3. Carta de confidencialidad</b> .....	72
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	73

## RESUMEN

**Objetivos:** Reportar la prevalencia de complicaciones asociadas a cierre percutáneo de comunicación interventricular en la unidad médica de alta especialidad de pediatría CMNO de marzo 2018 a julio 2022

**Material y métodos:** Diseño del estudio: Retrospectivo observacional

Universo de estudio: Expedientes de pacientes atendidos en el servicio de Cardiología Pediátrica marzo del 2018 a julio 2022

Entre el mes de marzo de 2018 a julio de 2022, se reporta, en el servicio de intervencionismo cardiaco pediátrico de la UMAE de pediatría de Centro Médico Nacional de Occidente, un total de 47 pacientes pediátricos que han sido llevados a cierre exitoso de comunicación interventricular por cateterismo. Se incluyó a la totalidad de los expedientes de estos paciente en el presente estudio, de los cuales se reporta seguimiento de los mismos por parte del servicio de cardiología en la consulta externa con una mediana de 22.6 meses (1-53 meses).

**Resultados:** Se recolectaron un total de 53 expedientes de pacientes, en los cuales se reporta que el procedimiento fue abortado en 3 pacientes, por lo que se excluyen del total de intentos de cierre y se consideró no exitoso en 3 pacientes más (6%), con lo que se obtuvo una tasa de éxito del 94% (n=47). Los defectos interventriculares de los pacientes presentaban una media de 5.3mm, en su eje mayor (rango de 2mm- 12mm), medidos mediante angiografía y siendo de tipo perimembranoso con un 81% (n=38), seguidos de los defectos en la porción media con 13% (n=6), apical 4% (n= 2) y en porción posterior 2% (n=1),. De los 47 cierres de CIV que se reportan como exitosos se realizaron por vía anterógrada un 47% (n=22) y por vía retrógrada 53% (n=25). En las primeras 48 horas post-procedimiento se reportaron 4 casos con Insuficiencia aórtica mínima e insuficiencia tricuspídea leve, con edades de 3,8,13, y 12 años, en el seguimiento no se reporta incremento de las insuficiencias, con remisión completa en los pacientes de 3 y 12 años. Un paciente de 14 años presentó insuficiencia tricuspídea leve, *de novo* que durante el seguimiento posterior no ha presentado incremento de la insuficiencia. Un paciente de 15 años presentó insuficiencia aórtica leve, en el control posterior a



un año no presenta incremento del gradiente de insuficiencia, dilatación de cavidades ni deterioro de la clase funcional I de la NYHA. Se encontró bloqueo aurículo ventricular de primer grado en un paciente de femenino de 7 años a los 34 meses del intervencionismo, con paciente en clase funcional I de la NYHA, reportándose asintomática en lo cardiovascular. Sólo un paciente masculino de 8 años presentó *de novo* bloqueo aurículo ventricular completo a los 28 meses de seguimiento, con presencia de disfunción plurivalvular registrada en ecocardiograma, sin deterioro de la función cardiaca ni de la clase funcional, por lo que de manera programada tuvo que ser llevado a colocación de marcapasos permanente sin complicaciones.

**Conclusiones.** En el periodo inmediato la mayor prevalencia de complicaciones asociadas a la colocación de dispositivo fue la presencia de fugas leves peridispositivo en un total de 6 (12% de los cierres exitosos), pacientes que corrigieron o disminuyeron con la epitelización del mismo en los controles posteriores; insuficiencias valvulares mínimas o leves, siendo implicadas la válvula aórtica y/o la válvula tricúspide en un total de 6 casos. Se encontró bloqueo aurículo ventricular de primer grado en un paciente de femenino (2% de los cierres exitosos) de 7 años a los 34 meses de realizado el procedimiento. Sólo un paciente masculino (2% de los cierres exitosos) de 8 años presentó *de novo* bloqueo aurículo ventricular completo a los 28 meses de seguimiento

## INTRODUCCIÓN

Las cardiopatías congénitas son un grupo de enfermedades caracterizado por la presencia de alteraciones estructurales del corazón producidas por defectos en la formación del mismo durante el periodo embrionario. Dentro del amplio abanico de dichas patologías, la comunicación interventricular (CIV) es la cardiopatía congénita más común que representa aproximadamente el 20% de todos los defectos cardíacos congénitos de forma aislada(1). Aunque las CIV pueden ocurrir en cualquier parte del tabique interventricular, la mayoría son perimembranasas. El resto son musculares (entrada, posterior, medio, salida o anterior en ubicación, mientras que menos del 10% son supracristal. En casos muy raros, se pueden adquirir CIV, como la ruptura del tabique ventricular después de un infarto de miocardio.

El tratamiento de los defectos del tabique interventricular, se centra en el cierre del mismo, comúnmente mediante cirugía a corazón abierto bajo derivación cardiopulmonar. Aunque el cierre quirúrgico de una CIV es realizado por cirujanos cardíacos experimentados en hospitales cardíacos dedicados, sigue existiendo el riesgo de lesión miocárdica relacionada con el bypass, bloqueo atrioventricular completo, transfusión de sangre, unidad de cuidados intensivos, hospitalización más prolongada y mayores posibilidades de desarrollar infecciones postoperatorias en comparación con las intervenciones no quirúrgicas(2).

El cierre transcatóter de la CIV con un dispositivo es una alternativa a la cirugía en variantes anatómicas seleccionadas de CIV. La principal ventaja de los recientes avances en el cierre percutáneo del dispositivo es que reduce significativamente la estancia hospitalaria(3).

La primera experiencia reportada en la literatura en 1989 con el cierre percutáneo (4)de un defecto interventricular con un dispositivo diseñado para dicho propósito hasta el día de hoy se ha evolucionado exponencialmente en éste procedimiento, con minimización de complicaciones pre, inter y posintervencionismo, lo que a nivel mundial le ha colocado como un procedimiento ampliamente aceptado por la

comunidad médica por los amplios beneficios que conlleva, sin embargo, a nivel doméstico, en México aun se cuenta con poca experiencia, relativo a grandes centros a nivel internacional con respecto al cierre percutáneo de defectos interventriculares.

El atractivo del cierre percutáneo radica en evitar el bypass cardiopulmonar y la esternotomía, una estancia hospitalaria más corta y un menor costo. El principal inconveniente ha sido la prevalencia de complicaciones asociadas al cierre percutáneo derivadas tanto de la técnica como de las características propias de los dispositivos(5).

Los estudios de seguimiento de pacientes que han tenido cierre percutáneo de CIV se han limitado a <10 años en contraste con el seguimiento del cierre quirúrgico de los CIV, que ahora está llegando a 57 años(6).

En esta unidad médica de alta especialidad en pediatría, perteneciente al centro médico nacional de occidente del IMSS, el servicio de cardiología y hemodinámica ha realizado el cierre percutáneo de comunicación interventricular desde 2018 y hasta la fecha se cuenta con casi media centena de casos que son objeto de estudio del presente trabajo e investigación con el fin de dar seguimiento a los pacientes con enfoque en la detección de las complicaciones más frecuentes asociadas al cierre percutáneo con el fin de establecer dicho procedimiento como una alternativa viable a la intervención quirúrgica.

## MARCO TEORICO

Las cardiopatías congénitas (CC) es un concepto que engloba todos aquellos defectos que se presentan durante la embriogénesis de la estructura cardiaca. El resultado de éstos defecto se presenta como un abanico muy amplio variedades y malformaciones anatómica con repercusiones funcionales, en forma de cortocircuitos, conexiones anómalas, malposiciones y de manera ulterior el malfuncionamiento tanto del órgano cardiaco en sí mismo asociado, asociado tarde o temprano al fracaso del sistema circulatorio, respiratorio y un fracaso multiorgánico.

Las clasificaciones que se han propuesto a lo largo del tiempo para las cardiopatías congénitas son muchas y variadas. Como consenso general tomamos en cuenta tanto la saturación arterial de oxígeno final, así como el volumen cualitativo del flujo sanguíneo a nivel del lecho vascular pulmonar, y con base en ello se inicia el abordaje tanto diagnóstico como terapéutico de las cardiopatías congénitas, el cual tiene una amplia gama de posibilidades, que se desarrollan en relación a las características propias de cada defecto, que puede ser desde formas leves detectadas hasta la edad adulta o incluso tratarse de cardiopatías que por su comportamiento hemodinámico son incompatibles con la vida o comprometer la misma a corto plazo(7), ya sea por su propia naturaleza o en asociación con síndromes genéticos, en términos generales, aproximadamente 2 o 3 de cada 1000 recién nacidos presenta una CC sintomática en el primer año de vida(8).

### Historia

Desde hace varios siglos ya se describían tanto en la historia como en la literatura personajes con características clínicas que, con el conocimiento actual, podríamos asociar a cardiopatías congénitas. Como tal las primeras descripciones de disecciones anatómicas de las CC comienzan con el italiano Alessandro Benedetti (1420-1525) fue el primero en describir la dextrocardia, mientras que Giulio Aranzio (1539-1619) descubrió el conducto arterioso permeable en el feto. En pleno Renacimiento, Leonardo da Vinci realizó en su "Quaderni d' Anatomia" un notable

dibujo donde se observa y señala una comunicación interauricular. La tetralogía de Fallot, una cardiopatía congénita clásica, es la entidad clínica que presenta un parteaguas, de cierto modo, ya que ésta malformación fue descrita por primera vez por Niel Stensen en 1672; luego vendrían las descripciones de Edward Sandifort (1777), William Hunter (1784), Farre (1814), Peacock (1866) y Roger (1879) con los mismos hallazgos de estenosis pulmonar, comunicación interventricular, cabalgamiento de la aorta e hipertrofia del ventrículo derecho. No fue sino hasta 1888 que Etienne-Louis Arthur Fallot escribió su brillante monografía de la “Maladie Bleue”. Finalmente toma el epónimo de “Tetralogía de Fallot” en honor al mismo que hizo por primera vez la correlación entre los hallazgos anatómicos y los datos clínicos. La correlación es uno de los ejes en los que gravita el ejercicio de la medicina y el trabajo de Fallot despertó la atención de los clínicos de la cardiología y la pediatría(9)

Dentro del vasto abanico de cardiopatías congénitas, el objeto del presente estudio se centra en los defectos del tabique interventricular. Desde la perspectiva histórica del estudio de los defectos del tabique interventricular el 21 de octubre de 1879, Henri Roger describió los hallazgos clínicos y auscultatorios en seis pacientes acianóticos con un soplo, y el hallazgo casual de la autopsia de un defecto septal ventricular en un niño a quien nunca había visto en vida. Él, en sus propias palabras, "aplicó inmediatamente el hallazgo de la anatomía mórbida" y concluyó que el soplo en sus pacientes acianóticos y asintomáticos era el signo patognomónico de CIV (10), si bien la CIV era bien reconocida como parte de una enfermedad cardíaca congénita compleja, Roger apreció que, a diferencia de la enfermedad cianótica, la malformación del septum interventricular que posteriormente llevaría su nombre, como “Maladie du Roger”, era totalmente compatible con una vida normal. Como antecedente de los trabajos de Roger, en 1847 Eisenmenger describe los hallazgos post-mortem al estudiar el corazón de un paciente cianótico de 32 años, notó la presencia de una CIV grande con una aorta predominante pero en ausencia de estenosis subpulmonar(11). Fue mucho más tarde que Abbott y Selzer formularon la fisiopatología características de la CIV y en 1897 Dalrymple es el primero en acuñar esta entidad con el término de complejo de Eisenmenger (11). Heath y

Edwards en 1958 describen los cambios morfológicos asociados a la enfermedad vascular pulmonar (12), que se comprendería como la complicación ulterior del cortocircuito producido por la comunicación interventricular y cuyos efectos han sido el motivo de estudio y desarrollo de técnicas de cierre de dicho defecto que comprende tanto las aproximaciones por cierre quirúrgico con parches y las técnicas de cierre percutáneo descritas desde hace ya tres décadas a nivel mundial.

Desde la descripción por Roger de las características y complicaciones clínicas de los defectos del tabique interventricular, pasaron más de cien años para la llegada de una propuesta tangible de reparación quirúrgica, entrado en la era de la intervención quirúrgica, que comenzó en 1952, cuando Muller y Dammann colocaron una banda en el tronco de la arteria pulmonar con el fin de limitar el flujo de sangre a los pulmones en un paciente con un CIV(13). Se realizó la primera reparación quirúrgica por Lillehei y sus colaboradores en 1954, para su consecución utilizaron una bomba de circulación extracorpórea. El desarrollo de la máquina “corazón-pulmón” y el bypass cardiopulmonar condujo rápidamente a una mayor difusión de la técnica quirúrgica descrita e incremento del reporte de los resultados clínicos exitosos. DuShane y colaboradores habían demostrado para 1956, que la reparación transventricular podría realizarse con una tasa de mortalidad aceptable, mientras que Stirling y sus colaboradores demostraron que el cierre podría ser realizado transauricularmente, evitando así una ventriculotomía, lo cual tenía como resultado menor tasa de falla cardíaca, disfunción ventricular y presencia de arritmias en el trans y posquirúrgico (14) En 1961, Kirklin y asociados y más tarde Sigmann y asociados informaron sobre el éxito de la reparación en bebés(15), un enfoque que en la mayoría de los casos obvia la necesidad de bandas paliativas. Informes posteriores de Okamoto en el año de 1969 y Barratt-Boyes en 1976 establecen la viabilidad de la reparación en lactantes usando hipotermia profunda y paro circulatorio. Y así en algo más de 20 años desde los primeros intentos de Muller y Dammann en 1952 se había vuelto una opción, viable aunque aún con mucho camino por recorrer, la posibilidad de un cierre del defecto. Sin embargo, la reparación quirúrgica está inevitablemente asociada con el riesgo potencial de

secuelas neurológicas, morbilidad completa bloqueo auriculoventricular (OGVc), cicatrices quirúrgicas y retraso recuperación (16)

El intervencionismo cardíaco tiene sus bases en 1711, cuando el reverendo Stephen Hales realizó el primer cateterismo cardíaco en un caballo. Los resultados fueron publicados en su trabajo: "Hydraulic and Hydrostatical Experiments made on the Blood and Blood-Vessels of Animals". El propio término "cateterismo cardíaco" fue acuñado por el médico francés Claude Bernard en 1844(17), y aparece en el panorama de la medicina hasta 1929 con los trabajos de Dr Werner Forssmann(18), estudiante de cirugía que se autocateteriza la aurícula izquierda con una sonda urinaria desde una acceso braquial y para 1968 ya se emplea en pacientes pediátricos con fines intervencionistas por el Dr. Rashkind (19) con la realización de la atrioseptostomía con balón, luego las aportaciones del Dr. Andreas Grüntzig (20) con el desarrollo de los balones percutáneos para plastias coronarias que sentaron las bases para que en 1989 se reportara el primer cierre percutáneo de comunicación interventricular por el padre de la cardiología intervencionista pediátrica, el Dr. Charles E. Mullins y su colaborador el Dr. Martin O'Laughlin (4,21). En 1995 el radiólogo austriaco Kurt A. Amplatz (22,23) desarrolla el primer dispositivo especialmente diseñado para cierre septal interauricular y posteriormente para cierre de CIV, comenzado un crecimiento exponencial en el desarrollo de nuevas técnicas y dispositivos que poco a poco han ido comparándose en resultados contra los reporte de cierres quirúrgicos, pero aún en proceso de estandarización a nivel internacional como una opción plenamente viable, en lo médico y económico para los grandes centros de referencia (24).

Tras el desarrollo en las últimas tres décadas de dispositivos especializados y técnicas cada vez más depuradas de cierre intervencionista de los defectos del tabique interventricular, se ha buscado establecer protocolos que lo conviertan en una alternativa viable y segura a la reparación quirúrgica convencional y cada vez más se ha aplicado en la última década, especialmente en casos con defectos perimembranosos y defectos musculares.

## Epidemiología

De acuerdo a lo reportado en la literatura mundial; las cardiopatías congénitas, independientemente de las características, complicaciones propias y pronóstico de las mismas, se presentan aproximadamente en 8 de cada 1000 recién nacidos vivos (7). Si tomásemos en cuenta su prevalencia en los mortinatos, en el estudio post mortem, dicha Prevalencia escala exponencialmente hasta el 2 %, y en los abortos oscila entre 10-25 %, y tal cifra únicamente tomando en cuenta aquellos fetos en los que se realiza análisis de la causa o que fueron diagnosticados in útero, previo al aborto, en el grupo etario de los lactantes prematuros, la prevalencia ronda el 2 %.

(1). Aunado a lo anterior, se ha estudiado durante mucho tiempo la estrecha relación que guardan las anomalías congénitas como determinados síndromes genéticos con la prevalencia de cardiopatías. Las anomalías congénitas tienen una gran relevancia para la salud de los mexicanos. Para el año 2018, el último del que se tiene registro en cuanto a las causas de mortalidad por parte del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), las anomalías congénitas representaron la segunda causa de mortalidad en los menores de un año, pues de las 23,451 defunciones en este periodo de edad, 5,920 (25.2%) fueron secundarias a una de estas enfermedades, siendo las cardiopatías congénitas la enfermedad de nacimiento más mortal, con 3,260 defunciones (13.9% del total de las defunciones) (25) siendo las comunicaciones interventriculares uno de los espectros clínicos de mayor prevalencia en las cardiopatías congénitas con asociación a síndromes genéticos, lo cual se ha constatado en estudios tanto internacionales como a nivel local (26,27)

Históricamente, las CIV constituían del 20% al 30% de los defectos cardíacos congénitos. Ocurren en 1,35 a 3,5/1.000 nacidos vivos. La prevalencia de cierre espontáneo de CIV aisladas se aproximó al 45% durante los primeros 12 meses de vida y al 22% durante la infancia. (28)

La CIV constituye aproximadamente el 20 % de las cardiopatías congénitas, es la manifestación cardiovascular más común asociada con las aneuploidías (trisomía



21, trisomía 18 y trisomía 13) así como síndromes raros asociados con los grupos 4, 5 y C de mosaísmo, además deleción 5p o de Cri du Chat, aunque en el 95 % de los casos la CIV no está asociada a anomalía cromosómica. En algunos estudios se informa una frecuencia ligeramente mayor en el sexo femenino. Aunque no se ha presentado un vínculo genético claro, se teoriza que la causalidad multifactorial está presente. La mayor parte de los centros reportan la CIV como la lesión cardíaca más comúnmente encontrada exceptuando la válvula aórtica bicúspide(29). Este tipo de defecto se produce entre el 1,5 – 3,5 por cada mil nacidos vivos y es más frecuente en prematuros, con una prevalencia de 4,5 a 7 casos por mil nacidos vivos.

El diagnóstico se alcanza durante la primera semana de vida en el 40-50 % de los pacientes y durante el primer mes en el 50-60 %. Cuando se analiza la frecuencia relativa de las CC, exceptuando el conducto arterioso persistente en el neonato pre término, la válvula aórtica bicúspide, la estenosis pulmonar periférica; la comunicación interventricular (CIV) ocupa el mayor porcentaje de todas las CC con un 25-30 % seguida de la comunicación interauricular (CIA) y el conducto arterioso persistente (PCA) ambos con una frecuencia de 6-8 % (7)

Se desconoce la etiología de la mayor parte de las CC. Durante mucho tiempo se ha sabido que los factores genéticos desempeñan un papel importante en la aparición de las cardiopatías congénitas, por ejemplo, algunos tipos de CIV (supra cristal) son más frecuentes en niños de origen asiático. Además, el riesgo de recurrencia de una cardiopatía aumenta de 0,8 a 2-6 % cuando un familiar de primer grado (padre o hijo) también está afectado (30).

Cabe mencionar que un determinado porcentaje de éstos defectos tenderán al cierre espontáneo; un estudio de neonatos seguidos durante 15 años mostró una tasa de cierre espontáneo del 31 % de manera uniforme durante los primeros 10 años de seguimiento. Esto explica por qué el diagnóstico de CIV en la edad adulta es claramente raro(31). Sin embargo on el advenimiento de la ecocardiografía y los rápidos y exponenciales avances en el desarrollo de tecnologías e instrumentos

cada vez más sofisticados, el reconocimiento de las CIV ha aumentado a 5 a 50/1.000 nacidos vivos.

## Embriogénesis

La formación del septum interventricular comienza alrededor de la quinta semana de desarrollo embrionario e implica la fusión secuencial de 3 septos independientes: septos musculares, de salida y de entrada. Una disrupción en este proceso conduce al desarrollo de CIV. Teniendo en cuenta lo anterior, podemos comprender que, cuando se produce una alteración del septum conal ya sea por deficiencia, ausencia o mal posición, ocurrirán defectos del septum de salida o interinfundibulares en cuya formación participa la cresta del cono por el lado derecho o y el cojín ventral por el lado izquierdo(32).

Cuando es por deficiencia habrá un defecto del septum infundibular sin obstrucción de la aorta ni de la pulmonar y si hay ausencia del septum se producirá un defecto subarterial.

Cuando es por mal posición del septum infundibular puede haber un desplazamiento posterior de este septum por lo cual habrá un defecto septal grande localizado por delante de la crista supraventricularis. En estos casos hay obstrucción del flujo sistémico durante la vida fetal y debido a ello es muy frecuente que en estos pacientes existe además alguna obstrucción de la salida aortica(33).

En los casos en que la alteración tiene lugar en el cojín dorsal del canal AV, se producirá un defecto del septum posterior o septum de entrada. Se debe aclarar que el septum de entrada en los dos ventrículos es diferente porque mientras que en el derecho es completamente interventricular en el izquierdo parte del septum de entrada es atrio ventricular por la valva septal de la mitral se implanta en una posición más alta que la valva septal de la tricúspide(34).

Si el defecto se produce en la formación del septum interventricular primitivo, se originará un defecto en la porción trabeculada del SIV por el tipo de trabeculación a este nivel se pueden formar varios defectos.

Tomando en cuenta éstas consideraciones permiten comprender por qué la CIV es un efecto muy frecuente en forma aislada o como parte de defectos más complejos ya sea de tipo tronco conal o malformaciones originadas en alteración del desarrollo del canal atrio ventricular, es decir, defectos del septum atrio ventricular.

## Anatomía

El tabique interventricular es una estructura muscular perteneciente al ventrículo izquierdo que está conformado por fibras miocárdicas, oblicuas, longitudinales y transversales, que participan activamente en la contracción del VI y a su vez funcional como división entre el VI y el VD, entre dichas fibras discurren porciones específicas del sistema de conducción cardiaco.

Las CIV son aberturas en el tabique ventricular y se clasifican según su ubicación. La terminología para el tabique ventricular comúnmente utilizada es la de Soto et al(35).

El tabique ventricular se puede dividir en 2 componentes morfológicos, el tabique membranoso y el tabique muscular. El tabique membranoso es pequeño y se encuentra en la base del corazón entre los componentes de entrada y salida del tabique muscular y debajo de las cúspides derecha y no coronaria de la válvula aórtica. La valva septal de la válvula tricúspide divide el tabique membranoso en 2 componentes, la pars auriculoventricularis y la pars interventricularis. La continuidad tricúspide, aórtica y mitral es a través de este cuerpo fibroso central. Los verdaderos defectos del tabique membranoso están rodeados de tejido fibroso sin extensión al tabique muscular adyacente. Los defectos que involucran el tabique membranoso y se extienden a uno de los tres componentes musculares se llaman perimembranosos, paramembranosos o infracristales. El tabique muscular es una estructura no plana que se puede dividir en componentes de entrada, trabecular e infundibular. La porción de entrada es inferioposterior al tabique membranoso. Comienza en el nivel de las válvulas auriculoventriculares y termina en sus uniones cordales apicalmente(1,28). Una CIV de entrada no tiene borde muscular entre el defecto y el anillo de la válvula auriculoventricular. Los defectos en el tabique

muscular de entrada se llaman CIV de entrada. Otro esquema de clasificación divide el tabique de entrada en el tabique auriculoventricular y el tabique de entrada. Los defectos en el tabique de entrada pueden incluir anomalías de las válvulas tricúspide y mitral que se denominan defecto común del canal auriculoventricular(7). El tabique trabecular es la parte más grande del tabique interventricular. Se extiende desde el tabique membranoso hasta el ápice y superiormente hasta el tabique infundibular. Un defecto en el tabique trabecular se llama CIV muscular si el defecto está completamente bordeado por el músculo. La localización de los defectos en el tabique trabecular se puede clasificar como anterior, mediomuscular, apical y posterior. Un defecto muscular anterior es anterior a la banda septal. Un defecto muscular medio es posterior a la banda septal. Los defectos apicales son inferiores a la banda moderadora. Los defectos posteriores están debajo de la valva septal de la válvula tricúspide. El tabique infundibular separa los tractos de salida del ventrículo derecho e izquierdo. En el lado derecho, está bordeado por la línea desde el tabique membranoso hasta el músculo papilar del cono inferior y las válvulas semilunares superiormente. El lado derecho del tabique infundibular es más extenso. Los defectos en el infundíbulo se denominan defectos infundibulares, externos, supracristales, conales, conoventriculares, subpulmonares o subarteriales doblemente comprometidos. Un tabique infundibular deficiente puede estar presente con los correspondientes grados de desalineación. Todos los defectos deben ser evaluados por ubicación, tamaño y multiplicidad. Se debe tener en cuenta la relación del defecto con las válvulas auriculoventriculares, el tabique infundibular y las grandes arterias. Muchos defectos involucran un componente del tabique ventricular. Los defectos perimembranosos se extienden hacia el tabique muscular adyacente y se han llamado entrada perimembranosa, músculo perimembranoso y salida perimembranosa sobre la base de la extensión.4 Las anomalías de la válvula tricúspide adyacente a estos defectos pueden ser en forma de un aneurisma que ocluye parcial o completamente el defecto. La válvula tricúspide puede tener perforaciones, hendiduras o anomalías comisurales. Los defectos infundibulares y perimembranosos pueden estar asociados con varios grados de desalineación del

tabique infundíbulo y el resto del tabique ventricular. Esto puede ser anterior, posterior o rotacional y puede resultar en la anulación de una válvula semilunar.

Los defectos del tabique interventricular pueden existir de forma aislada, se asocia con mayor frecuencia con otros defectos, por ejemplo, tetralogía de Fallot. Puede haber horcajadas de la válvula mitral en presencia de defectos infundibulares. Los defectos de entrada pueden implicar una mala alineación de los septos auriculares y ventriculares. Naturalmente, esto dará como resultado la anulación anular de una de las válvulas auriculoventriculares. También puede haber varios grados de horcajadas de las uniones cordales de la válvula tricúspide en algunos casos. Por lo tanto, un defecto interventricular se puede clasificar según la ubicación, el tamaño y la presencia o ausencia de cualquiera de los factores antes mencionados. (35)

En lo referente al sistema de conducción cardíaco; la descripción morfológica de los nodos cardíacos y del sistema de conducción específico comenzó hace aproximadamente 100 años (36). Desde entonces ha sido un tema polémico, posiblemente debido al conocimiento poco preciso de las definiciones histológicas que los primeros investigadores hicieron sobre este sistema. Los componentes y la estructura del sistema de conducción en el hombre son comparables a los encontrados en los animales utilizados normalmente en el laboratorio. El sistema de conducción está compuesto de miocitos especializados. Su componente auricular, el nodo sinoauricular y el auriculoventricular, están en contacto con el miocardio auricular. Penetrando el trígono fibroso derecho se encuentra el haz de His, que posteriormente se divide en 2 haces (ramas derecha e izquierda del haz de His) que también se encuentran rodeados por una envoltura de tejido conectivo que los aísla del miocardio ventricular de trabajo. Sólo las ramificaciones más distales de estos haces ventriculares, donde desaparece la envoltura conectiva, permiten un contacto directo con el miocardio de trabajo (37). El haz de His cursa subendocárdico por el borde inferior de las peris membranosas y por el borde superior de las de septo de entrada, y no tiene relación directa con el resto, salvo que tengan extensión peri membranosa. Con frecuencia en las infundibulares y en ocasiones en las peris membranosas puede producirse insuficiencia aórtica, por prolapso de alguna de las

valvas de la sigmoidea (coronariana derecha o no coronariana) relacionadas con el defecto (37). En los defectos peri membranosos puede existir mal alineamiento entre el septo infundibular y el septo anterior, lo que condiciona un cabalgamiento de la válvula aórtica sobre el defecto cuando el mal alineamiento es anterior, o una obstrucción subaórtica si es posterior. Un porcentaje reducido de defectos medianos y grandes desarrollan estenosis pulmonar infundibular, que modifica la evolución del cuadro clínico.

### Fisiopatología

Desde el punto de vista fisiopatológico se ha considerado a la CIV como un modelo excelente para el estudio de la interrelación anatómica y fisiológica en las diferentes lesiones que permiten una comunicación entre los circuitos pulmonar y sistémico(1,10,11). Anatómicamente la CIV consiste en una abertura en el tabique interventricular que pone en comunicación a ambos ventrículos y que puede ser de tamaño variable, única o múltiple, aislada o asociada a otros defectos cardíacos(14). El comportamiento de la cardiopatía depende fundamentalmente del tamaño del orificio y del nivel de las resistencias vasculares pulmonares.

El tamaño de la CIV, la presión en las cámaras ventriculares derecha e izquierda y la resistencia pulmonar son factores que influyen en la importancia hemodinámica de las CIV. Durante la vida prenatal, la resistencia vascular en las circulaciones sistémica y pulmonar es similar; por lo tanto, se produce un flujo mínimo a través de las CIV independientemente de su tamaño. En el período neonatal temprano, una CIV puede no ser evidente al nacer debido a las presiones casi iguales en los ventrículos derecho e izquierdo y la falta de derivación. Con el aumento de la derivación correspondiente a la disminución de la diferencia de presión entre los ventrículos, estos defectos se hacen clínicamente evidentes. La resistencia vascular pulmonar disminuye sustancialmente, creando un gradiente de presión. Las excepciones a esta regla son los pacientes con síndrome de Down que pueden no someterse a la caída natural de la resistencia pulmonar y no manifiestan signos de

una CIV. La detección de rutina de todos los pacientes con síndrome de Down es el estándar de atención.

El volumen de derivación en una CIV está determinado en gran medida por el tamaño del defecto y la resistencia vascular pulmonar. Sin hipertensión pulmonar u obstrucción del ventrículo derecho, la dirección de la derivación es de izquierda a derecha, con la correspondiente sobrecarga de volumen de la arteria pulmonar, la aurícula izquierda y el ventrículo izquierdo. En el contexto de resistencia vascular pulmonar elevada, obstrucción ventricular derecha resultante de haces musculares o estenosis pulmonar, el volumen de derivación es limitado y puede ser de derecha a izquierda, dependiendo de la diferencia de presión. El tamaño del defecto también influye en la cantidad de sangre que atraviesa la CIV. Los defectos más pequeños, también llamados defectos restrictivos, proporcionan resistencia intrínseca al flujo y limitan la cantidad de sangre derivada, manteniendo un gradiente entre los dos ventrículos. En contraste, los defectos grandes permiten un flujo sin restricciones a través del defecto y la igualación de las presiones de la cámara interventricular.

En las primeras etapas de la enfermedad, la sangre cruza del VI al VD. El aumento del flujo sanguíneo en la circulación pulmonar conduce a la hipertensión pulmonar y a un aumento de la precarga en la aurícula izquierda y el ventrículo. Al principio, la resistencia vascular en los vasos pulmonares es solo ligeramente elevada. Sin embargo, la derivación crónica a través del defecto conduce a cambios estructurales y funcionales en los vasos pulmonares, que finalmente resultan en un aumento de la resistencia vascular pulmonar y un empeoramiento de la hipertensión pulmonar. Si la presión en la circulación pulmonar excede la de la circulación sistémica, la dirección de la derivación se invierte (derivación de derecha a izquierda). Esta condición, conocida como el complejo de Eisenmenger, es el resultado de una derivación de izquierda a derecha a largo plazo, generalmente a volúmenes de derivación más altos. La presión elevada de la arteria pulmonar es irreversible y conduce a una reversión en la derivación a nivel ventricular, es una etapa tardía en el curso de la enfermedad, tiene un peor pronóstico y conduce a la cianosis, ya que

la sangre venosa atraviesa el defecto septal y llega a la circulación sistémica, condicionando mayor desaturación y eritrocitosis secundaria

La evolución de la insuficiencia cardiaca es variable y depende del comportamiento de las resistencias pulmonares; en los casos en los que las resistencias pulmonares tardan en reducirse, su aparición es tardía. Pacientes que viven en determinada altitud por encima del nivel del mar presentan una caída lenta de las resistencias pulmonares como consecuencia de la hipoxia relativa. El edema pulmonar por sí solo también retrasa la caída de las resistencias pulmonares. Las resistencias vasculares pulmonares en las comunicaciones interventriculares amplias no caen a niveles normales. Entre los 3 y 6 meses de edad se observa una disminución alrededor de 3-4UW (Unidades Wood). Este comportamiento es distinto en paciente con corazones normales, en los que la caída es de hasta 1 a 2 UW (38). Las alteraciones histológicas son la respónsables del incremento de las resistencias vasculares pulmonares. Se caracterizan por hipertrofia de la capa media de las arteriolas pulmonares, muscularización distal de micro vasos y el desarrollo de lesiones plexiformes. A la vez ocurre activación de factores vasoconstrictores dependientes del endotelio y alteración de los mecanismos de vasodilatación endotelial.

A medida que se incrementan las resistencias pulmonares, disminuye el corto circuito de izquierda a derecha a nivel ventricular y también el retorno venoso al atrio izquierdo. Como consecuencia, cae la presión media del atrio izquierdo y la presión tele diastólica del ventrículo izquierdo, mejorando el cuadro congestivo. Este cambio hemodinámico empieza habitualmente a los 6 meses; al final de 2do año, ya no es reciente encontrar en estos pacientes cuadro congestivo. El incremento de las resistencias pulmonares a niveles superiores a los de las resistencias sistémicas invierte el corto circuito ventricular y aparece cianosis, primero durante el esfuerzo y luego en reposo (11). En las comunicaciones interventriculares de tamaño mediano, la fisiopatología dependerá fundamentalmente del área del defecto. Cuando la presión sistólica del ventrículo derecho es mayor del 50% de la presión sistémica, estos pacientes pueden desarrollar resistencias vasculares pulmonares



elevadas al igual que los portadores de comunicación interventricular grande. Cuando la presión sistólica del ventrículo derecho esta entre 40-75% de la presión sistémica, aparece la insuficiencia cardiaca. Sin la comunicación interventricular es muy amplia y los pacientes sobreviven, aparece enfermedad vascular pulmonar hipertensiva. Estas alteraciones casi siempre se desarrollan en los pacientes con defectos suficientemente grandes para producir corto circuito importante y presión sistólica de arteria pulmonar superior al 50% de la sistémica. Si el flujo pulmonar es 3 veces mayor que el valor normal, y la presión sistólica de la arteria pulmonar es superior al 50% de la sistémica, inevitablemente se incrementaran las resistencias vasculares pulmonares si no se cierra el defecto. Si el flujo pulmonar es menos de dos veces su valor normal y la presión sistólica de la arteria pulmonar no esta elevada, difícilmente aumentaran las resistencias arteriales pulmonares.

En la evolución natural de la CIV también puede presentarse como característica clínica el prolapso de la válvula sigmoidea aortica y una consecuente insuficiencia de la misma, sobretodo en los casos de defectos interinfundibulares. Se refiere una frecuencia de prolapso del 20% y de insuficiencia aortica del 16% en defectos infundibulares y de 10% y 6% respectivamente en defectos septales peri membranosos.

La progresión de la insuficiencia aortica se vuelve una complicación grave, en determinadas circunstancias, domina el cuadro hemodinámico de la cardiopatía.

Finalmente, la endocarditis se presenta en aquellos pacientes portadores de CIV pequeñas. Se localiza en el endocardio del ventrículo derecho, en el sitio de la erosión producida por el flujo de la sangre que choca con la pared ventricular. Algunos pacientes portadores de CIV desarrollan estenosis pulmonar infundibular, principalmente en los casos con corto circuito moderado a severo, constituyendo una lesión observada en la historia natural de estas cardiopatías.

## Cierre espontáneo

Las comunicaciones interventriculares pueden cerrarse espontáneamente. La prevalencia de cierre espontáneo no es del todo conocida y la frecuencia varía en diferentes series, siendo más frecuente en aquellos defectos pequeños. El cierre de las CIV perimembranosas fue excepcional después de los 5 años. Se considera que entre el 5-10% de las CIV con repercusión hemodinámica importante sufren cierre espontáneo y que probablemente entre el 50-80% de las pequeñas tienen la misma evolución. Varios son los mecanismos de cierre espontáneo de las CIV. La causa más frecuente es la hipertrofia del músculo del tabique interventricular que circunda el defecto. Otras veces, el defecto septal ventricular puede ser cerrado por la valva septal de la tricúspide que se adosa al tabique interventricular. El adosamiento puede ser provocado por una endocarditis infecciosa no diagnosticada y tratada con una infección inespecífica (31). Otro mecanismo de cierre se debe al paso de sangre a alta velocidad a través del defecto, lo que crea una presión negativa inmediatamente debajo de la hoja septal, atrayéndola hacia el margen del orificio. El aneurisma de la porción membranosa del tabique interventricular es una malformación relativamente frecuente en los casos de CIV. Tiene forma sacular, está adosado a los bordes de la comunicación interventricular y su tamaño es variable, generalmente son asintomáticos. Su presencia debe sospecharse en aquellos casos de CIV en vías de cierre espontáneo. Existe, sin embargo, un pequeño número que presenta arritmias cardíacas tales como extrasístoles, fibrilación.

La tasa de cierre espontáneo de la CIV sigue siendo controvertida, sin embargo, la CIV generalmente se cierra espontáneamente en el 12% al 84% de los casos. Este amplio rango puede atribuirse a la edad, el tamaño y la posición de la CIV, los métodos de diagnóstico y el período de seguimiento. Estudios recientes se centran en describir la prevalencia y la historia natural de la CIV. Pacientes con CIV grande: Estos pacientes tienen baja posibilidad de cierre espontáneo. Por lo general, hay sobrecarga de volumen del VI, HP e incluso insuficiencia cardíaca congestiva y síndrome de Eisenmenger en la infancia o la niñez. Probablemente se recomienda

que los pacientes puedan ser atendidos en un centro de cardiopatía coronaria de al menos una vez al año. Los pacientes con complicaciones y lesión deficiente deben ser considerados para la cirugía (22).

### Manifestaciones clínicas

Dentro de la clínica de las comunicaciones interventriculares los signos y el cortejo sintomático estarán definidos por las características anatómicas del defecto, y el tamaño del mismo, presentándose en un amplio abanico de posibilidades, por lo general los niños con una CIV pequeña están asintomáticos; el patrón alimentario, de crecimiento y desarrollo suele ser normal, aunque con riesgo incrementado de endocarditis infecciosa. Habitualmente el hallazgo más característico es un soplo en las primeras semanas de vida, que se ausculta en el 3.er-4.º espacio intercostal izquierdo, con irradiación al ápex o en el 2.º espacio intercostal izquierdo en función de la localización del defecto. Los soplos se describen típicamente como holosistólicos o pansistólicos. El grado de soplo depende de la velocidad del flujo; La ubicación del soplo depende de la ubicación del defecto. Los defectos más pequeños son más ruidosos y pueden tener una emoción. Los defectos musculares se pueden escuchar a lo largo del borde esternal inferior izquierdo y pueden variar en intensidad a medida que el tamaño del defecto cambia con la contracción muscular a lo largo de la sístole. Los defectos infundibulares se desvían cerca de la válvula pulmonar y se pueden escuchar mejor en el borde esternal superior izquierdo. Los defectos perimembranosos pueden tener un clic sistólico asociado de un aneurisma de la válvula tricúspide.

En el contexto de baja resistencia vascular pulmonar, los defectos más grandes tienen soplos de calidad constante que varían poco a lo largo del ciclo cardíaco y menos comúnmente tienen una emoción asociada. Estos defectos tendrán un aumento correspondiente en el flujo mitral, lo que resultará en un estruendo diastólico en el ápice. Puede haber evidencia de sobrecarga de volumen ventricular izquierdo a la palpación del precordio con un impulso desplazado lateralmente.

La presión pulmonar elevada causa un aumento en el componente pulmonar del segundo sonido cardíaco. Los defectos grandes sin derivación y los defectos con la fisiología de Eisenmenger y la derivación de derecha a izquierda a menudo no tienen un soplo característico de CIV (11).

Los defectos que contribuyen o están asociados con la regurgitación tricuspídea tienen un soplo sistólico en el borde esternal inferior izquierdo o derecho. Los defectos con insuficiencia aórtica tienen un soplo decrescendo diastólico a lo largo del borde esternal izquierdo con el paciente sentado e inclinado hacia adelante. Puede haber una presión de pulso ensanchada. Los pacientes con síndrome de Eisenmenger a menudo son cianóticos con “clubbing”, también conocido como dedos en “palillo de tambor”, hipocratismo digital o acropaquias. Tienen una agitación ventricular derecha a la palpación lo que se traduce en un precordio hiperdinámico, y un componente pulmonar fuerte del segundo ruido cardíaco. Es posible que no haya un soplo de CIV (33). En algunos pacientes con CIV muscular muy pequeña el soplo es poco intenso y corto por el cierre del orificio al final de la sístole. El segundo ruido es normal, no existen soplos diastólicos y, por lo demás, la exploración clínica es normal.

Los niños con CIV mediana o grande pueden desarrollar síntomas en las primeras semanas de vida, más precoces en el prematuro que en el niño a término. La clínica consiste en taquipnea con aumento de trabajo respiratorio, sudoración excesiva debida al tono simpático aumentado y fatiga con la alimentación, lo que compromete la ingesta calórica y conduce, junto con el mayor gasto metabólico, a una escasa ganancia ponderal. (39) No es raro que el inicio de los síntomas esté desencadenado por una infección respiratoria. El latido precordial es hiperdinámico y, en ocasiones, el hemitórax izquierdo está abombado. El soplo de los defectos medianos es pansistólico, de carácter rudo, con intensidad III-VI/VI y se asocia generalmente a frémito. Puede auscultarse en el ápex un tercer ruido y soplo mesodiastólico de llenado mitral, en función del grado de cortocircuito. El segundo ruido está ampliamente desdoblado, con escasa variación respiratoria, siendo el componente pulmonar de intensidad normal o ligeramente aumentada.

El soplo de una CIV grande suele ser menos intenso, de intensidad decreciente, y desaparece en el último tercio de la sístole antes del cierre de la válvula aórtica, lo que indica igualación de las presiones en ambos ventrículos. El componente pulmonar del segundo ruido es fuerte, con desdoblamiento estrecho. Habitualmente hay un tercer tono cardíaco y un soplo mesodiastólico apical. Algunos niños presentan una reducción gradual en la magnitud del cortocircuito, lo que puede deberse a disminución en el tamaño del defecto o a aumento de la presión en el ventrículo derecho. En el primer caso, el soplo se hace de más alta frecuencia y se acorta (hasta desaparecer si llega a producirse el cierre espontáneo) y el segundo ruido es normal. Cuando aumenta la presión en el ventrículo derecho, el cortocircuito I-D se reduce, e incluso se invierte, y aparece cianosis.

Si el aumento de presión es secundario al desarrollo de estenosis infundibular, el soplo es intenso, haciéndose más eyectivo, con irradiación al borde esternal izquierdo alto, y el componente pulmonar del segundo tono suele estar disminuido de intensidad. Si se produce por aumento de las RVP, el soplo disminuye de intensidad y duración, pudiendo acompañarse de un clic de eyección. El segundo ruido se estrecha, reforzándose el componente pulmonar y, en ocasiones, aparece un soplo diastólico de insuficiencia pulmonar (33).

Algunos lactantes con defectos grandes tienen un escaso descenso de las RVP, por lo que desarrollan sólo un cortocircuito de ligero a moderado, sin pasar por la fase de insuficiencia cardíaca. Su curso clínico, aparentemente benigno, enmascara la anomalía subyacente, con el riesgo de desarrollar enfermedad vascular pulmonar obstructiva. La aparición de un soplo diastólico aspirativo precoz en el borde esternal izquierdo, en ausencia de cambios en las características del soplo sistólico y del segundo tono, sugiere el desarrollo de insuficiencia aórtica relacionada con un prolapso valvular.

## Diagnostico

La sospecha diagnóstica generalmente se basa en la clínica y en la mayoría de los casos su envío para valoración por cardiología se realiza dentro del protocolo de estudio del soplo, siendo el signo preponderante dentro de la clínica de los pacientes con comunicación interventricular.

Electrocardiograma (ECG) se encuentra normal en los defectos pequeños, ya que estos no suelen causar cambios morfológicos importantes ni remodelado ventricular. A medida que aumenta el cortocircuito izquierda a derecha, aparecen signos de crecimiento auricular izquierdo y ventricular izquierdo por sobrecarga diastólica caracterizado por ondas q profundas en DI, avL, V5 y V6 (40). En los defectos medianos se añaden, al crecimiento ventricular izquierdo, grados variables de crecimiento ventricular derecho, con patrón típico de crecimiento biventricular en los defectos grandes (41). Con el desarrollo de hipertensión pulmonar o estenosis pulmonar, la hipertrofia biventricular se convierte progresivamente en hipertrofia ventricular derecha dominante. En ocasiones existe desviación izquierda marcada del eje de QRS con giro anti horario en el plano frontal, sobre todo en defectos del septo de entrada, pero también en otras localizaciones. Cuando se asocia una insuficiencia aórtica puede aparecer tardíamente una FA. En aquellos de tamaño grande, que no fueron operados en la infancia y tienen fisiología de Eisenmenger (enfermedad vascular pulmonar), se aprecia típicamente una hipertrofia ventricular derecha en el ECG. Los pacientes que desarrollaron bloqueo auriculoventricular (AV) bifascicular o trifascicular transitorio en el posoperatorio del cierre de la comunicación presentan riesgo de BAVC y deben ser evaluados anualmente con ECG y periódicamente con Holter(2). Los pacientes con un gran defecto del septo interventricular frecuentemente tienen signos electrocardiográficos de hipertrofia biventricular, con complejos QRS altos e isodifásicos en las derivaciones precordiales medias (V2, V3 y V4), alteraciones también conocidas como patrón o signo de Katz-Wachtel(42).

Radiografía de tórax. Las radiografías convencionales demuestran hallazgos secundarios al aumento del flujo sanguíneo pulmonar. Muestra un corazón de tamaño normal y vascularización pulmonar normal en niños con CIV pequeña. La cardiomegalia y la vascularización pulmonar prominente son las características más frecuentes. Sin embargo, estos hallazgos son inespecíficos y se pueden observar con otras causas de derivaciones de izquierda a derecha, como una comunicación interauricular o un conducto arterioso persistente. Las características de imagen adicionales, como una aurícula izquierda agrandada y una aorta de tamaño normal o pequeño, son características de las CIV y pueden ayudar a reducir las consideraciones diferenciales, dado que las comunicaciones interauriculares generalmente se presentan con una aurícula izquierda de tamaño normal, y un conducto arterioso persistente se asocia comúnmente con una aorta agrandada. En las CIV, el grado de cardiomegalia es siempre proporcional al aumento de la vascularización pulmonar. Los hallazgos desproporcionados deberían plantear la preocupación por la cardiopatía congénita compleja (con malformaciones adicionales) o un diagnóstico diferente, ayudará también a descartar una patología pulmonar añadida en pacientes sintomáticos en insuficiencia cardiaca. En los casos con CIV medianas y grandes existe cardiomegalia de severidad variable a expensas de las cavidades izquierdas y del ventrículo derecho. Las marcas vasculares pulmonares están aumentadas, y el tronco pulmonar, dilatado. El arco aórtico es habitualmente izquierdo. (43). El desarrollo de obstrucción infundibular importante reduce los signos de Hiperflujo pulmonar, pero la sensibilidad de la radiografía para apreciar este hecho es escasa. Cuando existe una marcada elevación de las resistencias vasculares pulmonares (RVP), el tamaño cardiaco puede ser normal, con un tronco pulmonar prominente, al igual que las ramas principales, y hay disminución de la vascularización en el tercio externo de los campos pulmonares. La radiografía de tórax es poco sensible para la detección de hipertensión pulmonar, persistiendo durante tiempo datos del cortocircuito izquierda a derecha previo.

Ecocardiografía 2D: La ecocardiografía transtorácica es la técnica diagnóstica principal ante la sospecha clínica de CIV. En la mayoría de los casos con defectos no complicados, es el único estudio de imagen requerido, tanto para el control clínico como para la cirugía. La ecocardiografía bidimensional, junto con el Doppler-color, permite determinar el número, el tamaño y la localización de la o las CIV, la magnitud y características del cortocircuito y las repercusiones funcionales del mismo. Una evaluación ecocardiográfica sistemática de las CIV implica una descripción anatómica y hemodinámica detallada. Esto incluye la descripción de la ubicación exacta del defecto en el tabique ventricular con especial atención a la relación de la CIV con las válvulas y los accesorios de la válvula, la identificación de los factores de complicación específicos de la ubicación de la CIV, la descripción del tamaño anatómico del defecto, la estimación de las presiones sistólicas del ventrículo derecho, y estimación del tamaño total de la derivación. La estrategia general de imagen utilizada para identificar y describir la CIV consiste en barrer todo el tabique en las modalidades de imagen Doppler bidimensional y color desde el ápice hasta la base y de izquierda a derecha. Las imágenes deben realizarse desde la mejor ventana acústica que muestre el tabique perpendicular al haz de ultrasonido y el flujo a través del defecto paralelo al haz. Debido a la naturaleza curva del tabique ventricular, las imágenes óptimas de una CIV pueden provenir de una ventana subcostal, paraesternal, apical o paraesternal derecha. A menudo requiere imágenes de múltiples planos para interrogar completamente el tabique ventricular. La ubicación exacta de la CIV puede identificarse ecocardiográficamente y describirse utilizando las categorías descritas anteriormente (perimembranosa, subarterial, de entrada o muscular). La identificación de la ubicación de la porción principal del defecto debe ir acompañada de descripciones de la extensión del defecto a porciones adyacentes del tabique ventricular y la dirección de la mala alineación del tabique. Los defectos en regiones más grandes, como el tabique trabecular, a menudo necesitan ser localizados con mayor precisión describiendo la relación con las estructuras cardíacas adyacentes. También se debe evaluar e informar la presencia o ausencia de factores de complicación específicos asociados con cada ubicación de CIV (44) La técnica Doppler proporciona información



fisiológica sobre la presión ventricular derecha y la arteria pulmonar, mediante la medición del gradiente de presión interventricular y/o el gradiente de insuficiencia tricúspide si existe. La magnitud del cortocircuito puede deducirse de la relación de flujos de ambos ventrículos tras determinar el diámetro y las curvas de velocidad en los tractos de salida ventriculares, pero esta valoración cuantitativa es poco precisa. La medida del diámetro auricular y ventricular izquierdo proporciona información indirecta del volumen del cortocircuito. Además de demostrar la CIV, la ecografía es útil para detectar la presencia de lesiones asociadas como: anomalías de las válvulas aurículo-ventriculares, insuficiencia aórtica, obstrucción en los tractos de salida ventriculares, cortocircuitos a otros niveles o coartación aórtica (45). Permite también identificar los posibles mecanismos de disminución del cortocircuito. En casos con mala ventana transtorácica (adultos y niños mayores) puede ser útil la ecocardiografía transesofágica (ETE). La ETE es, además, necesaria en la valoración previa a la oclusión con dispositivo por cateterismo cardiaco y como guía durante dicho procedimiento. Ocasionalmente, sobre todo en defectos complejos o múltiples, se realiza una ecocardiografía intraoperatoria, epicárdica o transesofágica, para descartar la presencia de defectos residuales antes de finalizar la intervención (45). Actualmente, el uso de la ecocardiografía tridimensional en tiempo real, sin estar generalizado, está en expansión. Ofrece mayor precisión para identificar la forma del orificio y sus extensiones, permite comprobar su dinámica a lo largo del ciclo cardiaco y mejora la definición de la relación espacial del defecto con las estructuras adyacentes. Por todo ello, tiene especial relevancia para seleccionar los casos susceptibles de ser ocluidos por cateterismo y para planificar la técnica a utilizar en la corrección de algunas CIV complejas (múltiples, residuales pos cirugías o en localizaciones de difícil evaluación) (45).

Ecocardiografía trasesofágica. Aunque ocasionalmente se usa para evaluar las CIV antes de la operación, la ecocardiografía transesofágica (ETE) se usa más típicamente intraoperatoriamente para dirigir y evaluar la reparación quirúrgica o para ayudar con el cierre del dispositivo, ya sea por vía percutánea en el laboratorio de cateterismo o en la sala de operaciones utilizando el enfoque híbrido. Si bien la

visualización de los defectos residuales suele ser bastante sencilla, las posiciones del transductor limitadas al esófago y las ventanas transgástricas pueden dar lugar a ángulos de interrogación Doppler subóptimos. Además, los parches y dispositivos VSD a menudo tienen artefactos de sombra, que limitan la visualización de los chorros VSD. Sin embargo, una evaluación cuidadosa utilizando vistas transgástricas estándar y profundas puede proporcionar una evaluación precisa de los defectos residuales, incluida la identificación de los pacientes que requieren un retorno al bypass cardiopulmonar. En una serie de Stevenson et al., el 6.4% de los pacientes con CIV quirúrgicamente cerradas se sometieron a derivación repetida y cierre adicional según los hallazgos de ETE y la hemodinámica intraoperatoria. En un examen transesofágico multiplano completo, el tabique ventricular debe ser barrido a lo largo de su totalidad en planos de eje corto, cuatro cámaras y eje largo con mapeo de flujo bidimensional y de color. Un enfoque sistemático comienza a partir de una vista transgástrica de eje corto en el ápice, a menudo con una anteflexión leve, una ligera desviación lateral izquierda y una rotación de la cabeza de aproximadamente 20 grados. La sonda se retira gradualmente hasta que se haya atravesado todo el tabique. Cuando el transductor se ha retirado superiormente a una posición detrás y superior a la aurícula izquierda, el endoscopio se retrofleja a una vista de cuatro cámaras. Desde esta posición, la anteflexión y la retroflexión escanearán el tabique desde el surco interventricular posterior hasta el anterior. Luego, avanzando a una posición esofágica baja con la punta del transductor apical hasta el anillo mitral, la cabeza se gira a un plano de eje largo (a menudo 110 grados). El tabique ventricular se escanea en su eje largo desde sus porciones hacia la derecha y la entrada hasta sus porciones anterior y de salida hacia la izquierda. Finalmente, volver a visualizar el tabique desde el aspecto del VD utilizando una vista transgástrica profunda es útil para superar el artefacto de sombreado de un parche o dispositivo y para identificar las CIV intramurales que se pierden fácilmente.

Ecocardiografía 3D. La evaluación del tamaño y la forma de la CIV se identificó como uno de los primeros usos de la ecocardiografía tridimensional y cuatridimensional (3D en tiempo real). Aún así, las dificultades con el umbral tisular que "crea" defectos inexistentes o aparentemente "aumenta" los defectos existentes han limitado la aplicación de 3D en la evaluación de la CIV. El advenimiento de la ecocardiografía 3D transtorácica en tiempo real, los protocolos de mapeo mejorados y los transductores pediátricos de mayor frecuencia han hecho que la evaluación de las CIV mediante ecocardiografía 3D sea cada vez más confiable; Se ha demostrado que proporciona información adicional a la proporcionada por la ecocardiografía bidimensional. Específicamente, el tamaño de los defectos medidos por ecocardiografía 3D se correlaciona mejor con las mediciones quirúrgicas. Los aspectos morfológicos de los defectos interventriculares que forman aneurisma del septo por presencia de tejido de aposición tricuspídeo están mejor definidos y la relación de los defectos con estructuras intracardiacas importantes se evalúa mejor utilizando eco 3D. La naturaleza irregular de muchas CIV y su naturaleza dinámica también se entienden en un grado mucho mayor mediante la ecocardiografía 3D. Si bien un enfoque estándar para evaluar las CIV utilizando ecocardiografía 3D no ha tenido un uso general, y no se incluyó en las pautas recientemente publicadas de la Sociedad Americana de Ecocardiografía y la Asociación Europea de Ecocardiografía para imágenes 3D, se sugiere un enfoque razonable mediante la comprensión de la física del proceso de imagen. La resolución del ultrasonido es mejor en el plano axial (profundidad) y menor en los dos planos laterales. La calidad de imagen se reduce progresivamente en proporción al número de reflectores entre el transductor y la región de interés. La principal limitación de las imágenes 3D del tabique interventricular ha sido la falsa "consecuencia" de la información, que "expande" o "crea" defectos. Por lo tanto, es especialmente importante que el área de interés del tabique ventricular se visualice en un plano axial, minimizando al mismo tiempo los reflectores de ultrasonido entre el transductor y esta región del tabique, con una frecuencia y compresión apropiadas para crear un miocardio de apariencia sólida y una reserva de sangre translúcida. Debido a la naturaleza curva del tabique ventricular y la calidad variable de las ventanas acústicas, una posición

óptima del transductor puede ser subxifoidea, paraesternal baja, paraesternal lateral a izquierda o periapical.(45)

Otras técnicas de diagnóstico:

La resonancia magnética puede resultar de utilidad en algunos casos en los que la ecocardiografía no sea concluyente, generalmente por sospecha de defectos extra cardíacos (drenajes venosos, grandes arterias) y en lesiones complejas. Permite, además, el estudio de los volúmenes ventriculares y de la función ventricular de manera muy precisa. Las técnicas de ventriculografía isotópica detectan los cortocircuitos, cuantifican el cortocircuito I-D con bastante precisión y valoran la función ventricular, pero ofrecen poca información anatómica (46). Las imágenes cardíacas avanzadas con TC y RM continúan evolucionando y su uso continúa aumentando. Actualmente, la TC sirve para evaluar la morfología y detectar anomalías asociadas cuando la ecocardiografía es limitada. La obtención de imágenes de CIV por TC requiere un protocolo de imagen apropiado para obtener una opacificación intracardiaca ideal. El material de contraste se administra mediante un protocolo bifásico que consiste en un bolo de contraste inicial a una velocidad de 4 a 7 ml / s, seguido de 40 a 50 ml de solución salina para eliminar el contraste del corazón derecho. Este método proporciona una opacificación ideal del corazón izquierdo para la detección de derivaciones de izquierda a derecha. Las derivaciones de derecha a izquierda dan como resultado chorros de baja atenuación que ingresan al VI opacificado. Las imágenes se pueden adquirir con activación prospectiva o con gating retrospectivo. La adquisición activada prospectivamente produce imágenes durante un punto específico en el tiempo, reduciendo significativamente la exposición a la radiación. Sin embargo, no se puede evaluar la función ventricular. La adquisición cerrada retrospectivamente utiliza la exploración helicoidal, exponiendo al paciente a la radiación durante todo el ciclo cardíaco. Este método es preferido para la evaluación morfológica, ya que permite la visualización de la CIV durante todo el ciclo cardíaco y también permite el cálculo de los volúmenes y la función biventricular. Es importante señalar que los volúmenes sistólicos ventriculares calculados mediante el método de Simpson no permiten

cuantificar la derivación en el contexto de las CIV debido a los volúmenes sistólicos mantenidos en ambos ventrículos. La resonancia magnética ayuda en la evaluación morfológica y funcional de las CIV. Por lo general, se adquieren múltiples secuencias que incluyen imágenes de sangre negra, imágenes de precesión libre en estado estacionario equilibrado, imágenes de contraste de fase codificadas por velocidad, imágenes de angiografía por resonancia magnética e imágenes BSSFP tridimensionales (3D) de todo el corazón(46). La apariencia de las CIV varía según su ubicación y características hemodinámicas. Aunque los defectos grandes pueden ser evidentes en las imágenes morfológicas, un chorro sutil de desfase a través del IVS puede ser la única evidencia de un VSD pequeño. Las imágenes en el plano de eje corto que cubre los ventrículos se pueden usar para determinar los volúmenes biventriculares y la función utilizando el método de Simpson. Como se mencionó anteriormente, este método es inexacto para calcular el grado de derivación en presencia de CIV debido a los volúmenes sistólicos mantenidos en ambos ventrículos.<sup>18</sup> Una forma alternativa de estimar el grado de derivación es usar resonancia magnética de contraste de fase. Las imágenes de contraste de fase codificadas por velocidad adquiridas de regiones por encima del nivel de las válvulas semilunares se pueden utilizar para calcular el volumen de sangre que sale de la arteria pulmonar y la aorta. Estos datos se pueden utilizar para calcular el flujo en las circulaciones pulmonar ( $Q_p$ ) y sistémica ( $Q_s$ ).<sup>19</sup> La tasa de derivación ( $Q_p:Q_s$ ) y la fracción de derivación ( $[Q_pQ_s]/Q_p$ ) se pueden calcular sobre la base de estas estimaciones. En general, las derivaciones que resultan en un flujo sanguíneo pulmonar que es 1,5 veces mayor que el flujo sanguíneo sistémico (relación  $Q_p:Q_s > 1,5$ ) se consideran significativas. Las estimaciones obtenidas mediante RM son comparables a las obtenidas con abordajes basados en catéter (oximetría invasiva), aunque se ha descrito con RM una pequeña sobreestimación no significativa en la relación  $Q_p:Q_s$  y la fracción de derivación. Una advertencia para las imágenes de contraste de fase son los pacientes con derivación crónica que ha resultado en la igualación de las presiones ventriculares izquierda y derecha, lo que reduce, detiene o incluso invierte el flujo de derivación. Además, las imágenes de

contraste de fase perpendiculares al chorro de derivación también pueden evaluar el volumen y el gradiente máximo a través del defecto

Cateterismo diagnóstico. En lo referente a los fines diagnósticos del cateterismo se trata de un estudio hemodinámico y angiocardiográfico, permite evaluar la magnitud del cortocircuito, medir la presión arterial pulmonar y estimar las resistencias vasculares, además de determinar el tamaño, el número y la localización de los defectos y de excluir lesiones asociadas, cuando las RVP estén elevadas, debe valorarse la respuesta a la administración de vasodilatadores pulmonares (oxígeno al 100%, óxido nítrico, epoprostenol). Se trata de un procedimiento no exento de riesgos que sólo debe emplearse para obtener información que no se pueda alcanzar por otros medios diagnósticos (32). Si bien el procedimiento hemodinámico tienen sus fundamentos en la toma de presiones y por tanto se realizaba con fines diagnósticos, fue evolucionando hasta su realización con fines intervencionistas y mejorando los resultados, al grado de equipararse con los resultados de la intervención quirúrgica, con la ventaja de disminuir las complicaciones propias de la misma, alargar los tiempos de hospitalización, y disminuir los costes por paciente. En la actualidad, la ecocardiografía Doppler permite obviar la necesidad de cateterismo en la mayoría de los pacientes. Las indicaciones fundamentales del cateterismo son: Valoración preoperatoria de defectos amplios y/o múltiples, con sospecha de patología asociada insuficientemente identificada por procedimientos no invasivos, defectos medianos con indicación de cirugía dudosa, pacientes con hipertensión pulmonar y cortocircuito I-D pequeño o moderado, para valorar las resistencias pulmonares y la posibilidad de tratamiento quirúrgico. Se considera, en general, que con valores de hasta 6-8 UW/m<sup>2</sup> el paciente se beneficia del cierre del defecto. En presencia de hipertensión pulmonar, deben descartarse causas corregibles de la misma (estenosis mitral, estenosis supra mitral o estenosis de las venas pulmonares) y oclusión del defecto mediante implantación de dispositivo por cateterismo (32).

## Tratamiento

El enfoque terapéutico irá en función del tamaño y localización del paciente, el grupo etario y las repercusiones hemodinámicas, siendo éstas últimas las que dicten la pauta respecto a la precocidad del tratamiento y las decisiones que se tomen al respecto.

### Tratamiento médico

Por lo general en los niños con CIV pequeña no presentan sobrecirculación pulmonar y por tanto no existe indicación de tratamiento médico ni quirúrgico en primera instancia si no presentan repercusión hemodinámica, y si se encuentran en edad donde se puede considerar que aún pudiesen alcanzar un cierre espontáneo, sin embargo se debe dar seguimiento estrecho y priorizar las medidas preventivas para endocarditis. El tratamiento médico en niños con CIV mediana o grande que tenderán a desarrollar ICC, está indicado mediante el uso de diuréticos, la reducción de la poscarga y la maximización de la ingesta calórica. Los diuréticos son la primera línea de terapia médica. Furosemida (1 mg/kg a 3 mg/kg por día) dividida en dos o tres dosis al día, alivia parte del aumento de la precarga y reducirá la taquicardia y la taquipnea. El uso de furosemida puede ser complicado por hipopotasemia, hipercalcemia, pérdida de audición y posible toxicidad renal. La espironolactona se puede utilizar como terapia adyuvante para prevenir la hipopotasemia. Una tercera línea de terapia médica es la reducción de la poscarga. El concepto detrás de la reducción de la poscarga es cambiar el  $Q_p / Q_s$  más hacia la circulación sistémica y, por lo tanto, reducir el flujo sanguíneo pulmonar. De acuerdo a las condiciones clínicas y las características del defecto se puede dar también inicialmente inhibidores de la enzima de conversión de la angiotensina combinados con la terapia con diurético, con el fin de disminuir el grado de remodelamiento miocárdico.

La administración de digoxina está en discusión. Algunos estudios han demostrado que la función contráctil del ventrículo izquierdo está normal o incrementada, por lo que su utilidad sería dudosa, pero con su uso se ha evidenciado una mejoría sintomática, y algunos protocolos experimentales han mostrado un beneficio agudo

en parámetros hemodinámicos. Es habitual asociarla a los vasodilatadores y diuréticos en casos muy sintomáticos. Con tratamiento combinado crónico deben valorarse periódicamente los niveles de potasio (con aporte suplementario en caso de ser necesario) y digoxinemia. En el grupo de pacientes que debutan con insuficiencia cardíaca congestiva (ICC) severa, el manejo deberá ser en hospitalización y preferentemente en una unidad de cuidados intensivos y enfocado a disminuir la precarga en medida de lo posible, y favorecer la contractilidad miocárdica para mantener el gasto sistémico. Como parte complementaria del tratamiento en el caso de grupos etarios específicos como es el caso del lactante sintomático, debe incluir, además, un control nutricional meticuloso, utilizando fórmulas hipercalóricas concentradas o suplementos cuando la lactancia materna y/o las fórmulas normales sean insuficientes. Ocasionalmente se requiere la nutrición por sonda nasogástrica (por toma, nocturna o continua).

#### Tratamiento quirúrgico

La mejoría en los resultados quirúrgicos ha llevado a muchos centros a recomendar la cirugía correctora precoz en caso de que persista la sintomatología a pesar del tratamiento médico. Los bebés con una derivación grande, insuficiencia cardíaca congestiva y retraso en el crecimiento a pesar de la terapia médica óptima deben someterse a reparación antes de los 12 meses de edad tanto para eliminar la insuficiencia cardíaca congestiva como para prevenir el desarrollo de insuficiencia cardíaca pulmonar enfermedad(47). Para niños mayores y adolescentes con resistencia vascular pulmonar normal o reversible pero con un  $Q_p/Q_s > 2: 1$ , está indicado el cierre del defecto. La insuficiencia progresiva de la válvula aórtica asociada con una CIV supracristal (salida) es una indicación para el cierre de VSD. La mortalidad quirúrgica en niños es del  $< 1\%$  al  $3\%$ . Las guías de práctica actuales sugieren que los pacientes adultos con una relación  $Q_p/Q_s > 2$  y evidencia ecocardiográfica de sobrecarga de volumen del lado izquierdo del corazón o antecedentes de endocarditis infecciosa deben tener cierre quirúrgico. La mayoría de los defectos perimembranosos y de tipo de entrada se cierran utilizando un enfoque transauricular. En contraste, los defectos que están asociados con el



tabique de salida se visualizan mejor y se cierran a través de la válvula pulmonar(48). El enfoque más comúnmente utilizado en las décadas de 1960 y 1970 empleó paliación por etapas con la colocación inicial de una banda de arteria pulmonar y la posterior disolución con cierre de la CIV. Las complicaciones de la banda de la arteria pulmonar incluyen un flujo sanguíneo pulmonar inadecuado o mal controlado, distorsión del segmento arterial pulmonar principal e invasión de la banda en las arterias pulmonares de la rama proximal, así como la posible interferencia de la banda con la función de la válvula pulmonar, incluido el desarrollo de estenosis de la válvula pulmonar. Debido a estos problemas y debido a las mejoras en la cirugía infantil, la banda pulmonar rara vez se realiza en la era moderna. Las bandas de la arteria pulmonar pueden tener un papel en el tratamiento del bebé prematuro o más pequeño (<3 kg) y los pacientes con múltiples CIV (tabique en "queso suizo"). Otro enfoque para los pacientes con un tabique de "queso suizo" ha incorporado el uso de técnicas de catéter percutáneo o híbrido para cerrar uno o más de los defectos más grandes(2). El cierre de los defectos musculares grandes mediante un abordaje ventricular izquierdo ha sido eficaz, aunque con el potencial de efectos adversos a largo plazo sobre la función ventricular izquierda y el desarrollo de arritmias ventriculares(49).

Son motivos de intervención la presencia de ICC no controlada, hipertensión pulmonar, hipo desarrolló importante y/o infecciones respiratorias recurrentes. Las CIV grandes, incluso las asintomáticas, si asocian hipertensión pulmonar se intervienen en el primer año. En pacientes con presión pulmonar normal, la cirugía se recomienda cuando la relación del flujo pulmonar al flujo sistémico ( $Q_p/Q_s$ ) es mayor.

Los lactantes con respuesta al tratamiento médico pueden operarse entre 1 y 2 años de edad, y los niños asintomáticos, incluso en edades superiores. En pacientes con insuficiencia aórtica, el umbral de indicación quirúrgica es más bajo, dado que la reparación temprana puede evitar la progresión de dicha insuficiencia. Cuando el diagnóstico se ha efectuado tardíamente, con RVP ya elevadas, la decisión de operar es más problemática. La presencia de  $RVP > 12 \text{ UW} \cdot \text{m}^2$  y/o la relación de

resistencias pulmonares y sistémicas (Rp/Rs) de 1 es una contraindicación absoluta para la cirugía. Con RVP de entre 6 y 12 UW · m<sup>2</sup> y Rp/Rs de 0,5 a 1, el postoperatorio inmediato y la evolución a largo plazo pueden verse afectados negativamente, por lo que la contraindicación es relativa (50). La corrección completa (cierre directo del defecto) es actualmente el tratamiento de elección. No suele realizarse bandaje pulmonar como procedimiento paliativo, salvo que existan factores adicionales que dificulten la reparación completa (CIV múltiples, cabalgamiento de válvulas aurículo-ventriculares, muy bajo peso o enfermedad sistémica grave de pronóstico incierto).

La corrección se lleva a cabo bajo circulación extracorpórea. La vía de acceso de elección en la actualidad es la transtricuspídea a través de la aurícula derecha, aunque en ocasiones pueden utilizarse otras vías en función de la anatomía del defecto o ante la presencia de lesiones asociadas (ventriculotomía derecha, transpulmonar o transaórtica).

La presencia de defectos residuales después del cierre quirúrgico o percutáneo ha sido bien documentada. La evaluación postoperatoria debe incluir un electrocardiograma de superficie, un ecocardiograma para determinar la presencia o ausencia de derivaciones residuales, la presencia o ausencia de derrames pericárdicos y una radiografía de tórax para evaluar el tamaño del corazón y la presencia o ausencia de derrames pleurales. Los hallazgos postoperatorios comunes incluyen bloqueo de rama derecha, especialmente si se realizó una ventriculotomía derecha. Aunque es raro, el bloqueo cardíaco completo tardío puede ocurrir después del cierre quirúrgico de la CIV. Los pacientes que han tenido una ventriculotomía izquierda para el acceso quirúrgico o percutáneo a las CIV musculares pueden presentar una izquierda anormal (14)

#### Tratamiento mediante cierre percutáneo

Los pacientes con defectos musculares se les debe ofrecer cierre percutáneo con dispositivo o métodos híbridos. Está indicado en pacientes mayores de 5 años con anatomía favorable, bordes adecuados mayores de 4mm desde el defecto hasta las

estructuras vecinas incluyendo las válvulas aórtica, pulmonar, mitral y tricúspide. En niños menores de 5 años o que tengan anatomía desfavorable (prolapso de la válvula aórtica o se presenten en un septum muy aneurismático), el cierre percutáneo conlleva riesgos adicionales en el procedimiento y relacionados al dispositivo (51,52). Los criterios de exclusión incluyen peso menor de 3.0 kg, distancia menor 4 mm entre la CIV y la válvula aorta, pulmonar, mitral o tricúspide; resistencia vascular pulmonar mayor de 7 unidades Wood indexada; septicemia; y pacientes con condiciones que este contraindicado el uso de aspirina, a menos que los agentes anti plaquetarios se pueden usar durante 6 meses, alergia al níquel (el dispositivo Amplatzer lo contiene) (53). Los dispositivos de cierre para la CIV están compuestos por una aleación de alambre de nitinol y titanio (0,04"-0,08") y son auto expandibles, con un interior de tejido de poliéster para favorecer la oclusión. Su forma de disco doble unido por una cintura, se adapta al contorno del defecto. Esta cintura puede oscilar entre los 4 y 18mm. Mientras que el dispositivo muscular es simétrico y grueso (7mm), el membranoso es más fino (1,5mm) y asimétrico(54–56). Los defectos de tabique más susceptibles de cierre del dispositivo son aquellos ubicados en el medio, tabique muscular apical, posterior o anterior. Un factor limitante es el tamaño de la comunicación, ya que debe adecuarse al dispositivo que vaya a implantarse

El abordaje percutáneo requiere acceso arterial y/o venoso con introductores de tamaño variable dependiendo del dispositivo a implantar (5 a 10 Fr). Algunos grupos utilizan un acceso venoso diferente dependiendo de la localización de la CIV, siendo femoral para las CIV membranosas o musculares altas y yugular venosa para los defectos localizados en el tabique muscular medio ventricular y apical. También se utiliza un catéter centimetrado cola de cerdo (pigtail) de 5Fr y 125cm como referencia para tomar medidas de los defectos mediante angiografía ayudados por la ecografía transesofágica (ETE). Las medidas angiográficas y ecocardiográficas nos permiten hacer la selección del dispositivo ocluidor teniendo en cuenta el diámetro del orificio real, su localización a nivel del tabique interventricular, la proximidad con estructuras como las válvulas aórtica y tricúspide, y la presencia de

aneurisma con mecanismo de cierre. Se recomienda que el tamaño del dispositivo sea 1-2mm mayor en la CIV membranosa y 3mm mayor en la CIV muscular (57,58). El motivo de esta asimetría es evitar las lesiones de la válvula aórtica, muy cercana al defecto. Además, este último tiene una marca radiopaca visible a la fluoroscopia que favorece su localización. Debido a que los procedimientos son tan complejos, el cierre transcatéter de los defectos del tabique ventricular tiene un potencial aún mayor para las complicaciones que son comunes a todas las manipulaciones intracardíacas extensas. Hay más manipulaciones del corazón izquierdo y una mayor complejidad de estas manipulaciones con los múltiples intercambios de cables, vainas, catéteres y dispositivos que con cualquier otro procedimiento intracardíaco. Como consecuencia, los riesgos de introducir aire sistémico y/o coágulo en algún momento durante el procedimiento son mucho mayores. El tratamiento de estas complicaciones embólicas es la prevención, que, a su vez, requiere una vigilancia constante y atención a cada pequeño detalle de cada procedimiento para limpiar las vainas, catéteres y sistemas de administración de todo el aire y/o coágulos.

También hay complicaciones exclusivas de la oclusión de CIV transcatéter relacionadas con los sistemas de entrega, las técnicas de administración y los propios dispositivos. Los procedimientos de oclusión de CIV requieren el establecimiento de una guía que conecta a través de sistema venoso y arterial. El establecimiento de este "riel", en sí mismo, requiere una extensa manipulación intracardíaca con guías, introductores y catéteres a través del corazón que tienen el potencial de engancharse y dañar las válvulas cardíacas. Este daño se evita mediante el uso de manipulaciones muy suaves cada vez que se movilizan los cables atrapados. Incluso el roce o la tensión del cable a través y contra los tejidos crea un efecto de "aserrado" y puede dañar las válvulas cardíacas y / o el sistema de conducción intracardíaca (56,59). El daño de conducción puede causar ramificación del haz o incluso bloqueo cardíaco completo. Estos problemas se minimizan manteniendo un catéter sobre el alambre en todo momento y evitando aplicar presión excesiva en los bucles de la guía a medida que pasa a través del

corazón. Los dispositivos oclusores de CIV requieren la introducción y manipulación de vainas rígidas y, a menudo, grandes. El tamaño de las vainas por sí solo, si no se maneja muy suavemente, puede comprometer los vasos de acceso, particularmente cuando el acceso es de un enfoque arterial. Las vainas rígidas tienen el potencial de desgarrar cualquier válvula cardíaca a medida que avanzan a través de las válvulas. Si se encuentra resistencia durante la introducción de la vaina o el dilatador, probablemente no están pasando a través del orificio verdadero de la válvula y está atrapada en un ángulo estrecho o cuerda de la válvula e incluso puede estar perforando la valva de la válvula. Este daño se previene utilizando cables de punta muy suave y catéteres de balón flotante para cruzar los defectos o válvulas y nunca forzando una vaina o dilatador rígido a través de válvulas o estructuras de subvalvulares. En el peor de los casos, donde la resistencia a la introducción de la vaina/dilatador no se resuelve cambiando la tensión y a su vez, la dirección de la guía a través de la válvula, se debe retirar y se vuelve a colocar a través de la válvula antes de que se introduzca la vaina de entrega(60). Las vainas rígidas también crean inestabilidad hemodinámica sin dañar realmente las válvulas al mantener las válvulas cardíacas abiertas cuando se coloca una vaina a través de la válvula. Cuando se reconoce y no se permite que persista, el compromiso hemodinámico generalmente no produce secuelas permanentes. El compromiso hemodinámico, sin embargo, puede complicar el procedimiento y existe la posibilidad de daño permanente si el compromiso no se reconoce mediante un monitoreo intraarterial constante y luego se rectifica. Los propios dispositivos de oclusión tienen problemas potenciales exclusivos de los dispositivos individuales. Los dispositivos implantados por cateterismo siempre tienen el potencial de embolización. Este potencial se previene, o al menos se minimiza, mediante una cuidadosa atención a los detalles del procedimiento, incluido el dimensionamiento preciso y la localización de los defectos antes de elegir y entregar un dispositivo de oclusión. Esto a menudo implica el tamaño del balón, el uso de un catéter adicional para la angiografía durante el implante y las imágenes de eco y angiográficas. Una vez desplegados por completo, e incluso antes de su liberación, los dispositivos de doble paraguas no se pueden recuperar de forma segura a través de un catéter. Una posición

particularmente precaria para el dispositivo probablemente sea una indicación para el uso de un tipo diferente de dispositivo. Todos los dispositivos ocluidores de CIV tienen el potencial de interferir con las válvulas adyacentes. Los dispositivos VSD musculares tienen el potencial de abrirse en las cuerdas de la válvula tricúspide o mitral. El uso de un tipo diferente de dispositivo de oclusión o un cambio en la posición del dispositivo verificado por angiografía o eco durante el implante debe evitar cualquier interferencia significativa con el aparato de válvula auriculoventricular (61).

Esencialmente, todos los dispositivos de oclusión en cualquier tipo de comunicación interventricular se encuentran entre un sistema de alta y baja presión, lo que crea el potencial de hemólisis. La hemólisis ocurre después del implante del dispositivo cuando hay un chorro de sangre a alta presión que pasa a través o inmediatamente adyacente al dispositivo recién implantado. Cuanto más seguro sea el "asiento" del dispositivo de oclusión, menor será la posibilidad de que se presente una fuga residual. Una vez que se implanta un ocluidor septal ventricular y se produce hemólisis, el paciente es observado y tratado médicamente con terapia de apoyo siempre que sea posible. Con persistencia o ciertamente progresión de la hemólisis, la lesión persistente debe eliminarse con el implante de un dispositivo adicional o con la extracción quirúrgica del dispositivo ocluidor y el cierre del defecto por completo. El cierre de una comunicación interventricular perimembranosa implica el implante de un dispositivo inmediatamente adyacente a la válvula aórtica con el potencial muy real de interferir con la función de la válvula aórtica o dañar permanentemente la válvula aórtica. Este potencial se ha reducido significativamente, pero no se ha eliminado por completo.

Se ha encontrado bloqueo de rama izquierda y/o bloqueo cardíaco completo durante y después de estos implantes. Si se produce un bloqueo AV durante el implante, el dispositivo, como mínimo, se retira o se reposiciona hasta que el bloqueo se resuelva. Un bloque de alto grado prolongado o ciertamente un bloqueo cardíaco completo permanente en cualquier momento durante el procedimiento es una indicación para abandonar el dispositivo en particular o el procedimiento por

completo. Aún se desconocen los efectos a largo plazo sobre el sistema de conducción auriculoventricular de un dispositivo en el área septal perimembranosa. La experiencia temprana sugiere que se crea un porcentaje finito de bloqueo cardíaco completo, esto, por supuesto, podría ser un problema importante con este dispositivo en particular (22,24,55,59)

Las mejoras en los dispositivos disponibles, la mayor familiaridad con las técnicas para el cierre de los defectos del tabique ventricular muscular y el mejor soporte para los pacientes han disminuido, pero no han eliminado los riesgos inherentes al procedimiento debido al estado precario de los pacientes. A pesar de las mejoras del dispositivo, la vigilancia continua y la atención precisa a los detalles del procedimiento siempre serán necesarias con el fin de minimizar las potenciales complicaciones antes, durante y después del procedimiento intervencionista y finalmente las complicaciones durante el seguimiento posterior.

## ANTECEDENTES

Según lo descrito por la literatura a nivel internacional los defectos del tabique interventricular, constituye aproximadamente el 20 % de las cardiopatías congénitas a nivel mundial, si se analiza como lesión aislada, ya que también puede encontrarse en gran medida asociada a defectos múltiples e incluso como defecto integral de cardiopatías congénitas complejas.

La alteración fisiopatológica principal se inscribe dentro de las lesiones que producen sobrecarga de volumen y con cortocircuito de izquierda a derecha. Es un modelo para el estudio de la interrelación anatómica y fisiológica en las diferentes lesiones que permiten una comunicación entre los circuitos pulmonar y sistémico.

La clasificación más utilizada es la anatómica de Soto(35). Los efectos hemodinámicos después del nacimiento dependen de los cambios fisiológicos de la circulación sistémica y pulmonar, así como del diámetro del orificio. El cuadro clínico depende del defecto y de las resistencias vasculares pulmonares.

El diagnóstico es clínico y ecocardiográfico. Su tratamiento es médico, paliativo, quirúrgico, rehabilitador, y durante las últimas tres décadas, se ha desarrollado exponencialmente las técnicas y dispositivos para cierre percutáneo, aunque aún no se encuentran completamente estandarizadas a nivel internacional debido a que históricamente se describían diversas complicaciones entre las que figuran el bloqueo auriculoventricular, lesiones lesiones valvulares y fugas residuales, dichas complicaciones han ido en decremento a lo largo de los años conforme se incorporaron nuevo materiales en la fabricación de dispositivos, así como desarrollo de técnicas precautorias de dichas complicaciones de acuerdo a la experiencia de los grupos en los grandes centros de referencia(21,22,50).

Desde que se acuñara el término en 1844 por el médico francés Claude Bernard, pasando por el primer registro de cateterismo por el Dr. Werner Forssmann, en 1929, abriendo la puerta a la posibilidad del desarrollo de un nuevo campo en la cardiología y múltiples avances a nivel internacional y ya para 1959 en México en el



Instituto Nacional de cardiología, el Dr. Rubio y colaboradores, reportan la primera valvulotomía pulmonar realizada con éxito por medio de un cateterismo modificado. Para 1968 el Dr. Rashkind, realiza la primera atrioseptostomía en un paciente pediátrico. Con base en los trabajos de Andreas Gruntzing quien desarrolla y patenta los balones de látex para plastias coronarias, y para fines de la década los doctores Cribbier y Lababbidi (62,63) en sus respectivos grupos de trabajo presentan trabajos sobre válvulas aórticas estenóticas. A partir de este momento la cardiología intervencionista se desarrolla a pasos agigantados, con grandes avances técnicos tanto en el aspecto radiológico como en la construcción de catéteres, dispositivos y en la indicación de sus aplicaciones(64).

Es en 1989 que el “Padre de la cardiología intervencionista pediátrica” el Charles E. Mullins, al lado de Martin P. O’Laughlin, publican “Transcatheter Occlusion of Ventricular Septal Defect”, el primer reporte de caso de cierre percutáneo de un defecto de la pared ventricular mediante cateterismo(4). La mejoría en los resultados de pacientes posquirúrgicos de cierre de CIV retrasa el desarrollo de la técnica así como de dispositivos específicos para tales fines, por lo que es hasta el año 2002 que se reportan los primeros casos de cierre de CIV perimembranosa usando un dispositivo específico para tales fines, ya que los empleados previamente presentaban una alta Prevalencia de desarrollo de bloqueo auriculoventricular, así como reacciones al material con el que era fabricados, es gracias a la contribución del Dr. Kurt Anton Amplatz, radiólogo austríaco afincado en los Estados Unidos, quien en 1995 patentó el primer dispositivo ocluser que permitía corregir la comunicación interauricular mediante cateterismo percutáneo, sin necesidad de cirugía cardíaca abierta, creando, además, su propia empresa, con el nombre de Amplatzer, la cual desarrolla el dispositivo VSD occluder específicamente para el cierre de defectos septales ventricular (59), permitiendo con ello el desarrollo de nuevas técnicas y enfoques terapéuticos para paciente con dicha cardiopatía.

El atractivo del cierre percutáneo radica en evitar el bypass cardiopulmonar y la esternotomía, una estancia hospitalaria más corta y un menor costo.

A nivel mundial múltiples centros hospitalarios han utilizado esta técnica desde la década de los noventas. Uno de los primeros estudios realizados fue publicado en la revista americana de cardiología en el 2004 llamado "cierre de CIV muscular utilizando el dispositivo Amplatzer para CIV muscular" (59). Reportaban su experiencia en el cierre de defecto en 83 pacientes entre 1 a 54 años que presentaron CIV muscular entre 3 a 16mm y CIV múltiples. El dispositivo fue implantado con éxito en 72 de 83 pacientes, con presencia de complicaciones solo en el 10.7% de los pacientes. Este artículo concluía en que el cierre percutáneo de la CIV muscular tenía excelentes resultados y muy baja mortalidad.

En la literatura mexicana encontramos la experiencia reportada por Zabala y cols. Del Instituto Nacional de Cardiología en el 2005 (8). Reportaron los resultados inmediatos y seguimiento a mediano plazo de la implantación del dispositivo Amplatzer para el cierre percutáneo de la CIV PM. Donde incluyeron a 6 pacientes entre 3 a 17.5 años; con un diámetro promedio de CIV entre  $7 \pm 1.7$  con límites entre 5.1 y 9mm. Sin complicaciones durante el procedimiento o periodo inmediato. Y en el seguimiento de por lo menos 4 meses, solo un paciente persistió con corto circuito residual trivial, el resto se observan completamente ocluidos.

La CIV constituye la cardiopatía congénita más frecuente. El cierre espontáneo de los defectos pequeños se produce antes de los 3 años de edad en cerca del 45% de los pacientes (3). Sin embargo, en aquellos en los que el defecto es de mayor tamaño, se plantea la necesidad de un tratamiento corrector. El cierre quirúrgico ha demostrado excelentes resultados. El cierre percutáneo es una técnica que si bien se describe desde 1989. En nuestro país continúa sin ser una técnica estandarizada, debido a la limitada experiencia en los grandes centros de referencia y por lo tanto se expone a la probabilidad de presentar las complicaciones referidas en relación al cierre percutáneo de los defectos del tabique ventricular.

## JUSTIFICACION

### MAGNITUD

En los reportes a nivel mundial, la mayoría de los estudios multicéntricos especializados reportan la CIV como la lesión cardíaca más comúnmente encontrada cuando se le estudia de manera aislada y de las más recurrentes cuando se toma en cuenta la asociación con otro tipo de cardiopatías.

El tratamiento se puede realizar mediante cierre quirúrgico, ampliamente aceptado y con eficacia probada, así como complicaciones adecuadamente identificadas o cierre percutáneo. Hoy en día la tendencia es el cierre percutáneo de las CIV por los beneficios en cuanto a costos y tiempos de recuperación; siempre y cuando tenga las características para poder realizarlo, además de la menor morbilidad en los pacientes llevado a dicho procedimiento

En nuestro centro hospitalario se realizan entre 250-350 cirugías cardíacas al año, aproximadamente 30 al mes, 2 por día en ambos turnos de las cuales el 40% corresponde a cierre de CIV de los diferentes tipos. Eso conlleva 4-5 días de estancia intrahospitalaria, algo riesgo quirúrgico, necesidad de bomba extracorpórea, transfusiones sanguíneas, cama en terapia intensiva, un gran número de personal al cuidado del paciente, alto riesgo de adquirir infecciones intrahospitalarias; lo cual representa un alto costo para la institución, por tal motivo se busca estandarizar el cierre percutáneo de la CIV como una alternativa terapéutica viable, y con un mínimo de complicaciones, al grado de comparar los resultados con los de las técnicas de reparación quirúrgica.

### TRASCENDENCIA

El cierre percutáneo de la comunicación interventricular es una técnica utilizada desde hace más de 33 años a nivel mundial y poco más de 17 años en nuestro país. El realizarla tiene muchas ventajas entre ellas disminuye los días de hospitalización, gastos de terapia intensiva, material médico, se puede realizar en paciente de alto

riesgo quirúrgico cardiovascular o con otras comorbilidades generándole menor riesgo en el procedimiento.

Debido a los beneficios mostrados, de acuerdo a los reportes tanto regionales como internacionales, y con la base de ya contar con un departamento de hemodinamia en nuestro centro hospitalario, buscaremos dar a conocer los resultados inmediatos al procedimiento de cierre percutáneo de CIV, así como los hallazgos de posibles complicaciones asociadas al mismo en el seguimiento posterior, ya que al implementar este tipo de tratamiento se puede disminuir en gran medida los costos hospitalarios y mejorar la calidad de vida de los pacientes.

El seguimiento a corto y medio plazo, de acuerdo a los reportes en la literatura, indica que se han superado muchas de las deficiencias de los dispositivos anteriores, especialmente con respecto a la viabilidad técnica, la oclusión de la derivación y la disfunción valvular. Sin embargo, aún existe una incertidumbre considerable acerca de la importancia clínica de algunas de las CIV ocluidas y también el seguimiento de estos pacientes.

## FACTIBILIDAD

El presente estudio se realizará en un hospital pediátrico de alta especialidad el cual cuenta con personal médico de los servicios de cardiología, electrofisiología, cardiocirugía, hemodinámica pediátrica, anestesiología pediátrica, terapia intensiva pediátrica y radiología, con la capacitación, habilidad y experiencia necesaria para el diagnóstico y tratamiento de estos pacientes; Así como con las instalaciones y equipos de diagnóstico necesarios.

El estudio no implicó costo adicional para la institución ya que los estudios que se realizan a los pacientes con comunicación interventricular son los necesarios para el abordaje de rutina de esta patología. La información fue tomada de los expedientes físicos y electrónicos de los mismos.

## VULNERABILIDAD

Al ser un estudio con revisión de expedientes clínicos, puede existir la limitación de no contar con la información completa sobre los estudios cardiológicos que se realizaron a los pacientes durante el protocolo de estudio, que la toma de decisiones está basada en la opinión de cada médico. La limitación más importante es que la CIV que tenga el paciente no cumpla con los requisitos para poder ser cerrada mediante procedimiento percutáneo y por lo tanto no se podrá dar seguimiento del caso ya que tendría que optarse por una alternativa quirúrgica que no es el objeto del presente estudio.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los reportes a nivel internacional, la mayor parte de los centros reportan la CIV como la lesión cardíaca más comúnmente encontrada.

Se clasifican, atendiendo a su situación en el tabique(35): en perimembranasas, musculares, infundibulares y del septo de entrada o posteriores.

La evolución que presenta el paciente y el tratamiento que recibirá depende de las características clínicas y anatómicas del defecto; algunas son pequeñas y se cierran solas como las musculares; otras pueden ser muy grandes, pueden generar gran compromiso hemodinámico en el paciente o nunca se van a cerrar como es el caso de las subaórtica o subpulmonares (nunca se cierran).

Dentro del tratamiento se puede realizar cierre quirúrgico o cierre percutáneo. Hoy en día la tendencia es el cierre percutáneo de las CIV; siempre y cuando tenga las características para poder realizarlo.

El cierre intervencionista de la comunicación interventricular usando un dispositivo específicamente diseñado para cerrar la comunicación interventricular muscular ocurrió desde 1989; desde entonces el intervencionismo ha ido evolucionando a pasos agigantados, con la mejora de los dispositivos y materiales de los mismos, así como los sistemas de entrega y liberación. Dentro de las ventajas de realizar un cierre percutáneo de CIV son menor tiempo de hospitalización, mejor gasto hospitalario, disminución en los riesgos de adquirir infecciones intrahospitalarias, se puede realizar en pacientes con múltiples cirugías cardiovasculares o con otras comorbilidades que aumenten el riesgo quirúrgico.

El cierre de defectos musculares en la actualidad se encuentra ya bien establecido a nivel mundial, sin embargo, no así en nuestro país ya que en la mayoría de los centros de referencia nacional no se tiene establecida dicha opción terapéutica debido a las complicaciones que se han reportado en la literatura mundial cuando se comenzó a realizar el cierre percutáneo.

Es por ello que queremos dar a conocer cuál ha sido la experiencia en el cierre percutáneo de CIV, específicamente enfocado a la prevalencia de complicaciones asociadas al mismo en el seguimiento de los pacientes, tomando en cuenta desde los primeros cierres que se realizaron en 2018 en nuestro centro hospitalario, hasta la fecha.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál ha sido la prevalencia de complicaciones asociadas a cierre percutáneo de comunicación interventricular en la unidad médica de alta especialidad de pediatría CMNO de marzo 2018 a julio 2022?



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Reportar la prevalencia de complicaciones asociadas a cierre percutáneo de comunicación interventricular en la unidad médica de alta especialidad de pediatría CMNO de marzo 2018 a julio 2022

### **ESPECIFICOS**

1. Determinar la tasa de éxito de la oclusión percutánea de los pacientes sometidos a dicho procedimiento
2. Documentar las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes sometidos a cierre percutáneo de CIV en el periodo descrito de acuerdo a lo contenido en el expediente institucional de los pacientes incluidos.
3. Describir las características y tipo de CIV que se ocluyó
4. Describir los dispositivos utilizados para la oclusión percutánea de la CIV
5. Describir la técnica utilizada para la oclusión percutánea de la CIV
6. Reportar la prevalencia de complicaciones en el periodo inmediato pos-intervencionismo (Primeras 48hrs pos-procedimiento)
7. Reportar la prevalencia de complicaciones a corto plazo pos-intervencionismo (primeros 30 días pos-procedimiento)
8. Reportar la prevalencia de complicaciones a mediano plazo pos-intervencionismo (aquellas presentadas entre 1 y 12 meses de colocado el dispositivo).
9. Reportar la prevalencia de complicaciones a largo plazo pos-intervencionismo (aquellas presentadas después de 12 meses de colocado el dispositivo).

## **MATERIAL Y METODOS**

Diseño del estudio:

Retrospectivo observacional

Universo de estudio:

Expedientes de pacientes atendidos en el servicio de Cardiología Pediátrica marzo del 2018 a julio 2022

Unidad de observación:

Expedientes de pacientes con diagnóstico de CIV que fueron llevados a cateterismo cardiaco con fines intervencionistas de cierre percutáneo del defecto interventricular.

Lugar donde se realizará el proyecto:

Servicio de cardiología pediátrica del Hospital de Pediatría, Unidad Médica de Alta especialidad, Centro Médico Nacional de Occidente, Belisario Domínguez 1000, Col. Oblatos, Guadalajara, Jalisco, Teléfono 36170060

## **CRITERIOS**

### Criterios de inclusión

1. Expedientes de pacientes en edad pediátrica momento del cierre del defecto interventricular en el periodo de marzo de 2018 a julio 2022
2. Que cuenten con expediente clínico completo

### Criterios de exclusión

1. Pacientes que no cuenten con expediente clínico completo
2. Expedientes de pacientes que hayan sido derivados a otra unidad hospitalaria
3. Expedientes de pacientes que hayan abandonado durante el tiempo estipulado su seguimiento en la consulta externa.
4. No contar con vigencia al momento del procedimiento

## MUESTRA

No se realizará cálculo de tamaño muestra ya que se incluirán todos los expedientes de pacientes que reúnan los requisitos y se tomarán de los listados de base de datos con la que cuenta el servicio de cardiología pediátrica

Muestreo: No probabilístico por conveniencia.

## VARIABLES

Dependiente:

- Cierre percutáneo de CIV

Independiente:

- Características sociodemográficas de los pacientes
  - Edad
  - Peso
  - Talla
- Características y tipo de CIV
  - Diámetros
  - Tipo
- Dispositivo ocluser utilizado
  - Marca
  - Modelo
  - Dimensiones
- Técnica utilizada
  - Anterógrada
  - Retrógrada
- Tasa de éxito
- Bloqueo auriculo ventricular de *novo*
- Arritmias de *novo*
- Fuga residual
- Insuficiencia valvular

- Hematoma en sitio de punción
- Deterioro de bloqueo auriculoventricular preexistente
- Luxación del dispositivo ocluser
- Perforación de estructuras cardíacas
- Daño vascular
- Plazo inmediato
- Corto plazo
- Mediano plazo
- Largo plazo

## OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

VARIABLES	UNIDAD DE MEDICIÓN	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	MEDICIÓN ESTADÍSTICA
Edad	Años	Cuantitativa	Tiempo transcurrido desde el nacimiento del paciente	Media, DE o mediana y rango
Peso	Kilogramos	Cuantitativa	Fuerza con la que atrae la tierra un cuerpo y su magnitud	Media, DE o mediana y rango
Talla	Centímetros	Cuantitativa	Estatura o altura del paciente	Media, DE o mediana y rango
Comunicación interventricular	Si/No	Cualitativa	Defecto cardiaco congénito que consiste en la presencia de un agujero en el septum que divide las dos cavidades ventriculares del corazón, permitiendo una mezcla inadecuada de sangre a ese nivel	Frecuencia y porcentaje
Diámetros	Milímetros	Cuantitativa	Medición de los ejes ortogonales del defecto interventricular	Media, DE o mediana y rango
Tipo de CIV	Perimembranosa Muscular	Nominal	Ubicación espacial en el tabique interventricular	Frecuencia y porcentaje
Marca del dispositivo ocluser	Amplatz Cera Occlutech	Nominal	Nombre comercial del fabricante del dispositivo	Frecuencia y porcentaje
Modelo del dispositivo ocluser	ADO II ADO II AS ADO I VSD Simétrico VSD Asimétrico PDA occluder VSD muscular	Nominal	Nombre comercial del dispositivo dado por el fabricante en su catálogo donde se especifican las características propias del mismo	Frecuencia y porcentaje
Dimensiones del dispositivo ocluser	Milímetros	Nominal	Conjunto de medidas de los diámetros del cuerpo y discos de retención según sea el caso del tipo y marca de dispositivo empleado, especificados por el fabricante de acuerdo a su catálogo vigente.	Frecuencia y porcentaje

Técnica anterógrada de colocación del cierre del dispositivo ocluser	Si/No	Nominal	Implante por vía venosa del dispositivo	Frecuencia y porcentaje
Técnica retrógrada de colocación del cierre del dispositivo ocluser	Si/No	Nominal	Implantación por vía arterial del dispositivo	Frecuencia y porcentaje
Tasa de éxito	Exitoso No exitoso	Cualitativa	Colocación de dispositivo sin complicaciones que obligan al retiro del dispositivo o abortar el procedimiento en sala de hemodinámica	Frecuencia y porcentaje
Bloqueo auriculo ventricular de <i>novo</i>	Si/No	Cualitativa	Interrupción parcial o completa de la transmisión de los impulsos procedentes de las aurículas a los ventrículos, que no se había documentado previamente en electrocardiograma, y que se estadificará de acuerdo al grado, según la clasificación de la AHA 2020 en Grado I, Grado II o Grado III (65)	Frecuencia y porcentaje
Deterioro de bloqueo auriculo ventricular preexistente	Si/No	Cualitativa	Incremento del grado de interrupción parcial o completa de la transmisión de los impulsos procedentes de las aurículas a los ventrículos, que no se había documentado previamente en electrocardiograma, y que se estadificará de acuerdo al grado, según la clasificación de la AHA 2020 en Grado I, Grado II o Grado III (65)	Frecuencia y porcentaje

Plazo inmediato	Horas	Cuantitativa	48 horas posteriores al cierre intervencionista del defecto interventricular	
Corto plazo	Días	Cuantitativa	Treinta días posteriores al cierre intervencionista del defecto interventricular	
Mediano plazo	Meses	Cuantitativa	Intervalo entre uno y doce meses posteriores al cierre intervencionista del defecto interventricular	
Largo plazo	Meses	Cuantitativa	Periodo posterior a doce meses posteriores al cierre intervencionista del defecto interventricular	
Arritmias de novo	Si/No	Cualitativa	Alteración patológica del ritmo cardiaco, distinta del BAV, demostrable mediante electrocardiograma y/o Holter	Frecuencia y porcentaje
Fuga residual	Si/No	Cualitativa	Presencia de cortocircuito peri o transdispositivo posterior al cierre percutáneo, demostrable mediante ecocardiograma Doppler color, transtorácico o transesofágico	Frecuencia y porcentaje
Insuficiencia valvular <i>de novo</i>	Si/No	Cualitativa	Regurgitación de sangre patológica a través de alguna de las válvulas cardiacas que aparezca posterior al procedimiento intervencionista.	Frecuencia y porcentaje



Hematoma en sitio de punción	Si/No	Cualitativa	Acumulación de sangre, en su mayor parte coagulada en el tejido circundante al acceso vascular para el intervencionismo	Frecuencia y porcentaje
Luxación del dispositivo ocluser	Si/No	Cualitativa	Desprendimiento del dispositivo elegido para la oclusión del defecto interventricular, del sitio de colocación, después de llevar a cabo la liberación del sistema de entrega	Frecuencia y porcentaje
Perforación de estructuras cardiacas	Si/No	Cualitativa	Laceración que comprometa la totalidad de alguna de las estructuras miocárdicas y condicione paso de su contenido al medio externo a dicha cavidad detectadas por angiografía durante el procedimiento intervencionista	Frecuencia y porcentaje
Daño vascular	Si/No	Cualitativa	Laceración de alguna estructura vascular correspondiente al trayecto de los sistemas de entrega, guías o los catéteres empleados para el cierre intervencionista	Frecuencia y porcentaje

## **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO**

El protocolo consistirá en la revisión de los expedientes clínicos de pacientes pediátricos que cursaron con comunicación interventricular peri membranosa o muscular sometidos a cierre percutáneo de esta durante el periodo de marzo del 2018 a julio 2022 en la UMAE Pediatría del IMSS, Guadalajara, Jalisco. Se recabará la siguiente información: edad, peso, tipo de comunicación interventricular, tipo de dispositivo colocado, presencia de complicaciones en las primeras 48 horas, así como en su primera consulta de control posterior a su egreso en la consulta externa de cardiología que se asigna un mes después del procedimiento y en las consultas posteriores de seguimiento a los 6, 12 meses y posteriores a dicho periodo según sea el caso del paciente, y se les asignará un número de registro, no tomamos datos personales como nombre, número de afiliación y teléfonos, se resguardará la información en una base de datos en una computadora portátil con clave personal, se guardará la información por un periodo de 5 años posteriormente se eliminará de manera permanente; esto con el objetivo de respetar los derechos de anonimato y confidencialidad. Para el análisis estadístico se utilizarán frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas; para las variables cuantitativas se utilizarán medianas, medias o desviación estándar según sea necesario, se desarrollará una base de datos en Excel poder realizar el análisis de nuestros resultados y poder cumplir con los objetivos de este estudio que es reportar la prevalencia de complicaciones asociadas a cierre percutáneo de comunicación interventricular en la unidad médica de alta especialidad de pediatría CMNO de marzo 2018 a julio 2022.

## **ANALISIS ESTADISTICO**

Para el análisis descriptivo de variables cualitativas se utilizará frecuencias y porcentajes.

Para el análisis descriptivo de variables cuantitativas se determinará con medias y DE si la distribución de los datos es normal y con medianas y rangos si la distribución es libre. Para verificar la distribución de los datos se realizará la Prueba de Kolmogoroff Smirnov si el número de pacientes es de 50 o más y si es menor a 50 con la Prueba de Shapiro Wilks.

Se desarrollará una base de datos en Excel y se trasladará al programa SPSS versión 25 para Windows para su análisis.

## **ASPECTOS ETICOS**

El presente estudio será sometido a evaluación por el Comité de Ética en Investigación en Salud y al Comité Local de Investigación en Salud 1302 del Hospital de Pediatría de la Unidad Médica de Alta Especialidad del Centro Médico Nacional de Occidente de Guadalajara Jalisco.

De acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud del año 2014, en Materia de Investigación para la Salud Título I, capítulo único, artículo 1, 2, 3 fracciones I-IV, la investigación permitirá el desarrollo de vínculos entre la práctica médica y la sociedad; al reportar la prevalencia complicaciones asociadas a cierre percutáneo de comunicación interventricular en la unidad médica de alta especialidad de pediatría CMNO de marzo 2018 a julio 2022. En este protocolo de investigación se garantizará en todo momento la dignidad y el bienestar de sus participantes, la protección de sus derechos y el cuidado de su integridad, según la primera pauta del CIOMS (Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas) y bajo la responsabilidad del Instituto Mexicano del Seguro Social.

De acuerdo al Título II, Capítulo I, artículos 13, 14 fracciones I – VIII y artículo 16, se protegerá la privacidad del individuo sujeto a investigación, comprometiéndonos a proteger los datos del expediente clínico, conservando en todo momento la privacidad de los datos personales y salvaguardando la dignidad de los paciente; mediante los siguientes métodos: a cada expediente se le asignará un código de registro, sin mostrar nombres, números de afiliación o teléfonos, se llenó una base de datos en mi computadora portátil la cual cuenta con clave personal y la información impresa se resguardara en un escritorio con llave. La información se resguardará solo por 5 años, posteriormente se eliminarán los datos de manera permanente; de esta forma la información de la relación de dicho número con sus datos generales se anotará en una base datos a la cual únicamente tendrá acceso el investigador principal y el director de Tesis; así mismo se elaboraran los informes preliminares necesarios que el Comité Local de Ética en Investigación

cuando así lo solicite para su verificación, además toda la información se conservara por un lapso de 5 años, tras lo cual se eliminará dicha investigación del disco duro de la computadora. De igual forma el Artículo 17, fracción I, es sustentable, ya que se considera una investigación sin riesgo al tratarse de un estudio retrospectivo, en la cual no realizaremos ninguna intervención o modificación intencionada, ya que únicamente se tomaran los datos del expediente electrónico, con la finalidad de determinar el comportamiento sociodemográfico, analizar los reportes electrocardiográficos, evolución clínica y resultados de los procedimientos realizados en los pacientes con comunicación interventricular llevada a cierre intervencionista, y con esto poder identificar aquellos pacientes que desarrollan bloqueo auriculoventricular como complicación del procedimiento intervencionista y la correlación existente entre las variables propuestas, por lo cual no será necesario el contacto directo con el paciente o tutor durante la realización del estudio, puesto que se basará en la revisión del expediente electrónico y los reportes de sala de hemodinamia y con base a esto se solicitará la dispensa de consentimiento informado al Comité Local de Ética en Investigación, ya que sin ella se hace imposible la realización del protocolo, esto en base a la pauta número diez del CIOMS, en donde no es posible iniciar la investigación sin haber obtenido la aprobación explícita de dicho comité.

Conforme al Título VI, Capítulo I, artículos 113, 114, 115, en el cual la conducción de esta investigación estará a cargo de un profesional de la salud, siendo el investigador principal un médico certificado, con especialidad en pediatría, subespecialidad en cardiología pediátrica y alta especialidad en intervencionismo cardiaco pediátrico, el cual por su grado académico, experiencia, pericia y grado de conocimiento en el tema principal permite guiar la dirección del trabajo a realizar, además de cumplir con el apartado de ser miembro activo como médico de base en el Hospital de Pediatría CMNO, donde se llevará a cabo dicha investigación. Artículo 116, fracciones I – VII, con el cual el investigador se compromete a cumplir los procedimientos indicados en el protocolo y solicitar autorización para la modificación en los casos necesarios sobre aspectos de ética por el comité local

de Ética e Investigación en Salud de la UMAE Hospital de Pediatría del CMNO No 1302, elaborando y presentando los informes parciales y finales del protocolo, respetando los principios éticos y científicos que justifiquen la investigación. Finalmente, la investigación podrá iniciarse solamente al obtener el dictamen de aprobación por parte de los comités locales de investigación y de ética de investigación en Salud.

## RECURSOS

### RECURSOS HUMANOS

- Residente de segundo año de cardiología pediátrica
- Medico director y asesores clínicos del proyecto
- Asesor metodológico
- Personal del archivo clínico

### RECURSOS FISICOS

- Instalaciones de la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Pediatría CMNO: consultorio de cardiología, sala de Hemodinámica, archivo de expedientes clínicos.
- Monitoreo no invasivo
- Electrocardiógrafo HP de 12 derivaciones

### RECURSOS MATERIALES:

- Lápices, Plumas
- Hojas de recolección de datos
- Hojas de papel blancas para impresión
- Computadora y Programas de cómputo
- Impresora y tinta para impresión
- Empastado de la presentación

### FINANCIEROS

- La evaluación electrocardiográfica forma parte del protocolo de estudio de los pacientes que se sometieron a cierre percutáneo de CIV, no supone un gasto adicional para la institución. El resto de materiales serán financiados por el tesista investigador.

## RESULTADOS

Se tomaron en consideración para el estudio la totalidad de expediente de pacientes llevados a cateterismo con fines intervencionistas de cierre del defecto interventricular, durante el periodo de marzo de 2018 a julio 2022, previamente detectados mediante clínica y abordados mediante ecocardiografía para precisar el diagnóstico y las características del defecto interventricular, así como las repercusiones clínicas del mismo, estadificación y posteriormente la selección de casos candidatos a dicho procedimiento intervencionista, se recolectaron un total de 53 expedientes de pacientes, en los cuales se reporta que el procedimiento fue abortado en 3 pacientes, por lo que se excluyen del total de intentos de cierre y se consideró no exitoso en 3 pacientes más (6%), con lo que se obtuvo una tasa de éxito del 94% (n=47), lo cual concuerda con lo descrito por Senaidi, et. al. (41), que reporta una tasa de éxito de 94.1%, Butera, et. al.(42), que reporta tasa de éxito de 96%, Holzer, et. al., que a su vez reporta 93%(43,44), y Walavalkar, et. al. (14), que reporta tasas entre 88-100% de acuerdo al tipo de dispositivo utilizado para el cierre, en un estudio comparativo de diferentes marcas y modelos.

Del total de 47 expedientes pacientes que fueron llevados con éxito al cierre del defecto interventricular, y egresados a su domicilio sin complicaciones aparentes, se muestran las características demográficas en la Tabla 1.

<b>Tabla 1. Características generales de los pacientes</b>			
<b>Total de pacientes</b>		<b>47 (100%)</b>	
		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Género</b>			
	Femenino	24	51%
	Masculino	23	49%
<b>Grupo de edad</b>			
	<3 años	3	6%
	3-6 años	10	21%
	6-11 años	18	38%
	11-18 años	16	34%



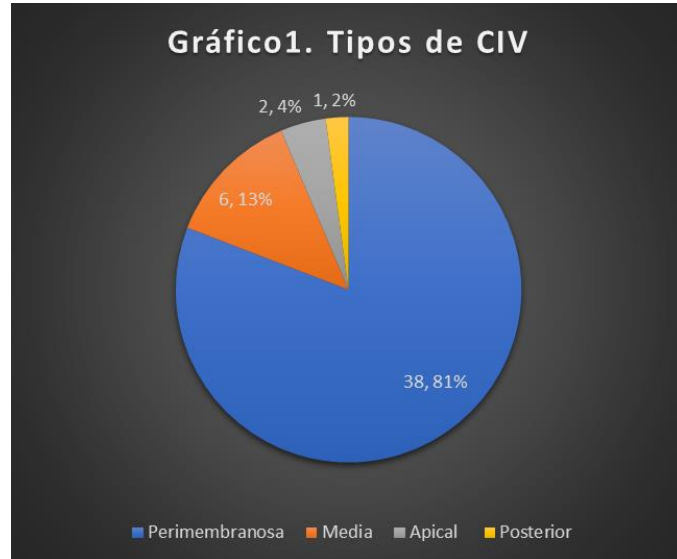
Peso			
	<10Kg	1	2%
	11-15 Kg	3	6%
	16-20 Kg	7	15%
	21-25 Kg	8	17%
	26-30 Kg	5	11%
	31-35 Kg	4	9%
	36-40 Kg	3	6%
	>40 Kg	16	34%

De los 47 expedientes de paciente enrolados en el presente estudio, se reportó una edad media de 9.3 años (rango de 1.6 – 16 años), peso con media de 34.9kg rango de 8 – 98kg), y respecto a la talla, se obtuvo una media de 134.cm (rango 76-173cm).

De los expedientes que se consideró para el presente estudio, uno de los pacientes era portador de ducto arterioso permeable, el cual también se llevó a cierre por intervencionismo durante el mismo evento de cierre de la CIV, dos pacientes (4% de los cierres exitosos) de 14 y 5 años eran portadores de Válvula aórtica bivalva, dos pacientes habían sido llevados a bandaje pulmonar, previamente, una de 7 años cuyo bandaje se retiró posterior al cierre de CIV por vía intervencionista en un segundo tiempo y otro de 1 año 8 meses, el cual fue llevado a procedimiento híbrido, en el cual se retiró en el mismo tiempo el bandaje y se realizó el cierre intervencionista de la CIV mediante punción periventricular, procedimiento con abordaje híbrido a que mejorado los resultados sobre todo con respecto a la morbilidad de los pacientes, como reportan Kang, et. al.(45) Referente a antecedentes de anomalías de la conducción se reportó un paciente de 9 años con nodo sinusal enfermo, con prueba de esfuerzo normal y bloqueo intermitente de rama derecha de has de His, otro paciente de 8 años con disautonomía y antecedente de taquicardia sinusal inapropiada, y uno mas de 5 años con antecedente diagnóstico de bloqueo fascicular. De los pacientes mencionados, portadores de alguna patología orgánica previa, ninguno ha reportado, hasta el

último seguimiento, de acuerdo al expediente electrónico ningún dato de bloqueo auriculoventricular y aquello con anomalías en la conducción previas, tampoco han mostrados datos de empeoramiento o patologías *de novo* relacionadas.

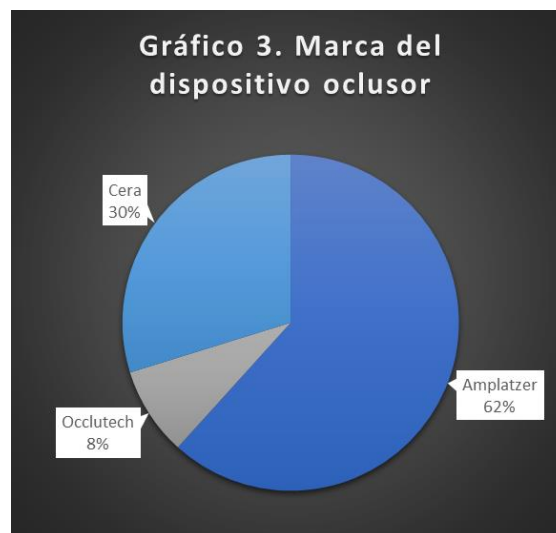
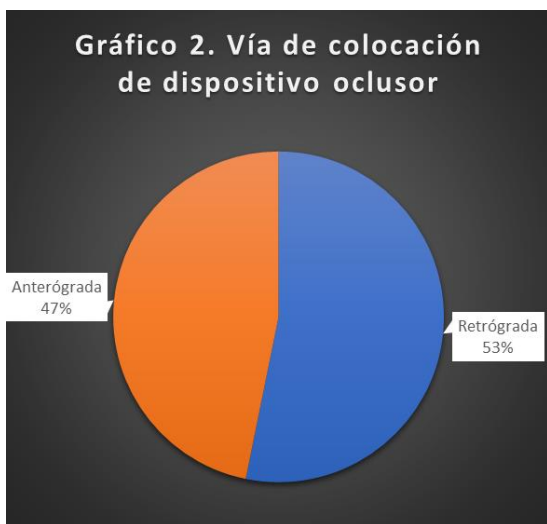
Referente a las características de los defectos interventriculares de los pacientes, cuyos expedientes se incluyeron en el presente estudio, presentaban una media de 5.3mm, en su eje mayor (rango de 2mm- 12mm), medidos mediante angiografía y el mayor porcentaje corresponde a los defectos de



tipo perimembranoso con un 81% (n=38), seguidos de los defectos en la porción media con 13% (n=6), apical 4% (n= 2) y en porción posterior 2% (n=1), como se ilustra en el gráfico 1.

En relación al procedimiento intervencionista, de los 47 cierres de CIV que se reportan como exitosos en los expedientes de pacientes incluidos, se realizaron por vía anterógrada un 47% (n=22) y por vía retrógrada 53% (n=25) (Gráfico 2), siendo ambas vías formas ampliamente utilizadas según lo reportado en la bibliografía como comenta Jiang, et. al. (46). Los dispositivos empleados en los cierres contemplan a las tres casas disponibles en el mercado utilizando Amplatzer en un 62% (n=29), Occlutech en 9% (n=4) y Cera en 30% (n=14), se esquematiza en Gráfico 3. A nivel mundial, las series mas amplias registradas, son con los dispositivos de la marca Amplatzer perteneciente a la casa Abbot, con varios tipos de dispositivos que pueden emplearse de acuerdo a los requerimientos del defecto a cerrar, como se comenta en la serie más grande a nivel mundial reportada por Jiang, et. al. en 2022 (47). Sin embargo existe amplia experiencia en el uso de otras casas

productoras, con buenos resultados y ampliando el abanico de posibilidades de en función de las características propias de cada dispositivo en función de las necesidades del hemodinamista respecto a los defectos interventriculares como menciona Meyer, et. al. en 2020 y Senaidi, et. al. en 2020 con amplias cortes y uso de diferentes dispositivos (41,42,48).



El tipo de dispositivo empleado, de acuerdo a cada marca se enlista en la Tabla 2.

Marca	Dispositivo	Frecuencia	Porcentaje
<b>Amplatzer</b>	ADO I	1	2%
	ADO II	26	55%
	ADO II AS	2	4%
<b>Occlutech</b>	PDA Occluder	2	4%
	VSD muscular	2	4%
<b>Cera</b>	VSD excéntrico	2	4%
	VSD Simétrico	12	26%

Los tiempos de fluoroscopia reportados en los expedientes de los pacientes incluidos se obtuvo una media de 22.9min (rango de 4.5min – 51.6min), y la radiación registrada por el equipo de fluoroscopia se reporta con media de 785.3mGy (Rango 141.79mGy – 3498mGy).

No se reportaron en ninguno de los casos eventos o complicaciones mayores que obligaran la intervención quirúrgica inmediata o ingreso a terapia intensiva, ninguno de los pacientes debió permanecer más allá de 48 horas en hospitalización posterior al procedimiento intervencionista. Previo a su egreso hospitalario se realiza ecocardiografía de control así como electrocardiograma para corroborar la ausencia de trastornos de la conducción que se presenten *de novo* tras la colocación del dispositivo. El seguimiento posterior se llevó a cabo en la consulta externa del servicio de cardiología de la UMAE de pediatría perteneciente al Centro Médico Nacional de Occidente del IMSS con exploración clínica e interrogatorio dirigido, radiografía de tórax, electrocardiograma y ecocardiograma transtorácico dirigido, al mes, 3 meses, 6 meses, 12 meses y posteriormente de manera anual si no se encontraban complicaciones que debieran llevar un seguimiento más cercano, con una media de seguimiento de 22.6 meses (Rango 1 - 53 meses). En 6 casos (12% de los casos de cierre exitoso) se encontró fuga residual peridispositivo en el control ecocardiográfico en las primeras 24hrs posterior al cierre, sin que presentaran repercusión hemodinámica ni compromiso con respecto a la estabilidad del dispositivo. En uno de los casos con fuga residual, la misma prevalece después de un año de la colocación del dispositivo, sin presentar datos de repercusión hemodinámica, ni cortocircuito importante, con paciente de 5 años (al momento de la colocación) que mantiene clase funcional I de NYHA. De los casos que presentaron fuga residual mínima, un paciente de 10 años, al momento de la colocación del dispositivo, en el EKG posintervencionismo presentó datos electrocardiográficos de bloqueo de rama derecha de Haz de His, los cuales no reincidieron en las consultas posteriores de seguimiento. Se reportan 4 casos con Insuficiencia aórtica mínima e insuficiencia tricuspídea leve, con edades al momento de la colocación de 3,8,13, y 12 años, en estos casos en el seguimiento a los 3, 6 y 12 meses no se reporta incremento de las insuficiencias, con remisión completa en los pacientes de 3 y 12 años. Un paciente de 14 años presentó insuficiencia tricuspídea leve, *de novo* que durante el seguimiento posterior a un año de la colocación no se ha presentado incremento de la insuficiencia. Un paciente de 15 años presentó insuficiencia aórtica leve tras la colocación de dispositivo Cera VSD

excéntrico, en el control posterior a un año no presenta incremento del gradiente de insuficiencia, sin dilatación de cavidades ni deterioro de la clase funcional que persiste en I de la NYHA. En lo referente a las complicaciones asociadas a la conducción eléctrica cardíaca que son las más recurrentemente reportadas en la literatura, se encontró bloqueo aurículo ventricular de primer grado en un paciente de femenino de 7 años a los 34 meses de realizado el procedimiento, con paciente en clase funcional I de la New York Heart Association, reportándose como asintomática en lo cardiovascular. Sólo un paciente masculino de 8 años presentó *de novo* bloqueo aurículo ventricular completo a los 28 meses de seguimiento, con presencia de disfunción plurivalvular registrada en ecocardiograma, sin deterioro de la función cardíaca ni de la clase funcional, por lo que de manera programada tuvo que ser llevado a colocación de marcapasos permanente sin complicaciones.

## DISCUSIÓN

El cierre de los defectos interventriculares por cateterismo se había abandonado de manera intermitente ya que los primeros dispositivos empleados al ser de una anatomía menos complaciente tendían a lesionar las vías de conducción cardiaca dando como resultado altas tasa de bloqueo auriculo ventricular que terminaba en colocación de marcapasos, sin embargo con el advenimiento de nuevas tecnologías aplicadas a la creación de nuevos dispositivos con diferentes configuraciones, que a su vez son más complacientes y perfil mas bajo, se ha convertido en un procedimiento seguro que se proyecta como una alternativa viable al cierre quirúrgico, además de disminuir la morbilidad de los pacientes sometidos a dicho procedimiento.

Referente a los resultados reportados en los expedientes de pacientes seleccionados en nuestro centro hospitalario, las principales “secuelas” encontradas en el periodo inmediato fueron en su mayoría fugas residuales (6 casos que corresponden al 12% de los casos de cierre exitoso), de los cuales presentaron remisión espontánea 5 pacientes en controles posteriores, 4 casos (8% de los cierres exitosos) presentaron insuficiencia aórtica mínima e insuficiencia tricuspídea leve en conjunto, sin incremento del gradiente ni deterioro de la clase funcional a largo plazo, un caso (2% de casos de cierre exitoso) con insuficiencia tricuspídea leve aislada y otro caso (2% de casos de cierre exitoso ), con insuficiencia aórtica mínima, ambos sin repercusión hemodinámica, incremento del gradiente de insuficiencia ni deterioro de la clase funcional a largo plazo. Referente a los trastornos de la conducción cardiaca; únicamente un paciente presentó bloqueo auriculo ventricular completo que amerito colocación no urgente de marcapasos definitivo, y uno con bloqueo AV de primer grado que no requirió de intervención alguna, corresponden al 4% de los pacientes con cierre exitoso de comunicación interventricular. En la literatura, la muestra más grande reportada por Jiang, et. al. en 2022 contempló 1076 paciente pediátricos a lo largo de 20 años (2002-2022) con presencia de bloqueo AV en 5.6% de los pacientes (47)

## CONCLUSIONES

- Durante el periodo de marzo de 2018 a julio 2022, se llevaron a cierre de defecto interventricular por cateterismo 53 pacientes, para el presente estudio tomamos la totalidad de expedientes, en los cuales se reporta que el procedimiento fue abortado en 3 pacientes, por lo que se excluyen del total de intentos de cierre y se consideró no exitoso en 3 pacientes más (6%), con lo que se obtuvo una tasa de éxito del 94% (n=47).
- Se reportó una edad media de 9.3 años (rango de 1.6 – 16 años), peso con media de 34.9kg rango de 8 – 98kg), y respecto a la talla, se obtuvo una media de 134.cm (rango 76-173cm)..
- Las características de los defectos interventriculares de los pacientes tratados, presentaban una media de 5.3mm, en su eje mayor (rango de 2mm- 12mm), el mayor porcentaje corresponde a los defectos de tipo perimembranoso con un 81% (n=38), seguidos de los defectos en la porción media con 13% (n=6), apical 4% (n= 2) y en porción posterior 2% (n=1)
- Los dispositivos empleados en los cierres contemplan a las tres casas disponibles en el mercado mexicano utilizando Amplatzer en un 62% (n=29), Occlutech en 9% (n=4) y Cera en 30% (n=14)
- De los 47 cierres de CIV exitosos se realizaron por vía anterógrada un 47% (n=22) y por vía retrógrada 53% (n=25).
- En las 48 horas post-procedimiento se reportaron 4 casos (8% de los casos de cierre exitoso) con Insuficiencia aórtica mínima e insuficiencia tricuspídea leve, con edades de 3,8,13, y 12 años, en estos casos en el seguimiento a los 3, 6 y 12 meses no se reporta incremento de las insuficiencias, con remisión completa en los pacientes de 3 y 12 años. Un paciente de 14 años presentó insuficiencia tricuspídea leve, *de novo* que durante el seguimiento posterior a un año de la colocación no se ha presentado incremento de la insuficiencia. Un paciente de 15 años presentó insuficiencia aórtica leve, en el control posterior a un año no presenta incremento del gradiente de insuficiencia, sin dilatación de cavidades ni deterioro de la clase funcional que persiste en I de la NYHA

- A a mediano plazo pos- intervencionismo (aquellas presentadas entre 1 y 12 meses de colocado el dispositivo) no se reportaron complicaciones *de novo*.
- A largo plazo pos- intervencionismo (después de 12 meses de colocado el dispositivo) se encontró bloqueo aurículo ventricular de primer grado en un paciente de femenino (2% de los cierres exitosos) de 7 años a los 34 meses de realizado el procedimiento. Sólo un paciente masculino de 8 años (2% de los cierres exitosos) presentó *de novo* bloqueo auriculo ventricular completo a los 28 meses de seguimiento.



## **RECOMENDACIONES**

Se sugiere dar continuación al registro detallado de los pacientes intervenidos, ya que justamente la selección adecuada de pacientes así como del dispositivo ideal para cada caso ha permitido mantener una tasa de éxito importante, así como minimizar la prevalencia de complicaciones.

Al tratarse de un procedimiento que solo se realiza en un par de centros hospitalarios en todo el país, de manera institucional, en pacientes en edad pediátrica, y de manera relativamente reciente ya que en nuestro centro se realiza desde hace apenas 5 años, es importante el seguimiento estrecho de estos pacientes para identificar aquellos que presente complicaciones y hacer un análisis retrospectivo de esos casos para favorecer la curva de aprendizaje del personal.

**ANEXO 1. Hoja de recolección de datos para el estudio “DETECCIÓN DE COMPLICACIONES ASOCIADAS A CIERRE PERCUTÁNEO DE COMUNICACIÓN INTERVENTRICULAR EN LA UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD DE PEDIATRÍA CMNO DE MARZO 2018 A JULIO 2022”.**

No. De Caso \_\_\_\_\_

Fecha de intervención \_\_\_\_\_

**SOMATOMETRÍA**

Edad (Años) \_\_\_\_\_

Talla (cm) \_\_\_\_\_

Peso (kg) \_\_\_\_\_

SC (m2) \_\_\_\_\_

**CARACTERÍSTICAS DE LA CIV**

Tipo de CIV \_\_\_\_\_

Tamaño \_\_\_\_\_

**DISPOSITIVO OCLUSOR**

Marca Dispositivo: 

Amplatzer	Cera	Occlutech
-----------	------	-----------

Tipo de dispositivo \_\_\_\_\_

Tamaño de dispositivo \_\_\_\_\_

Vía de colocación: 

Anterógrada	Retrógrada
-------------	------------

**ELECTROCARDIOGRAMA POSPROCEDIMIENTO**

EKG 24hr 

--

EKG consulta 

--





## ANEXO 2. Solicitud de excepción de la carta de consentimiento informado

Guadalajara, Jalisco a 4 de mayo de 2023

### SOLICITUD DE EXCEPCION DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Ética en Investigación de Unidad Médica de Alta Especialidad en Padiatría del Centro Médico Nacional de Occidente IMSS que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación **“Prevalencia de bloqueo auriculo ventricular a corto y mediano plazo en pacientes llevados a cierre percutáneo de comunicación interventricular en la unidad médica de alta especialidad de pediatría CMNO de marzo 2018 a julio 2022”** es una propuesta de investigación sin riesgo que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos:

- Características sociodemográficas de los pacientes
  - Edad
  - Peso
  - Talla
- Características y tipo de CIV
  - Diámetros del defecto
  - Tipo de defecto
- Dispositivo ocluser utilizado
  - Marca
  - Modelo
  - Dimensiones
- Técnica utilizada
  - Anterógrada
  - Retrógrada
- Tasa de éxito
- Bloqueo auriculo ventricular de *novo*
- Arritmias de *novo*
- Fuga residual



GOBIERNO DE  
**MÉXICO**



- Insuficiencia valvular
- Hematoma en sitio de punción
- Deterioro de bloqueo auriculoventricular preexistente
- Luxación con o sin embolización del dispositivo
- Perforación de estructuras cardíacas
- Daño vascular
- Plazo inmediato

### **MANIFIESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCION DE DATOS**

En apego a las disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar solo la información que sea necesaria para la investigación y esté contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como codificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardarla, mantener la confidencialidad de esta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo.

La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo **“DETECCIÓN DE COMPLICACIONES ASOCIADAS A CIERRE PERCUTÁNEO DE COMUNICACIÓN INTERVENTRICULAR EN LA UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD DE PEDIATRÍA CMNO DE MARZO 2018 A JULIO 2022”** cuyo propósito es la realización de un a tesis de postgrado.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones que procedan de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones legales en materia de investigación en salud vigentes y aplicables.

Atentamente

Dr. Lorenzo Gutiérrez Cobian  
Cardiólogo e intervencionista pediátrico  
Investigador Responsable



GOBIERNO DE  
MÉXICO



### ANEXO 3. Carta de confidencialidad

#### CARTA DE CONFIDENCIALIDAD

Guadalajara, Jalisco 04 Mayo 2023

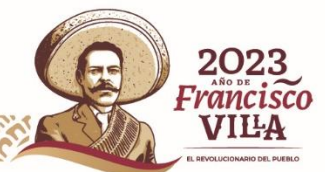
El C. Lorenzo Gutiérrez Cobian, investigador responsable del proyecto titulado **“DETECCIÓN DE COMPLICACIONES ASOCIADAS A CIERRE PERCUTÁNEO DE COMUNICACIÓN INTERVENTRICULAR EN LA UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD DE PEDIATRÍA CMNO DE MARZO 2018 A JULIO 2022”** con domicilio ubicado en Av. Belisario Domínguez No. 724, Colonia Independencia. C. P 44360. Guadalajara, Jalisco; a 20 de Septiembre del 2021, me comprometo a resguardar, mantener la confidencialidad y no hacer mal uso de los documentos, expedientes, reportes, estudios, actas, resoluciones, oficios, correspondencia, acuerdos, directivas, directrices, circulares, contratos, convenios, instructivos, notas, memorandos, archivos físicos y/o electrónicos, estadísticas o bien, cualquier otro registro o información que documente el ejercicio de las facultades para la evaluación de los protocolos de investigación, a que tenga acceso en mi carácter investigador responsable así como a no difundir, distribuir o comercializar con los datos personales contenidos en los sistemas de información, desarrollados en el ejercicio de mis funciones como investigador responsable.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se estará acorde a la sanciones civiles, penales o administrativas que procedan de conformidad con lo dispuesto en la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares y el Código Penal del Estado de Jalisco, a la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares, y demás disposiciones aplicables en la materia.

ACEPTO

Dr. Lorenzo Gutiérrez Cobian

Investigador responsable



## BIBLIOGRAFÍA

1. Attie C. *Cardiología Pediátrica* [Internet]. *Cardiología Pediátrica*. Elsevier; 2008. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9788480863568X50016>
2. Mayer JE. Pediatric cardiac surgery. Vol. 6, *Current Opinion in Cardiology*. 1991. 119–128 p.
3. Mortera C, Prada F, Rissech M, Bartrons J, Mayol J, Caffarena JM. Cierre percutáneo de la comunicación interventricular con dispositivo Amplatzer. *Rev Esp Cardiol*. 2004;57(5):466–71.
4. O’Laughlin MP, Mullins CE. Transcatheter occlusion of ventricular septal defect. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1989;17(3):175–9.
5. Predescu D, Chaturvedi RR, Friedberg MK, Benson LN, Ozawa A, Lee KJ. Complete heart block associated with device closure of perimembranous ventricular septal defects. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* [Internet]. 2008;136(5):1223–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2008.02.037>
6. Carminati M, Butera G, Chessa M, de Giovanni J, Fisher G, Gewillig M, et al. Transcatheter closure of congenital ventricular septal defects: Results of the European Registry. *Eur Heart J*. 2007;28(19):2361–8.
7. Anderson RH. *Anderson’s Pediatric Cardiology* [Internet]. 4a ed. Wernovsky G, editor. Elsevier; 2019. 1650 p. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781560533689000093>
8. Zabala C, Antonio J, Montes G, Colmenero JC, Patiño E. Cierre percutáneo de la comunicación interventricular perimembranosa con el dispositivo de Amplatzer Resultados inmediatos y a mediano plazo. *Arch Cardiol Mex*. 2005;75(3).
9. Espinosa CA. Breve perspectiva histórica de las cardiopatías congénitas en el mundo y en México. *Evidencia Médica e Investigación en Salud*. 2014;7(S1):39–43.
10. Allwork SP. *Maladie du Roger 1879: A new translation for the centenary*. *Am Heart J*. 1979;98(3):307–11.
11. Calderón-Colmenero J, Sandoval Zárate J, Beltrán Gámez M. Hipertensión pulmonar asociada a cardiopatías congénitas y síndrome de Eisenmenger. *Arch Cardiol Mex*. 2015;85(1):32–49.
12. Heath D, Edwards JE. The pathology of hypertensive pulmonary vascular disease; a description of six grades of structural changes in the pulmonary arteries with special reference to congenital cardiac septal defects. *Circulation*. 1958;18(4 Part 1):533–47.
13. I L Kron 1, S P Nolan, T L Flanagan, H P Gutgesell WHMJ. *Pulmonary Artery*. *Ann Surg* . 1989 May;209(5). 1989. p. 642–7.
14. Ángel Osorio Góngora L, Silot Oliveros D, Ángel Osorio Góngora Hospital Pediátrico Pedro Soto Alba Reparto Miraflores Moa Holguín L. Comunicación interventricular: revisión de la literatura. *Revista Electrónica de las Ciencias Médicas en Cienfuegos I*. 2011;9(6):46–53.

15. Amin Z, Berry JM, Foker JE, Rocchini AP, Bass JL. Intraoperative closure of muscular ventricular septal defect in a canine model and application of the technique in a baby. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 1998;115(6):1374–6.
16. Walavalkar V, Maiya S, Pujar S, Ramachandra P, Siddaiah S, Spronck B, et al. Percutaneous Device Closure of Congenital Isolated Ventricular Septal Defects: A Single-Center Retrospective Database Study Amongst 412 Cases. *Pediatr Cardiol* [Internet]. 2020;41(3):591–8. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00246-020-02315-0>
17. Mazurak M, Kusa J. Milestones in paediatric cardiology: The first therapeutic cardiac catheterisations. *Arch Dis Child*. 2021;106(3):306–8.
18. Meyer JA. Werner Forssmann and catheterization of the heart, 1929. *Ann Thorac Surg* [Internet]. 1990;49(3):497–9. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/0003-4975\(90\)90272-8](http://dx.doi.org/10.1016/0003-4975(90)90272-8)
19. Rashkind WJ. Creation of an Atrial Septal Defect Without Thoracotomy. *JAMA*. 1966;196(11):991.
20. Barton M, Grüntzig J, Husmann M, Rösch J. Balloon Angioplasty – The Legacy of Andreas Grüntzig, M.D. (1939–1985). *Front Cardiovasc Med*. 2014;1(December):1–25.
21. Mullins CE. *Cardiac Catheterization in Congenital Heart Disease: Pediatric and Adult*. Charles. Mullins CE, editor. Blackwell FuturaPublishing; 2006. 944 p.
22. Meyer JA, Wong TC, Rijnbeek PR, Witsenburg M, Schrama E, Hess J, et al. Experience with different devices. *Catheterization and Cardiovascular Interventions* [Internet]. febrero de 2020;7(1):352–9. Disponible en: [https://rccardiologia.com/previos/RCC\\_2017\\_Vol.24/RCC\\_2017\\_24\\_S1/RCC\\_2017\\_24\\_S1\\_003-010.pdf](https://rccardiologia.com/previos/RCC_2017_Vol.24/RCC_2017_24_S1/RCC_2017_24_S1_003-010.pdf)
23. Haddad RN, Daou L, Saliba Z. Device closure of perimembranous ventricular septal defect: Choosing between Amplatzer occluders. *Front Pediatr*. 2019;7(JULY):1–10.
24. Holzer R, De Giovanni J, Walsh KP, Tometzki A, Goh TH, Hakim F, et al. Transcatheter closure of perimembranous ventricular septal defects using the Amplatzer membranous VSD occluder: Immediate and midterm results of an international registry. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2006;68(4):620–8.
25. Cortés-Enríquez OD, López-Serna N, Hernández-Gallegos A, Yáñez-Caballero MT, Ibarra-Llamas DA, Zamarrón-Segura IA, et al. Panorama de las anomalías congénitas de interés epidemiológico en México. *Revista Perinatología y Reproducción Humana*. 2022;36(1):16–20.
26. Gerardo Alonso-Acosta J, Rodríguez-Mortera S. Características de los pacientes pediátricos con cardiopatías congénitas en el Hospital “Dr. Rafael Lucio” de Veracruz, México. *Artículo original* [Internet]. 2019;86(1):2019–23. Disponible en: [www.medigraphic.com/rmp](http://www.medigraphic.com/rmp)
27. Guillermo Báez DO, Fuentes Mallozzi DA. Epidemiología de la cirugía cardiaca en una Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. *Acta Médica Grupo Ángeles*. 2022;20(4):291–4.



28. Allen HD, Driscoll DJ, Robert E. Shaddy, Feltes TF. Moss' Heart Disease In Infants, Children and Adolescents. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*. 2013;18:2612.
29. Minette MS, Sahn DJ. Ventricular septal defects. *Circulation*. 2006;114(20):2190–7.
30. Turner SW, Hunter AS, Wyllie JP. The natural history of ventricular septal defects. *Pediatr Res*. 1998;44(3):421.
31. Li X, Ren W, Song G, Zhang X. Prediction of spontaneous closure of ventricular septal defect and guidance for clinical follow-up. *Clin Cardiol*. 2019;42(5):536–41.
32. Centeno Malfaz F, Salamanca Zarzuela B. Embriología básica cardíaca. *Pediatría Integral*. 2021;25(8):438–42.
33. Saker E, Bahri GN, Montalbano MJ, Johal J, Graham RA, Tardieu GG, et al. Gerbode defect: A comprehensive review of its history, anatomy, embryology, pathophysiology, diagnosis, and treatment Gerbode defect. *J Saudi Heart Assoc [Internet]*. 2017;29(4):283–92. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsha.2017.01.006>
34. Gómez-gómez M, Danglot-banck C, Santamaría-díaz H, Riera-kinkel C, Vida LA. Desarrollo embriológico y evolución anatomofisiológica del corazón. 2012;79:92–101.
35. B Soto, A E Becker, A J Moulart JTL and RHA. Classification of ventricular septal defects. *Heart Journal*. 1980;43(1):332–43.
36. Lama T A. Einthoven. El hombre y su invento. *Rev Med Chil*. 2004;132(2):260–4.
37. Sánchez-Quintana D, Yen Ho S. [Anatomy of cardiac nodes and atrioventricular specialized conduction system]. *Rev Esp Cardiol [Internet]*. 2003;56(11):1085–92. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14622540>
38. Grignola JC, Domingo E. Conceptos básicos en circulación pulmonar. *Revista Colombiana de Cardiología [Internet]*. septiembre de 2017;24(24):3–10. Disponible en: [https://rccardiologia.com/previos/RCC\\_2017\\_24/RCC\\_2017\\_24\\_S1\\_003-010.pdf](https://rccardiologia.com/previos/RCC_2017_24/RCC_2017_24_S1/RCC_2017_24_S1_003-010.pdf)
39. Backer CL, Eltayeb O, Mongé SC, Mazwi ML, Costello JM. Shunt lesions Part I: Patent ductus arteriosus, atrial septal defect, ventricular septal defect, and atrioventricular septal defect. *Pediatric Critical Care Medicine*. 2016;17(8):S302–9.
40. Rijnbeek PR, Witsenburg M, Schrama E, Hess J, Kors JA. New normal limits for the paediatric electrocardiogram. *Eur Heart J*. 2001;22(8):702–11.
41. Stout KK, Daniels CJ, Aboulhosn JA, Bozkurt B, Broberg CS, Colman JM, et al. 2018 AHA/ACC Guideline for the Management of Adults With Congenital Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. Vol. 139, *Circulation*. 2019. 698–800 p.

42. Katz LN, Wachtel H. The diphasic QRS type of electrocardiogram in congenital heart disease. *Am Heart J* [Internet]. febrero de 1937;13(2):202–6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002870337912110>
43. Rojas CA, Jaimes C, Abbara S. Ventricular septal defects: Embryology and imaging findings. *J Thorac Imaging*. 2013;28(2):28–34.
44. DesRochers K, Sahn DJ. *Echocardiography in Pediatric and Adult Congenital Heart Disease*. Vol. 122, *Circulation*. 2010.
45. Charakida M, Pushparajah K, Anderson D, Simpson JM. Insights gained from three-dimensional imaging modalities for closure of ventricular septal defects. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2014;7(6):954–61.
46. Nicolay S, Salgado RA, Shivalkar B, Van Herck PL, Vrints C, Parizel PM. CT imaging features of atrioventricular shunts: what the radiologist must know. *Insights Imaging*. 2016;7(1):119–29.
47. Chen Q, Hong ZN, Zhang GC, Chen LW, Zhang QL, Lin ZW, et al. Intraoperative Device Closure of Isolated Ventricular Septal Defects: Experience on 1,090 Cases. *Annals of Thoracic Surgery* [Internet]. 2018;105(6):1797–802. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2018.02.059>
48. Yang J, Yang L, Yu S, Liu J, Zuo J, Chen W, et al. Transcatheter versus surgical closure of perimembranous ventricular septal defects in children: A randomized controlled trial. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(12):1159–68.
49. Kang SL, Tometzki A, Caputo M, Morgan G, Parry A, Martin R. Longer-term outcome of perventricular device closure of muscular ventricular septal defects in children. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2015;85(6):998–1005.
50. Sievert H. *Interventions in Structural, Valvular and Congenital Heart Disease* [Internet]. Sievert H, Qureshi SA, Wilson N, Hijazi ZM, editores. CRC Press; 2015. Disponible en: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781482215649>
51. Yang R, Sheng Y, Cao K, Kong X, Xu D, Yong Y, et al. Transcatheter closure of perimembranous ventricular septal defect in children: Safety and efficiency with symmetric and asymmetric occluders. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2011;77(1):84–90.
52. Carminati M, Butera G, Chessa M, De Giovanni J, Fisher G, Gewillig M, et al. Transcatheter closure of congenital ventricular septal defects: Results of the European Registry. *Eur Heart J*. 2007;28(19):2361–8.
53. Al-Kashkari W, Balan P, Kavinsky CJ, Cao QL, Hijazi ZM. Percutaneous device closure of congenital and iatrogenic ventricular septal defects in adult patients. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2011;77(2):260–7.
54. Fu YC, Bass J, Amin Z, Radtke W, Cheatham JP, Hellenbrand WE, et al. Transcatheter closure of perimembranous ventricular septal defects using the new Amplatzer Membranous VSD

- Occluder: Results of the U.S. phase I trial. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2006;47(2):319–25. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2005.09.028>
55. Holzer R, Balzer D, Cao QL, Lock K, Hijazi ZM. Device closure of muscular ventricular septal defects using the Amplatzer muscular ventricular septal defect occluder: Immediate and mid-term results of a U.S. registry. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2004;43(7):1257–63. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2003.10.047>
  56. Jiang D, Zhang J, Fan Y, Han B, Zhao L, Yi Y, et al. The Efficacy and Medium to Long-Term Follow-Up of Transcatheter Retrograde Closure of Perimembranous Ventricular Septal Defects via the Femoral Artery With Amplatzer Duct Occluder II in Children. *Front Pediatr*. 2021;9(May):1–7.
  57. Thanopoulos BD, Tsaousis GS, Konstadopoulou GN, Zarayelyan AG. Transcatheter closure of muscular ventricular septal defects with the Amplatzer ventricular septal defect occluder: Initial clinical applications in children. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 1999;33(5):1395–9. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097\(99\)00011-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097(99)00011-X)
  58. Feltes TF, Bacha E, Beekman RH, Cheatham JP, Feinstein JA, Gomes AS, et al. Indications for cardiac catheterization and intervention in pediatric cardiac disease: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2011;123(22):2607–52.
  59. Holzer R, Balzer D, Cao QL, Lock K, Hijazi ZM. Device closure of muscular ventricular septal defects using the Amplatzer muscular ventricular septal defect occluder: Immediate and mid-term results of a U.S. registry. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2004;43(7):1257–63. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2003.10.047>
  60. Senaidi KS Al, Maskary S Al, Thomas E, Dimitrov B, Farqani A Al. Experience with different devices. 2020;20(November):352–9.
  61. Jiang D, Zhang S, Zhang Y, Lv J, Yi Y, Wang J, et al. Predictors and long-term outcomes of heart block after transcatheter device closure of perimembranous ventricular septal defect. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9(October):1–13.
  62. Cribier A, Saoudi N, Berland J, Savin T, Rocha P, Letac B. Percutaneous transluminal valvuloplasty of acquired aortic stenosis in elderly patients: An alternative to valve replacement? *Lancet*. 1986;1(8472):63–7.
  63. Lababidi Z, Wu JR, Walls JT. Percutaneous balloon aortic valvuloplasty: Results in 23 patients. *Am J Cardiol*. 1984;53(1):194–7.
  64. Torresani EM. Historia del conocimiento sobre la Válvula Aórtica. 2011;(Cp):120–120. Disponible en: [http://adm.meducatum.com.ar/contenido/articulos/5701180135\\_357/pdf/5701180135.pdf](http://adm.meducatum.com.ar/contenido/articulos/5701180135_357/pdf/5701180135.pdf)
  65. Wong TC. First-degree atrioventricular block and hypertrophic cardiomyopathy: “i have a bad feeling about this”. *J Am Heart Assoc*. 2020;9(6):1–2.

