



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA
“IGNACIO CHÁVEZ”**

**CORRECCIÓN ANATÓMICA DE TRANSPOSICIÓN DE
GRANDES ARTERIAS EN PACIENTES MAYORES DE 21 DÍAS
DE VIDA: MORBI-MORTALIDAD POSQUIRÚRGICA
TEMPRANA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:

CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA

P R E S E N T A:

DR. MARCOS RAMÓN ÁLVAREZ MACEDO



**DIRECTOR DE TESIS:
DRA. CHANTALE GILLES HERRERA**

CIUDAD DE MÉXICO, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIAS

A Dios:

La presente tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mis padres:

Por estar a mi lado y sobre todo por toda la paciencia que han tenido conmigo durante todo este tiempo.

A mis hermanos:

Aunque en la mayoría de las veces parece que estuviéramos en una batalla, hay momentos en los que la guerra cesa y nos unimos para lograr nuestros objetivos. Gracias por no solo ayudarme en gran manera a concluir el desarrollo de esta tesis, sino por todos los bonitos momentos que pasamos en el proceso

A mi asesor:

Por el tiempo, dedicación y paciencia en la elaboración de este documento, pero sobre todo por convertirse en un amigo durante el proceso.

A mi mejor amigo:

Por ser incondicional, leal y nunca juzgarme, porque a pesar del paso del tiempo es como si nunca hubieran pasado los años, porque a pesar de no frecuentarnos como antes seguimos contando el uno con el otro.

A mi novia:

El amor de mi vida que me ha permitido seguir creciendo en todo el aspecto tomado de su mano; en la cual siempre encuentro consuelo, amor, esperanza y la fuerza para seguir adelante.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. MARCO TEORICO.....	3
4. ANTECEDENTES.....	27
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	29
6. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	31
7. JUSTIFICACIÓN.....	32
8. OBJETIVOS.....	33
9. HIPÓTESIS.....	33
10. MATERIAL Y MÉTODO.....	34
11. PLAN DE ANÁLISIS ESTADISTICO.....	43
12. RESULTADOS.....	44
13. DISCUSIÓN.....	52
14. CONCLUSIÓN.....	55
15. LIMITACIÓN DEL ESTUDIO.....	55
16. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	56
17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

RESUMEN

Objetivo: Comparar la evolución clínica de los pacientes operados de cirugía de Jatene por transposición clásica de las grandes arterias posteriores a los 21 días de vida en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” de enero del 2008 a diciembre del 2018

Métodos: Se realizó un estudio longitudinal, descriptivo, observacional y retrospectivo, de enero del 2008 a diciembre del 2018. Todos los niños menores de 18 años con transposición de grandes arterias operados de switch arterial (SA) con septum interventricular íntegro o comunicación interventricular restrictiva (<3mm) se estudiaron. Se recabaron del expediente electrónico las variables consideradas relevantes para el estudio. A todas las variables se les realizó un análisis descriptivo. Las variables numéricas continuas se sometieron a pruebas de normalidad para reportarlas de acuerdo con su distribución; promedios y desviación estándar, si presentaron distribución normal; mediana con mínimos y máximos, si presentaron distribución no paramétrica. Las variables cualitativas se reportan con frecuencias y porcentajes. Para las variables cualitativas se construyeron tablas de contingencia y se realizó un análisis bivariado para identificar diferencias entre ambos grupos (cirugía temprana vs cirugía posterior a los 21 días) se tomaron como significativas las variables que obtuvieron una p menor a 0.05. Al igual, para las variables numéricas se realizaron pruebas de acuerdo con la distribución que presentaron los datos, paramétrica (prueba de t para muestras independientes) o no paramétrica (U de Mann-Whitney), con la finalidad de identificar diferencias entre ambos grupos.

Resultados: Se incluyeron 87 pacientes a quienes se les realizó cirugía de Jatene de 2008 a 2018. Se realizó una comparación entre los grupos de pacientes, aquellos que se sometieron a cirugía temprana (menor de 21 días de vida) contra los que se sometieron a cirugía posteriormente. 58 pacientes correspondieron al grupo de cirugía temprana (66.6%) y 29 el grupo de cirugía tardía (33.3%). Se encontraron diferencias significativas entre los grupos en las variables de peso, talla, DDVI, masa ventricular izquierda, Z-score de masa ventricular izquierda, TAPSE, DDVD y Z-score de DDVD. La complicación transoperatoria más frecuentemente reportada fue la falla ventricular en el 58.6% (n = 17). En cuanto a las causas de cierre esternal diferido se reportó que el 38.7% de los pacientes fue por inestabilidad hemodinámica y en el 61.3% por protocolo. Se obtuvo una diferencia importante entre los días de estancia en la unidad de terapia intensiva y estancia posquirúrgica, reportándose mayor tiempo de estancia en los pacientes sometidos a cirugía tardía. Dentro de las complicaciones posquirúrgicas, la mayormente reportada fue la presencia de proceso infeccioso en el 71.2% (n = 62) de los pacientes, asociado a estancias intrahospitalarias prolongadas. El 23% (n = 20) de los pacientes falleció, 16 pertenecían al grupo de cirugía temprana y 4 al de cirugía tardía, no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos. El 27.5% (n = 20) de los pacientes falleció en el grupo de cirugía temprana contra el 13.7% (n=4) del grupo de cirugía tardía. De los cuales el 20.6% (n = 12) de los pacientes falleció antes de los 30 días posteriores a la cirugía (mortalidad posquirúrgica temprana) en el grupo temprano mientras el 6.8% (n= 2) del grupo tardío, de igual forma, no se observó diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos. La causa de defunción más frecuente fue choque cardiogénico en el 60% (n = 12) de los pacientes, seguida de falla orgánica múltiple en el 35% (n = 7). La mayoría de los pacientes fallecieron durante su estancia en la unidad de terapia intensiva (75%; n = 15).

INTRODUCCIÓN

La transposición de grandes arterias (TGA) es una cardiopatía congénita frecuente, con alta supervivencia y escaso número de secuelas, especialmente si se interviene precozmente, en el periodo neonatal. Es fundamental un alto grado de sospecha para iniciar lo más pronto el tratamiento médico y quirúrgico.

La primera descripción morfológica de una TGA es atribuida a Baillie en 1797 y su nombre fue acuñado a Farre cuando describió el tercer caso conocido de esta anomalía. Su reconocimiento fue el resultado de las observaciones realizadas por Fanconi en 1932 y Taussig en 1938 (1).

En general, la TGA no es hereditaria. No se conocen asociaciones con alteraciones cromosómicas o sindrómicas. Es más frecuente en los hombres, con una relación 2:1 (2).

Muchos intentos fueron realizados para llevar a cabo una “corrección anatómica” en la TGA, incluso antes de los procedimientos de Mustard y Senning fueran realizados. No fue hasta 1975, cuando Jatene reportó un método para intercambiar las grandes arterias y reimplantar las arterias coronarias (3).

Jatene y col. Realizaron en 1975 en el Instituto Dante Pazzanese de Sao Paulo en Brasil, el primer switch arterial (SA) con éxito en un paciente con TGA con una comunicación interventricular de gran diámetro (4).

El (SA) ofrece la ventaja de restablecer al ventrículo izquierdo como ventrículo sistémico. A pesar de que los resultados a corto y mediano plazo han sido excelentes, existe preocupación acerca de las complicaciones a largo plazo durante la vida adulta (3).

Antes de la era quirúrgica, la TGA era la responsable de una quinta parte de las muertes cardíacas de la infancia (5). La historia natural de la transposición de las grandes arterias (TGA) revela que cerca del 95% de los pacientes muere dentro del primer año de vida (6).

La mortalidad quirúrgica actual para la TGA simple es del 2 y 7%; una notable disminución comparado con los resultados de las primeras publicaciones (4).

El objetivo de este estudio es describir las características en el periodo posquirúrgico de los pacientes operados de cirugía de SA antes y después de los 20 días de vida (tempranos vs tardíos) en el departamento de cardiología pediátrica del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, sus complicaciones, factores asociados a morbilidad posoperatoria y compararlos entre sí ya que no se cuenta con ningún estudio similar de esta patología en dicho servicio.

MARCO TEORICO

La transposición de grandes arterias (TGA) es una patología caracterizada por una discordancia en la conexión ventrículo arterial. La incidencia varía entre el 0.02% al 0.05% de todos los nacidos vivos de acuerdo a las diferentes estadísticas internacionales y corresponde del 5 al 8% de todas las cardiopatías congénitas (4).

Corresponde del 5-7% de todas las cardiopatías congénitas y representa la cardiopatía cianótica más frecuente en el recién nacido (3).

La anomalía fisiológica central y más importante radica en la circulación en paralelo de la sangre: el retorno venoso de las cavas que llega a la aurícula y ventrículo derecho (VD) es reenviado sin oxigenarse a la circulación sistémica por la aorta que nace del VD; en tanto que el retorno venoso pulmonar que llega a la aurícula y ventrículo izquierdo (VI) es reenviado a hiperoxigenarse a los pulmonares por medio de la arteria pulmonar, la cual nace del VI (5).

Las circulaciones pulmonares y sistémicas, en lugar de estar conectadas en serie, se encuentran en paralelo. Esto es incompatible con la vida, por lo que es necesario al menos un corto circuito bidireccional, que puede ser un conducto arterioso permeable (CAP), foramen oval permeable (FOP), comunicación interatrial (CIA), comunicación interventricular (CIV) o una combinación de las anteriores (5).

Si no existen lesiones cardíaca significativas, se refiere como transposición de grandes arterias con septum interventricular íntegro (TGA-SII) o simple. Se cataloga como compleja cuando se asocian anomalías cardíacas como defecto interventricular (el cual ocurre en el 45% de los casos), obstrucción del tracto de salida del ventrículo izquierdo (25%) y coartación de la aorta (5%) (2,5).

En el 75% de los casos se asocia a un foramen oval permeable o ducto arterioso permeable (transposición simple) (4).

Castaneda AR concluyó que la mortalidad hospitalaria global del (SA) fue de 5.5%, no encontrando diferencias entre pacientes con un gran defecto interventricular o aquellos con septum interventricular íntegro (6).

PREVALENCIA Y ETIOLOGIA

No se conoce actualmente un factor etiológico específico, sin embargo es más frecuente en hijos de madres diabéticas, con alto consumo de alcohol o desnutridas; en contraste, la ingesta de ácido fólico durante el embarazo se ha asociado con una modesta reducción del riesgo para TGA (5).

Constituye una de las causas más frecuentes de cianosis en los recién nacidos, ocurriendo 331 casos por cada millón de nacidos vivos (5).

DIAGNÓSTICO

Diagnóstico prenatal

En la vida fetal, la TGA es bien tolerada. Hacer el diagnóstico prenatal de la TGA por ecocardiografía ofrece buenas ventajas al equipo médico quirúrgico (disponibilidad de prostaglandinas, sala de hemodinámica y quirófano) (5).

En las últimas tres décadas, se ha producido un incremento en la supervivencia de estos pacientes debido, principalmente, al progreso en el diagnóstico por ecocardiografía fetal y neonatal, la amplia utilización de la prostaglandina E1 y el avance de los aspectos técnicos en las unidades cardioquirúrgicas (7).

Publicaciones recientes han reportado una mejoría en la detección prenatal de TGA, con una tasa de hasta 50%. Para incrementar la detección prenatal, se sugiere realizar un corte de los tractos de salida cardiacos además de un corte de cuatro cámaras en el ecocardiograma fetal (2).

Se recomienda que el tamizaje obstétrico se lleve a cabo en la semana 18 a 22 de gestación (2). La sospecha de cualquier cardiopatía siempre debe ser confirmada por un ecocardiografista pediatra.

Manejo prenatal

Los casos de TGA se asocian raramente a anomalías cromosómicas, por lo que el cariotipo fetal no se recomienda generalmente en la TGA-SII, por lo que se debe individualizar según sea el caso (2). Se puede detectar mediante un ecocardiograma prenatal que pacientes presentarán mala mezcla sanguínea a nivel atrial mediante el estudio del foramen oval; si este es restrictivo mayor será el riesgo de bajo gasto posterior al nacimiento

Manejo perinatal: Tiempo, lugar y vía de nacimiento.

Estudios que comparan los resultados de los niños con TGA diagnosticada prenatalmente con aquellos realizada posnatalmente, las tasas de mortalidad preoperatoria y posoperatoria y morbilidad son menores para los detectados prenatalmente (2).

El nacimiento se debe llevar a cabo cerca de o en un tercer nivel de atención que cuente con cardiólogos pediatras y cirujanos cardiacos pediátricos. La mayoría de las mujeres pueden tener un parto vaginal, el cual se recomienda por lo regular. Sin embargo, una cesárea puede estar indicada cuando existen factores de riesgo mayores maternos o neonatales (2).

DIAGNOSTICO POSNATAL

Detección posnatal

Cuando no se cuenta con diagnóstico prenatal, como en la mayoría de los casos vistos en nuestro país, el cuadro clínico es dominado por la cianosis acompañada o no de colapso circulatorio. En todo recién nacido con cianosis que no responde al oxígeno (prueba de hiperoxia negativa) debe sospecharse el diagnóstico de TGA (5).

La cianosis severa, es un hallazgo temprano y casi universal que por lo menos dura las primeras horas después del nacimiento, la cual puede ser el único signo. El tamizaje para la saturación arterial de oxígeno (SaO₂) está indicada para la identificación temprana de pacientes asintomáticos con TGA, cuando los valores de la saturación preductal y posductal son menores del 95% (2).

En los niños con foramen oval restrictivo, el cuadro se presenta a las pocas horas después del nacimiento con severa cianosis y colapso circulatorio (5).

Otros pasos diagnósticos

Una vez que una cardiopatía congénita cianógena es sospechada, se debe realizar un ecocardiograma transtorácico de manera inmediata. Se debe poner especial atención en la raíz de las grandes arterias, arterias coronarias y características concomitantes como (defecto septal interventricular, obstrucción del TSVI, coartación aórtica y anomalías de la válvula mitral (2).

La radiografía de tórax puede ser normal, pero las siguientes características se pueden encontrar: corazón oval o en forma de "huevo" (debido al estrechamiento del mediastino), leve cardiomegalia e incremento del flujo pulmonar (2).

El electrocardiograma puede ser normal, con los hallazgos típicos del neonato de desviación del eje a la derecha e hipertrofia ventricular derecha (2).

MANEJO PERINATAL

La intubación electiva de los niños en manejo con prostaglandinas E₁ (PGE₁) antes del traslado, ha sido una práctica común en muchas instituciones; varios estudios han demostrado que la tasa de complicaciones es mayor en los niños que requirieron intubación; está dependerá del estado hemodinámico del paciente, recordando siempre fracciones inspiradas de oxígeno bajas para evitar el cierre del conducto arterioso. Ocasionalmente, la atrioseptostomía con balón (ASB) está disponible y puede llevarse a cabo antes del traslado (2).

Cuidados inmediatos y monitorización

La monitorización preoperatoria en pacientes con TGA en la unidad de cuidados intensivos (UCI) incluye en su mayoría tecnología no invasiva asociada a la evaluación clínica de los signos vitales, perfusión periférica y valoración cardiovascular: oximetría pre

y posductal, ECG continuo, monitorización no invasiva de la tensión arterial, frecuencia y patrón respiratorio, capnografía (pacientes ventilados), gasto urinario (2).

La monitorización de perfusión tisular se lleva a cabo con niveles seriados séricos de lactato y de la espectroscopia del infrarrojo cercano (NIRS) en la fase de descompensación (2).

La administración de fármacos, incluyendo PGE₁; fluidos y manejo del equilibrio ácido base se llevará a cabo por un catéter central. Para valorar la saturación venosa mixta, se obtienen muestras de la vena innominada para evitar la sobre estimación causada por la mezcla a nivel de los atrios (2).

Los fluidos deberán administrarse sin restricciones, y las indicaciones no varían de las indicaciones neonatales estándar (2).

Manejo hemodinámico

El manejo inicial de los recién nacidos se enfoca en su estabilización, optimización de la entrega de oxígeno y la mezcla de la circulación sistémica y pulmonar (manejo de la hipoxia), mantenimiento de una adecuada perfusión sistémica y corrección de la acidosis (2).

Inmediatamente después del nacimiento, una infusión intravenosa de PGE₁ se recomienda para mantener la permeabilidad del ducto arterioso hasta que el ecocardiograma sea completado en todos los sitios de mezcla entre las 2 circulaciones (2).

A pesar del uso de PGE₁, el shunt a nivel del ducto arterioso puede ser insuficiente si existe un defecto interatrial muy restrictivo. Estos pacientes requerirán una atrioseptostomía con balón (ASB) de urgencia (2).

Los pacientes mayores a las 2 semanas de vida están necesitarán un cateterismo terapéutico para realizar una ASB. Una ASB durante el cateterismo cardiaco es generalmente recomendada a menos que el (SA) se pueda realizar de manera inmediata (6).

La atrioseptostomía con balón está indicada como una medida paliativa de emergencia en los niños que presentan cierre del conducto arterioso con pobre mezcla e inadecuada saturación de oxígeno. Se realiza en pacientes con saturación arterial de oxígeno menor al 70% al momento de su ingreso (8).

Una vez que se logra una mezcla adecuada a nivel atrial, la suspensión de la PGE₁ es frecuentemente recomendada, a menos que exista una obstrucción del corazón izquierdo asociado (coartación de la aorta). Por el riesgo de rebote de hipoxemia después de la suspensión abrupta de la PGE₁ se recomienda posterior a la ASB, su disminución de manera gradual (2).

Unos pacientes permanecerán cianóticos y acidóticos a pesar de la ASB. En estas circunstancias, un ecocardiograma debe realizarse para confirmar que el defecto interatrial

y el ducto arterioso no sean restrictivo; además de determinar la presencia y el grado de hipertensión pulmonar (2).

La incidencia de hipertensión pulmonar persistente en neonatos con TGA es del 12.5%, ocurre más frecuentemente en los casos de TGA-SII. La mortalidad es mayor en este grupo de neonatos y los resultados posoperatorios a mediano plazo son afectados negativamente. Las estrategias de tratamiento han sido usadas con éxito variable, el objetivo es disminuir las resistencias vasculares pulmonares. Dentro de las cuales se incluyen sedación, parálisis e hiperventilación, óxido nítrico, sildenafil, bosentán y soportes de vida extracorpóreos; solos o en combinación (2).

Tales pacientes pueden requerir la reanudación de PGE₁ dado que el ducto arterioso es útil como válvula de escape y mejora la perfusión tisular sistémica (2).

Ventilación mecánica y medidas respiratorias.

El grado de mezcla intercirculatoria es dictado por el tamaño, número y sitio de las comunicaciones anatómicas entre los 2 circuitos. El nivel de hemoglobina es también importante, el cual debe rondar en 15g/dl para considerarse óptimos (2).

La manipulación preoperatoria de la mezcla y de los otros factores contribuyentes resulta en una saturación de O₂ de 75-85% en los gases arteriales. En recién nacidos pretérmino, el rango mínimo aceptable es de 70% (2).

Los neonatos con hipoxemia profunda (presión parcial de oxígeno arterial <25mmHg y/o SaO₂ <60%) requieren atención urgente. Las medidas conservadoras para incrementar los niveles de saturación de O₂ sistémico y adecuar la entrega tisular de oxígeno incluyen: (2)

- Infusión continua de PGE₁ y ASB de emergencia (mantener permeable el ducto arterioso e incrementar la mezcla intercirculatoria)
- Hiperventilación e incremento de la fracción inspirada de oxígeno (disminuir la RVP e incrementar el flujo vascular pulmonar). Con riesgo de favorecer el cierre del conducto arterioso
- Transfusión de hemoderivados (mejorar la capacidad de transporte de oxígeno=
- Sedación y parálisis (disminuir el consumo de O₂)
- Soporte inotrópico (incrementar el gasto cardíaco y entrega de O₂)

En el periodo posquirúrgico el incremento de la presión de atrio izquierdo (más de 10mmHg) durante el destete de la ventilación mecánica es manejado con parálisis neuromuscular por 24 horas más (8).

Prematurez extrema y muy bajo peso al nacimiento.

La incidencia de bajo peso entre los recién nacidos con TGA está reportada en 3.05%. El bajo peso (≤ 2.5 kg), muy bajo peso al nacimiento (≤ 1.5 kg) y en menor medida la prematurez representan retos técnicos y fisiológicos para llevar a cabo la reparación en el

neonato. Comorbilidades adicionales de otros órganos y sistemas (SNC, renal, gastrointestinal) incrementan las tasas de morbilidad y mortalidad en el corto y largo plazo. (2).

Sin embargo, se ha demostrado que retrasar la corrección para permitir ganar peso, confiere una mayor morbilidad preoperatoria y mortalidad temprana sin un beneficio asociado. Por lo que él (SA) es considerado la estrategia de tratamiento preferida los recién nacidos de bajo peso y prematuros, y puede llevarse a cabo con un aceptable pero incrementado riesgo en corto y mediano plazo (2).

CIRUGIAS PARA TRANSPOSICIÓN DE GRANDES ARTERIAS CON SEPTUM INTERVENTRICULAR INTEGRO.

CIRUGÍA DE JATENE O SWITCH ARTERIAL

El avance en el tratamiento quirúrgico de la TGA es quizá el de mayor impacto en cirugía cardiovascular. De una mortalidad superior al 90% a un año sin cirugía, ahora más del 90% de los enfermos sobreviven sin problemas con la cirugía de Jatene o de switch arterial. La mortalidad temprana es mayor en los casos con comunicación interventricular, los reportes van del 0 al 40% con una mediana de 10%. Los estudios a largo plazo del Jatene han demostrado que del 88 al 95% de los enfermos se encuentran asintomáticos (5).

El principio de llevar a cabo el (SA) como reparación primaria en neonatos con TGA-SII, mientras el VI es todavía capaz de manejar la presión sistémica fue introducida en el Hospital de Boston Children's en 1983 (6).

El tiempo ideal para realizar el (SA) en los bebés con TGA-SII es desde los primeros tres días hasta las 3 semanas de vida. Actualmente es el estándar de manejo quirúrgico con una mortalidad quirúrgica promedio del 2-5%; mientras en los mayores de 3 semanas no lo existe, y los procedimientos quirúrgicos varían entre los diferentes centros hospitalarios (2,9).

En la revisión de la literatura, se puede concluir que el (SA) tardío se puede llevar a cabo de manera exitosa en lactantes de hasta 8 semanas. Por otro lado, se ha reportado que llevar a cabo un (SA) con soporte ECMO es un abordaje apropiado y seguro para garantizar el soporte posoperatorio del VI en bebés mayores de 21 días (9).

Más del 50% de los pacientes con D-TGA-SII que no reciben tratamiento mueren en el primer mes de vida, y una minoría sobrevive después de los 6 meses. Con tratamiento médico- quirúrgico se obtienen unos resultados de supervivencia a largo plazo del 90-98% de los pacientes (1).

Se sigue recomendando realizar el (SA) en pacientes con TGA-SII dentro de las 2 primeras semanas de vida de ser posible. Cuando no es el caso, se puede ofrecer el (SA) primario hasta los 3 meses de vida (10).

La mayoría de los cirujanos realizan un (SA) primario en bebés de hasta 4 semanas de vida, mientras la elección más allá del mes de vida es controversial. De hecho, varios grupos han adoptado electivamente el (SA) primario en presentadores tardíos (hasta las 8 semanas de vida), con soporte mecánico posoperatorio si es necesario (2).

Para niños mayores de 2 meses, la masa ventricular izquierda y el índice de masa/volumen telediastólico debe orientar hacia un (SA) rápido en 2 estadios (2). Sin embargo hoy en día es dudoso el papel de la masa ventricular, considerando que la deformidad ventricular es mejor parámetro de adaptabilidad posquirúrgica.

En niños con d- TGA con SII, varios centros han reportado una mortalidad de 1-10% para el (SA) primario en niños de hasta 3 semanas y del 5-9% para el switch atrial (8).

Las tasas de supervivencia posterior al (SA) son excelentes, con una mortalidad temprana de tan solo 1% en la era reciente y una tasa de supervivencia a 25 años de aproximadamente 97% (11).

Consideraciones fisiológicas

Adecuación de la masa ventricular izquierda

a) Regresión de la masa ventricular izquierda

En el feto con TGA-SII, las presiones del VI y del VD son iguales. Por consecuencia, el grosor de la pared del VI es normal al nacimiento. Sin embargo, después del nacimiento, el rápido descenso de las resistencias vasculares pulmonares es acompañado por una disminución en paralelo de la presión del VI que a su vez disminuye el estímulo para el desarrollo de su masa muscular (6).

Al mes de edad la relación de la presión pico del VI-VD en pacientes con TGA-SII ha caído a 0.5 o menos. Dado el aumento significativo en el flujo sanguíneo pulmonar y por lo tanto en la sobrecarga de volumen del VI, este tiende a dilatarse progresivamente. Todos estos factores combinados hacen que sea una urgencia el realizar una operación de (SA) durante el periodo neonatal mientras el VI es todavía capaz de soportar la circulación sistémica. Por lo tanto, la reparación es idealmente llevada a cabo dentro de las primeras semanas de vida (6).

Un número de consideraciones teóricas apoyan la moción de que el ventrículo izquierdo (VI) es más adecuado que el ventrículo derecho (VD) para soportar a circulación sistémica. El VI con su patrón de contracción concéntrica y forma cilíndrica está más adaptado a soportar la presión, mientras que el VD con su cavidad en forma de media luna y su patrón de contracción en fuelle es más adecuado para servir como una bomba de volumen (6).

Un estudio posmortem de 61 niños no operados de d- TGA con SII, mostró que el grosor ventricular izquierdo se mantiene normal o cerca de lo normal hasta por lo menos 2 meses de edad (8).

Alrededor de la cuarta semana de vida, la masa del VI comienza a disminuir, aunque con cierto grado de reversibilidad (2). El corazón neonatal responde al estrés hemodinámico con una combinación de hiperplasia e hipertrofia, mientras el corazón adulto solo responde con hipertrofia. La edad límite en la cual el miocito responde con hiperplasia se ha reportado entre los 3 a 6 meses posteriores al nacimiento (12).

Comparados con la hipertrofia; la hiperplasia es más fisiológica y se acompaña de una reserva de flujo coronario normal debido a la angiogénesis coronaria concomitante. La hipertrofia y probablemente la hiperplasia, son rápidamente inducibles (horas) por sobrecarga de presión; el ecocardiograma bidimensional demostró un incremento de la masa ventricular izquierda en un 85% dentro de los 5 a 7 días posteriores al bandaje de la arteria pulmonar en pacientes con TGA y SII (12).

El procedimiento se debe llevar a cabo de manera ideal dentro de las dos primeras semanas de vida y no más de la sexta semana de vida. Posterior a este periodo, los pacientes con TGA-SII han presentado involución significativa de la masa del VI debido a la baja poscarga en la circulación pulmonar (3).

Un defecto septal interatrial no restrictivo y un conducto arterioso permeable considerable ($\geq 5\text{mm}$) mantiene una presión y precarga adecuada y explican en parte los resultados positivos en algunos presentadores tardíos (2).

Es razonable asumir que el VI de los pacientes mayores con TGA-SII tardará más en adaptarse al incremento agudo de trabajo posterior al (SA). El tamaño de la comunicación interatrial y el conducto arterioso claramente influyen la precarga y la poscarga del VI, pero otros factores, posiblemente genéticamente determinados juegan un rol importante en la disminución de las resistencias vasculares pulmonares y el rendimiento del VI (10).

La colocación del stent en el conducto arterioso es una alternativa para aquellos pacientes con TGA que se presentan de manera tardía, ya que proporciona carga de volumen y en menor medida carga de presión en el VI involucionado, ocasionando hipertrofia ventricular y eliminando la necesidad de una fístula sistémico pulmonar (13).

Sivakumar et al. demostraron que en presentadores tardíos se puede volver a preparar al ventrículo izquierdo dentro de 3 semanas, permitiendo un (SA) exitoso posteriormente (14).

Este método de preparación ventricular es una alternativa atractiva, dado su naturaleza mínimamente invasiva y su reducida morbilidad. Su mayor ventaja yace en evitar la distorsión de la arteria pulmonar y la insuficiencia de la válvula neo-aórtica resultante del bandaje pulmonar (13).

Existen 2 situaciones clínicas para colocar un stent en el conducto arterioso en pacientes con TGA-SII: la primera es como preparación del ventrículo izquierda y la segunda es como rescate cuando existe desaturación arterial severa (13).

b) Valoración de la preparación ventricular

El septum interventricular (SIV), es la pared común entre ambas bombas, el cual se afecta por la poscarga desigual entre ambos ventrículos. Como mecanismo natural para adaptarse a la poscarga elevada del ventrículo derecho, el SIV requiere mayor fuerza de contracción, lo que origina su desplazamiento hacia el VI (8,12).

Por lo tanto, la forma del VI en el eje corto cambia de su forma esférica a una forma en “D” y posteriormente a forma de “banana” (8).

Tradicionalmente, el grosor de la pared posterior del VI y la masa miocárdica eran tomados en cuenta para valorar la preparación ventricular, pero Bisoi y colaboradores se basaron en la apariencia visual del VI y la movilidad del septum interventricular en el eje corto paraesternal por ecocardiograma. Específicamente, la apariencia circular del VI fue tomado como signo de preparación (8).

Estos cambios en la forma ventricular izquierda y en la movilidad del SIV son un fenómeno reversible y pueden verse modificados mediante fármacos y/o el uso de soporte ECMO (8).

Ota y colaboradores introdujeron el (SA) primario para los pacientes con TGA-SII que tuvieran más de 3.5mm de la pared posterior del VI (13).

La evaluación preoperatoria acerca de la “preparación” del VI para la cirugía (geometría, grosor de la pared, función ecocardiográfica del VI y otra evidencia de sobrecarga de presión o de volumen relacionado con el tamaño del conducto arterioso y la comunicación interatrial) toman mayor importancia pasados los 2 meses de vida (10).

La masa miocárdica del VI involucrado está siempre subestimada en el ecocardiograma convencional, dado que se asume que el VI es esférico, cuando en realidad tiene forma de “banana” o de “D”. Se subestima aún más cuando se indexa a la superficie corporal, porque los niños tienen un área de superficie corporal relativamente mayor en comparación con la masa corporal (15).

La geometría ventricular izquierda, el grosor de la pared y función por ecocardiograma han sido utilizados como parámetros de preparación ventricular. El septum interventricular se encuentra desplazado por la presión ventricular desigual y progresivamente se desvía hacia el ventrículo pulmonar, tomando una apariencia en “forma de banana” en el ecocardiograma (2).

Lacour-Gayet et al ha usado la masa indexada del VI $<35 \text{ g/m}^2$ como una indicación para “preparación” del VI, incluso en pacientes menores de 3 semanas de vida (10). Diversos estudios demuestran que la masa ventricular izquierda no necesariamente predice buenos resultados clínicos (15).

Los parámetros preoperatorios ecocardiográficos (geometría del VI, masa muscular indexada, espesor de la pared, volumen indexado, índice masa/volumen) no fueron predictivos del resultado y por lo tanto concluyeron que las características ecocardiográficas

"desfavorables" no se pueden utilizar para excluir a los pacientes de un (SA) primario, al menos hasta los 2 meses de vida (16).

Foran y colaboradores reportaron una pobre correlación entre las medidas convencionales de la presión ventricular izquierda y la capacidad ventricular izquierda para soportar la circulación sistémica posterior al (SA) (16).

Resultados del switch arterial primario tardío

La decisión de llevar a cabo un (SA) se basaba en una masa ventricular izquierda $>35\text{g}/\text{m}^2$ o entre $25\text{-}35\text{ g}/\text{m}^2$ y un índice masa VI/ volumen telediastólico >1.2 . Por debajo de estos niveles, se recomendaba un abordaje rápido en 2 etapas (8).

En 2006, se compararon el (SA) rápido en 2 etapas vs (SA) primario, encontrándose más beneficioso este último en los pacientes con d-TGA con SIV íntegro entre los 21 y 60 días de vida (8,12).

Varios estudios realizados claramente demuestran que el (SA) se puede llevar a cabo de manera segura con una morbi- mortalidad aceptable aunque con una necesidad mayor de soporte mecánico en lactantes mayores y niños (el más grande reportado tenía 8 años de vida) (17).

En la era actual, muchos centros han mostrado excelentes resultados con el (SA) primario en niños tan grandes como 10 semanas de vida sin denotar incremento en la mortalidad, pero si en la necesidad de requerir soporte mecánico circulatorio (17).

En los niños que se presentan hasta las 6 semanas de vida, se ha encontrado que el (SA) primario parece una mejor opción quirúrgica que el (SA) en 2 etapas, con una mortalidad aceptable (8).

La información reportada en pacientes que son llevados tardíamente a cirugía tienen periodos de ventilación y estancia hospitalaria prolongados, así mismo requieren mayor soporte mecánico ventricular izquierdo y cierre esternal diferido (9).

Edwin y colaboradores demostraron que la ventilación mecánica fue más prolongada en el grupo tardío por 1.6 días en promedio. La estancia en UCI posoperatoria fue similar en los dos grupos (20.3 vs 20 días respectivamente) (12).

La edad, el bajo peso, el soporte ventilatorio prolongado, el ECMO y una estadía prolongada en la UCI están asociadas con una mayor mortalidad. Sin embargo la saturación de oxígeno al ingreso, el tiempo de pinzamiento aórtico o de bypass cardio-pulmonar no parecen tener relación con la mortalidad (8).

En un meta análisis, Edwin y colaboradores demostraron un nivel de evidencia II para soportar la teoría de que en centros con la suficiente experiencia; el (SA) en niños con TGA-SII puede llevarse a cabo de manera primaria en niños de 3 a 8 semanas de vida con resultados tempranos comparables con pacientes menores a las tres semanas de vida (17).

Bisoi y cols. demostraron que el (SA) presentó mayor beneficio en niños con D-TGA-SII entre 21 y 60 días de vida comparado con la que se realizó (SA) en 2 etapas. Estos últimos requirieron mayor soporte de la función ventricular (inotrópicos y soporte ECMO). (18)

Bisoi y cols. demostraron una supervivencia a 7 años del 98% (15).

El grupo Great Ormond Street encontraron que en el grupo de (SA) tardío, las medidas convencionales de presión y función del VI no predijeron la mortalidad o la necesidad de soporte mecánico (2).

En un intento por mejorar el resultado en los pacientes con presentación tardía, varios autores han investigado acerca de la seguridad de extender los límites de edad a 8 semanas para el (SA) en pacientes con TGA-SII. Estos autores demostraron en términos de mortalidad temprana, fue similar para los pacientes tempranos (0-8.3%) vs tardíos (2.7-5.6%) (12).

Kang y cols. demostraron que no existe diferencia significativa respecto a la mortalidad hospitalaria (5.5% vs 3.8%) o necesidad de soporte mecánico circulatorio (3.6% vs 5.7%) en los pacientes llevados a (SA) en mayores de 3 semanas de vida. Sin embargo en cuanto a los días de ventilación posoperatoria (4.9 vs 7.1 días) y la duración de estancia posoperatoria (12.5 vs 18.9 días) si existió (10).

La incidencia de regurgitación de la válvula neoaórtica en el SA tardío tuvo una tendencia a la disminución conforme el paso del tiempo, acercándose al 0% a los 34 meses posterior a la cirugía (15).

La estenosis pulmonar es con mucho la secuela más común en los adultos posterior del (SA), con una prevalencia entre el 17% y 55%. La cual es hemodinámicamente significativa en el 10-25% de los casos. (3) La estenosis pulmonar supravalvular leve se presentó en el 4% (8).

La insuficiencia neoaórtica en la mayoría de los reportes recientes con un seguimiento mayor, la prevalencia fue de 0.3% al 15%; significativamente más baja que la estenosis pulmonar o coronaria (3).

En adultos jóvenes, 82% mostraron una capacidad anormal de ejercicio, definida como un valor pico de VO_2 menor al 80% del predicho, con valores más bajos en TGA complejas y adultos con reoperaciones en la infancia (3).

En una serie larga de adultos operados de (SA); arritmias, principalmente taquicardias supraventriculares (fibrilación y flutter auricular) y bradiarritmias requirieron marcapaso, representando el 2.4% de eventos cardiacos tardíos con una supervivencia libre de arritmia del 98.4% a 10 años y del 96.6% a 25 años (3).

Bisoi y colaboradores demostraron que los niños con ventrículo izquierdo en forma de banana requirieron mayor soporte inotrópico y ventilatorio, así mismo su estadía en la UCI fue mucho más prolongada (8).

Ota y colaboradores demostraron que los pacientes con una pared posterior del VI menor de 4mm tuvieron un mayor tiempo de ventilación mecánica y días en terapia intensiva comparados con los que tuvieron una pared gruesa (>4mm) (13).

La recuperación de la forma y geometría ventricular izquierda tomó de 1-6 meses (media de 1.5 meses), la cual fue ligeramente mayor en niños más grandes (8).

La función y forma ventricular regresó a lo normal dentro de los 3 primeros meses posterior a la cirugía (15).

Bisoi y cols. demostraron una supervivencia a 7 años del 98% (15).

Kang y cols. demostraron que no existe diferencia significativa respecto a la mortalidad hospitalaria (5.5% vs 3.8%) o necesidad de soporte mecánico circulatorio (3.6% vs 5.7%) en los pacientes llevados a (SA) en mayores de 3 semanas de vida. Sin embargo en cuanto a los días de ventilación posoperatoria (4.9 vs 7.1 días) y la duración de estancia posoperatoria (12.5 vs 18.9 días) si existió (10).

Los presentadores tardíos requieren un promedio de 1.6 días más de ventilación mecánica que el grupo temprano, y extienden su estancia en la unidad de cuidados intensivos con una media de 0.3 días. Esta diferencia no fue significativa (12).

La tasa de mortalidad tardía es de 2.4/1000 adultos por año. Las muertes tardías ocurren en el 1.6% de los sobrevivientes, arrojando una tasa de 99.2% a los 10 años y 96.7% a los 25 años. En la mayoría de los casos las muertes fueron repentinas y ocurrieron en pacientes con lesiones residuales significativas, principalmente con disfunción ventricular izquierda e hipertensión pulmonar (3).

Ying-long y colaboradores demostraron excelentes resultados a corto y mediano plazo en pacientes operados de (SA) mayores de 6 meses con TGA, TGA-CIV y anomalía de Taussig-Big e hipertensión pulmonar en la era actual con una mortalidad del 7% (19).

Entrenamiento ventricular izquierdo para una operación de switch arterial retrasada

a) Introducción y problemas fisiopatológicos

En la TGA-SII, el VI está sujeto a una sobrecarga de volumen, pero no de presión, ocasionando un retraso el crecimiento normal del VI. El (SA) neonatal o el bandaje de la arteria pulmonar en los lactantes somete al VI a una sobrecarga de presión, llevándolo a una hipertrofia fisiológica al incrementar la proliferación capilar y los miocitos (17).

DiDonato y colegas observaron que el miocardio inmaduro neonatal responde a la sobrecarga de presión con hiperplasia. Con la edad (entre los 3-6 meses), la respuesta

cambia a hipertrofia. El crecimiento postnatal del VI en los corazones normales ocurre en respuesta a la combinación de carga de volumen y de presión, resultando en un rápido incremento de la masa ventricular que para la semana cuatro será más grande que el ventrículo derecho (17).

Algunos centros, consideran la edad mayor a 3 semanas como una contraindicación definitiva para el (SA) primario y han adoptado el SA en 2 estadios (10).

El bajo gasto cardiaco y la falla ventricular izquierda se puede presentar posterior a las 3 semanas de vida, debido a la involución progresiva del VI después del (SA). Por lo tanto el switch arterial en dos estadios y el switch arterial rápido en dos estadios son modalidades de manejo quirúrgico en esta población de pacientes (9).

Sin duda, el factor más importante para seleccionar la modalidad de tratamiento es el grado de involución del ventrículo izquierdo (9).

Conociendo las ventajas del switch arterial sobre los procedimientos atriales, los cirujanos intentaron el switch arterial en 2 etapas para niños más grandes con TGA-SII. Más tarde se modificó el intervalo entre un estadio y otro a 1 semana, siendo la solución para estos niños que se presentaban a cirugía más allá del periodo neonatal (8).

Para “preparar” el VI para soportar la presión sistémica, Yacoub en 1977 introdujo un abordaje en 2 estadios para la transposición de grandes arterias con septum interventricular íntegro (TGA-SII); el cual consistía en realizar de primera intención un bandaje de la arteria pulmonar con o sin fístula sistémica pulmonar, para desarrollar de hipertrofia del VI, seguido del (SA) varios meses después (2,6,13,17).

En 1989, Jonas et al. introdujeron el llamado (SA) rápido en 2 estadios, demostrando que la hipertrofia ventricular izquierda es obtenida entre la primera y segunda semana posterior a la sobrecarga de presión en pacientes jóvenes más allá del periodo neonatal (2).

El (SA) en 2 estadios fue propuesto una década después de la cirugía de Seening/Mustard, y más tarde fue modificada para disminuir el intervalo entre las etapas a una semana, y fue considerada como una solución a los pacientes más allá del periodo neonatal (10). Sin embargo estos pacientes presentan una contractilidad anormal del ventrículo izquierdo en el 25% de pacientes comparados con un 3% de los pacientes llevados a un (SA) primario. En presentadores tardíos, la mortalidad temprana combinada del (SA) en 2 etapas es mayor que en el (SA) primario (55% vs 14%) (12).

En la operación rápida de dos estadios, Boutin y colaboradores reportaron que la masa del VI se incrementó significativamente comparado con los valores preoperatorios 36 horas posteriores al bandaje de la arteria pulmonar (13).

La primera corrección exitosa en 2 estadios fue reportada por Lancet en 1977. Desde entonces se han hecho muchos reportes exitosos en pacientes más grandes, donde

el tiempo de preparación del VI varía entre una semana y pocos meses, con un promedio de 7 días (17).

La edad límite en la cual el potencial de hiperplasia del miocito en el infante se pierde es a los 3-6 meses posteriores al nacimiento (2).

b) Indicaciones para el switch arterial en dos estadios: Las combinaciones categóricas para el entrenamiento ventricular incluyen una combinación de los siguientes criterios no invasivos: (2)

- Masa indexada del VI $<35\text{g/m}^2$
- Edad por encima de las 3 semanas.
- Perfil del septum interventricular; forma de banana del VI.
- Ausencia de conducto arterioso permeable u obstrucción del TSVI.
- Índice de presión VI/VD <0.6

c) Tipos de entrenamiento ventricular y aspectos técnicos:

- Hipóxico (pre-SA): Implica un (SA) en dos estadios. Existen 3 métodos diferentes: (2)

1. Bandaje de la arteria pulmonar con fístula sistémico pulmonar seguido del (SA) posterior a un intervalo de tiempo dependiente de la edad del paciente (1-2 semanas en lactantes menores y varios meses en niños y lactantes mayores)

2. Bandaje de la arteria pulmonar con permeabilidad del conducto arterioso (mediante infusión de prostaglandinas o colocación de stent).

3. Inducir permeabilidad del conducto arterioso (infusión de prostaglandinas o colocación de stent).

- Normoxémico (post-SA): Se adopta posterior al SA cuando se presenta falla ventricular izquierda operatoria relacionada con un problema coronario. Se logra farmacológicamente o mediante soporte mecánico circulatorio.

d) Resultados del entrenamiento ventricular para una operación de switch arterial retrasada: Comparado con el (SA) primario, el seguimiento a largo plazo en el abordaje en 2 etapas ha revelado un desempeño ventricular izquierdo alterado, aumento de la insuficiencia neo- aórtica y obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho. (8)

La mayoría del incremento de la masa ventricular izquierda (95%) ocurre en la primera semana (con la mayor tasa de hipertrofia en el día 2) (2).

La fracción de eyección del ventrículo izquierdo disminuye a las 12 horas posteriores al bandaje pulmonar, pero regresa a niveles basales para el día 3.5 cuando la hipertrofia compensadora toma lugar (2).

La tasa de mortalidad temprana posterior al (SA) rápido en dos estadios es entre 0 y 6%, y el curso posoperatorio puede ser más ligero que en el (SA) primario debido al excelente desarrollo de la masa ventricular izquierda (2).

Sin embargo aquellos en los que se realiza el (SA) en dos etapas pueden presentar deterioro de la función ventricular izquierda, insuficiencia de la válvula neo-aórtica, y obstrucciones en el tracto de salida del ventrículo derecho y esto resulta en una tasa de mayor mortalidad y morbilidad, estancia en terapia intensiva prolongada, infecciones nosocomiales y costos hospitalarios comparados con el (SA) (9).

La mayoría de los reportes sugieren que el (SA) provee un mejor resultado a largo plazo comparado con el switch atrial. Lo mismo no se puede decir para el (SA) en 2 estadios. Este último impone un riesgo adicional, el cual necesita ser equilibrado contra el riesgo relativamente bajo de mortalidad de la operación de Seening/Mustard (10).

Bisoi y cols. demostraron que el (SA) presentó mayor beneficio en niños con D-TGA-SII entre 21 y 60 días de vida comparado con la que se realizó (SA) en 2 etapas. Estos últimos requirieron mayor soporte de la función ventricular (inotrópicos y soporte ECMO) (18).

e) Intervalo de tiempo óptimo entre estadios: La herramienta clave para la decisión quirúrgica posterior al estadio uno es el ecocardiograma 2D. Los criterios propuestos para realizar un segundo estadio de manera segura son: (2)

- Relación de presión entre el ventrículo izquierdo-derecho >0.85
- Volumen telediastólico ventricular izquierdo $>90\%$ de lo normal
- Fracción de eyección del ventrículo izquierdo >0.5
- Grosor de la pared posterior $>4\text{mm}$
- Estrés parietal predictivo $<120 \times 10^3 \text{ dinas/cm}^2$
- Masa ventricular izquierda $>50\text{g/m}^2$

El tiempo promedio entre un estadio y el otro es de 10 días (varía entre 5 días y 6 semanas) (2).

Técnicas quirúrgicas y manejo transquirúrgico.

a) Switch arterial: Los pasos a realizar en la operación son: (3)

1. Transección de la aorta por encima de la unión sinotubular y del tronco de la arteria pulmonar por encima de su raíz.
2. Traslocación de las arterias coronarias a la raíz de la arteria pulmonar
3. Maniobra de Lecompte con posterior reconstrucción de la raíz neopulmonar con parche de pericardio.

b) Parámetros intraoperatorios: Las metas posoperatorias inmediatas son asegurar la perfusión coronaria, presión de atrio izquierdo de 5-15mmHg, con evidencia de buena perfusión tisular y gasto urinario $>1\text{ml/kg/hr}$ (2).

Se recomienda iniciar milrinona a cualquier paciente con signos o síntomas de bajo gasto cardiaco y al menos una presión de atrio izquierdo mayor de $>15\text{mmHg}$. Si se presenta hipotensión, puede ser necesario iniciar soporte inotrópico o vasopresor (epinefrina o dopamina) (2). Existen pocos estudios en la población pediátrica, sin embargo

está considerado el uso de levosimendán con el objetivo de disminuir la poscarga del ventrículo sistémico, favorecer el flujo coronario y el lusitropismo.

La falla renal aguda es prevalente posterior al (SA), sin embargo, el uso profiláctico de un catéter de diálisis peritoneal no se recomienda (2).

c) Transferencia coronaria: Existen varios sistemas de clasificación para describir los diferentes orígenes y trayectos coronarios. Uno de los más usados es el de Wenosvsky y Sanders, en el cual existen 7 tipos: (20)

1. Anatomía coronaria habitual.
2. Origen de la circunfleja en la arteria coronaria derecha.
3. Arteria coronaria derecha única.
4. Arteria coronaria izquierda única.
5. Origen invertido de las arterias coronarias.
6. Origen invertido de la arteria coronaria derecha y circunfleja.
7. Arteria coronaria izquierda intramural.

Según la clasificación de Yacoub y Radley-Smith. El tipo más habitual es el patrón "A" presente en el 77.3% de los niños, el tipo "D" en 18.2%, y tipo B 4.2% (12)

Todos los patrones de arterias coronarias son teóricamente transferibles. Los patrones de arteria coronarias han sido identificados como un factor de riesgo de mortalidad en el (SA) (6).

d) Reconstrucción del trato de salida del ventrículo derecho: Los defectos tisulares de la arteria pulmonar relacionados con la transferencia coronaria deben ser llenados. Los parches con pericardio autólogo son el material más ampliamente usado (2).

En un esfuerzo para reducir la obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho (OTSVD), la reconstrucción de la raíz neopulmonar usando la técnica de parche en pantalón debe ser considerada (2).

e) Defecto del septum interatrial en la TGA-SII: El defecto es normalmente cerrado directamente o con un parche. Como parte del procedimiento, un defecto residual puede ser dejado intencionalmente, para llevar un curso posoperatorio menos difícil, particularmente en pacientes en los cuales las resistencias vasculares pulmonares pueden fluctuar y provocar una crisis de hipertensión arterial (2).

Hipertensión arterial pulmonar

A pesar de que los avances en la cirugía cardíaca han permitido reparar defectos cardíacos congénitos a muy corta edad, la hipertensión pulmonar asociada ha permanecido como un problema mayor (19).

La hipertensión pulmonar (HP) ocurre en aproximadamente 5.7% de los pacientes con cardiopatía congénita posterior a la cirugía correctiva (11).

Las mejoras en el diagnóstico, manejo preoperatorio, refinamiento de las técnicas quirúrgicas y estrategias de manejo posoperatorio han mejorado la seguridad y eficacia en los pacientes mayores con TGA, TGA-CIV, anomalía de Taussig- Big con severa hipertensión pulmonar llevados a (SA) (19).

Los reportes publicados de pacientes con TGA e HP han estimado una incidencia de 0.6-1% (11).

Dado que los pacientes con TGA desarrollan de manera temprana y rápida enfermedad pulmonar obstructiva, particularmente en la presencia de un defecto interventricular significativo o un conducto arterioso grande se recomienda el (SA) con cierre del defecto interventricular o ligadura del conducto arterioso dentro del primer mes de vida (6).

Factores antenatales, como fisiología restrictiva pulmonar, hipoxia, perfusión bronquial incrementada, alteran la programación normal del desarrollo vascular pulmonar y podrían explicar el inicio temprano de la enfermedad vascular pulmonar (EVP) en estos pacientes (11).

Existen 2 presentaciones fenotípicas de HP en los pacientes con TGA-SII. La primera de inicio temprano (dentro del primer año posterior a la cirugía) y otro de presentación tardía (>1 año posterior a la cirugía) (11).

El subgrupo de pacientes con TGA e HP posterior al (SA) requiere especial atención, ya que está asociada con una morbilidad y mortalidad significativa (11).

Oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO)

En los niños con ventrículo izquierdo limítrofe o involucionado, el soporte mecánico con membrana de oxigenación extracorpórea es una opción (8).

La necesidad de ECMO ha sido reportado en alrededor del 20% de los niños llevados a (SA) más allá de la sexta semana de vida (2).

Kang y colegas señalaron la diferencia en los resultados del (SA) primario en menores y mayores de 2 meses de vida. Notaron un mayor requerimiento de soporte mecánico circulatorio posterior al (SA) primario en los mayores de 2 meses (10).

Sin embargo Edwin y colaboradores concluyeron fue necesario en 6.3% del grupo de (SA) temprano y del 33% en el grupo tardío (12).

Debido a las complicaciones potenciales de estos procedimientos en el corto y largo plazo, ha existido un mayor interés en llevar a cabo el (SA) con soporte de oxigenador de membrana extracorpórea (ECMO) en pacientes mayores de 3 semanas de vida (9).

Se sugiere iniciar en situaciones donde las metas hemodinámicas no se pueden lograr, o se consiguen con altas dosis de soporte inotrópico (exponiendo al paciente a un consumo significativo y progresivo del oxígeno miocárdico, acidosis metabólica y

marcadores de perfusión tisular); datos de disfunción ventricular izquierda (taquicardia inexplicable, fluctuación o caída de la presión sistémica o incremento de la presión de atrio izquierdo) y falta de mejoría tras la administración de agentes reductores de la poscarga como la fenoxibenzamina (2,8,15).

Así mismo los niños con características ecocardiográficas sugerentes de involución ventricular izquierda son llevados a (SA) primario con soporte ECMO (8).

Variables hemodinámicas y clínicas como la dimensión y la fracción de eyección del VI, velocidad aórtica, gasto urinario y los niveles de lactato han sido utilizadas como indicadores para retirar el ECMO (9).

Con el uso apropiado del soporte con ECMO, estos niños pueden ser llevados de manera segura a un (SA) primario sin importar la edad, con buenos resultados a mediano y corto plazo, pudiendo llevar una vida normal (15).

PROTOCOLOS DE SEGUIMIENTO CARDIACO

El seguimiento a corto plazo durante el primer año posterior al (SA) debe incluir revisiones al mes, 3,6 y 12 meses. En el mediano y largo plazo el seguimiento en los niños debe ser cada año y en adultos cada dos años (2).

Cada visita debe incluir examen físico, electrocardiograma de 12 derivaciones y ecocardiograma transtorácico (2).

La prueba de esfuerzo debe usarse como tamizaje para isquemia miocárdica tan pronto como el paciente tenga la edad suficiente para cooperar. Las secuelas posteriores al (SA) incluyen obstrucción de las arterias coronarias, disfunción ventricular izquierda, estenosis de la arteria pulmonar y sus ramas, OTSVD, insuficiencia de la válvula neoaórtica y dilatación de la raíz aórtica, por lo cual el seguimiento debe ser dirigido a detectar dichas lesiones (2).

La mayoría de los pacientes adultos reportan una tolerancia al ejercicio normal poco después del (SA), con más del 90% en clase funcional I según la clasificación de la NYHA (3).

Muchos factores como la denervación simpática, reserva de flujo coronario anormal, niveles reducidos de actividad física, secuelas hemodinámicas y un mayor seguimiento han sido sugeridos como reductores de la capacidad de ejercicio posterior al (SA) (3).

Comparados con la población general, los parámetros de ejercicio permanecen anormales. En la serie más larga de pacientes con (SA) y ejercicio cardiopulmonar, el pico de VO_2 fue de 35.1 ± 7.6 ml/kg/min, correspondiendo al 86.1% del valor predictivo (3).

En adultos jóvenes, 82% mostraron una capacidad anormal de ejercicio, definida como un valor pico de VO_2 menor al 80% del predicho, con valores más bajos en TGA complejas y adultos con reoperaciones en la infancia (3).

La incompetencia cronotrópica ha sido encontrada hasta en un tercio de los pacientes. Una obstrucción residual del TSVD se ha relacionado con la disminución del pico de VO₂ (3).

Las recomendaciones actuales son llevar a cabo un tamizaje no invasivo para isquemia miocárdica, con una prueba de esfuerzo al menos cada 3 años para pacientes mayores de 8 años de edad y estudio Holter de manera anual para pacientes menores de 5 años y cada 2 años en mayores de 5 años (2).

ARRITMIAS

Mientras los trastornos del ritmo representan una complicación frecuente posterior al intercambio atrial, la incidencia posterior al (SA) es relativamente baja. Estudios electrofisiológicos muestran la ausencia de arritmias inducibles y no hay evidencia de lesión del nodo AV o del haz de His (3).

Pacientes con patrones inusuales de coronarias (incluyendo aquellas con trayecto intramural o arteria coronaria única) tienen mayor riesgo de mortalidad (2).

La taquicardia supraventricular y la disfunción del nodo sinusal rara vez son vistos posteriores al (SA), pero son frecuentes posterior al procedimiento de Senning o Mustard (2).

La TGA está asociada con una de las tasas más altas de muerte súbita. Para niños, la prolongación del QRS y la disfunción ventricular derecha son factores de mal pronóstico (2).

En una serie larga de adultos operados de (SA); arritmias, principalmente taquicardias supraventriculares (fibrilación y flutter auricular) y bradiarritmias requirieron marcapaso, representando el 2.4% de eventos cardíacos tardíos con una supervivencia libre de arritmia del 98.4% a 10 años y del 96.6% a 25 años (3).

Sin embargo un incremento en la incidencia de latidos prematuros ventriculares y supraventriculares se observaron conforme la duración del seguimiento fue mayor, lo cual refleja la historia natural de las arritmias posteriores al (SA) (3).

REOPERACIONES E INTERVENCIONES PARA EL MANEJO DE LAS COMPLICACIONES TARDÍAS.

Introducción

La mayoría de las reoperaciones son llevadas a cabo durante el primer año de vida posterior al (SA), mientras que las reoperaciones tardías (>80%) son realizadas dentro de los primeros diez años posteriores al (SA). La supervivencia y los resultados funcionales parecen no afectarse por la necesidad de reintervenciones (2).

Sin embargo, la morbilidad y las secuelas tardías permanecen siendo un problema, estando libre de reoperación el 82% a 23 años (11).

La tasa general de cateterismos posteriores al (SA) es de 18% a 10 años y del 25% a los 25 años. La mayoría de las reintervenciones son llevadas durante la infancia (2).

Problemas como la dilatación de la raíz aórtica, estenosis/coartación aórtica, obstrucción del tracto de salida, estenosis pulmonar valvular o supravalvular y arritmias pueden ocurrir especialmente en el seguimiento a largo plazo (11).

Reoperaciones de lesiones en el tracto de salida neopulmonar

a) Obstrucción del tracto de salida: Es la causa de reoperación más frecuente con una incidencia de 1-42%. La cual es hemodinámicamente significativa en el 10-25% de los casos. Se tiende a desarrollar durante el primer año posterior a la reparación, con una disminución pero persistente riesgo más adelante (2,3). Es responsable de cerca del 75% de la reintervenciones (3).

La localización más frecuente es en el tronco de la arteria pulmonar y ramas proximales, en el sitio del parche pericárdico, como consecuencia de su distorsión o retracción; aunque la estenosis pulmonar valvular y subvalvular, así como sus combinaciones también han sido descritas (3).

Los factores de riesgo relacionados con el paciente son: una menor edad y bajo peso al momento de la cirugía, el nacimiento de la arteria coronaria izquierda del seno derecho, discrepancia de tamaño entre las grandes arterias con un anillo nativo aórtico pequeño, relación lado a lado de las grandes arterias, coexistencia de coartación de la aorta, crecimiento somático rápido, tejido ductal remanente que ocasione estenosis de la rama izquierda de la arteria pulmonar, entre otros (2).

La formación de tejido de cicatrización en el sitio de anastomosis, el crecimiento somático inadecuado de la arteria pulmonar y la mala movilización de la raíz neo-pulmonar y de la arteria pulmonar producen una tensión excesiva en el sitio de anastomosis, siendo potenciales causas de la obstrucción del TSVD (3).

Los factores relacionados con la cirugía son la movilización inadecuada de las ramas pulmonares, la técnica usada en la reconstrucción de la arteria pulmonar proximal, la compresión posterior de la válvula neopulmonar y la arteria pulmonar principal por la neoaorta, bandaje de la arteria pulmonar, falla de crecimiento del anillo valvular, uso de material protésico en la reconstrucción de los senos neopulmonares y el estrechamiento circunferencial de las líneas de sutura (2).

Diagnóstico:

A) **ECOCARDIOGRAMA:** Representa la primera línea en la evaluación y clasificación de la estenosis pulmonar. La valoración del gradiente pico y medio del tracto de salida se realiza mediante Doppler continuo (3).

B) **TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA:** Permite una valoración precisa de las arterias centrales y periféricas de la pulmonar, correlacionando fuertemente los hallazgos con los del cateterismo cardiaco (3).

C) **RESONANCIA MAGNÉTICA:** La cobertura volumétrica en más de un plano permite la identificación de aceleraciones en el flujo, estrechamiento anatómico y guía la adquisición de imágenes de contraste de fase que proporcionan información útil acerca de los gradientes de presión y velocidades a través del sitio de estenosis (3).

La mayoría de las lesiones responsables de estenosis de la AP responden de manera diferente a los distintos tratamientos, incluyendo la cirugía y la angioplastia con balón (3).

La reoperación o intervención está indicada cuando el gradiente es $>50\text{mmHg}$ en cualquier nivel del tracto de salida neopulmonar es detectado en la evaluación con ecocardiograma Doppler (2).

La angioplastia en la zona del parche es el tratamiento más efectivo y debe considerarse como el tratamiento de elección. La dilatación con balón debe considerarse si la obstrucción está confinada a nivel valvular (2).

En general la dilatación con balón con stent intravascular es más efectiva en el manejo de la estenosis de las ramas pulmonares, pero no así en la estenosis supra-avalvular de la arteria neo-pulmonar (3).

Los pacientes que fueron sometidos a una reparación en 2 etapas tuvieron una tendencia a un mayor número de intervenciones respecto aquellos que se la realizaron en una sola etapa (3).

b) Regurgitación de la válvula neopulmonar: Su incidencia varía entre el 9-80%.

Las indicaciones para reoperación (valvuloplastia o cambio valvular pulmonar) son la dilatación, disfunción ventricular derecha significativa e insuficiencia tricuspídea ocasionada por la insuficiencia pulmonar (2).

Reoperaciones de lesiones del tracto de salida ventricular izquierdo

a) Regurgitación de la válvula neoaórtica: Es una entidad extremadamente frecuente después del (SA) y rara vez progresa a un nivel clínicamente significativo. El factor de riesgo más importante para su desarrollo es la (SA) a edades tardías y las características del defecto del septum interventricular (9).

Es la segunda causa más frecuente de reoperación posterior al (SA), necesitada en el 5-22% de los casos (2). Se observa en etapas tempranas en el 30% al 55% de los pacientes en donde el (SA) fue precedida por el bandaje de la arteria pulmonar. Cuando la reparación primaria o la operación rápida en 2 estadios fue la regla, la prevalencia de insuficiencia aórtica disminuyó entre el 5% y 22% (3).

El riesgo de insuficiencia aórtica mostró un descenso inicial rápido posterior a la cirugía, seguido por una disminución lenta y un lento incremento tardío, con nuevos casos observados de insuficiencia hasta 16 años posteriores a la cirugía (3).

El riesgo de dilatación de la raíz pulmonar en posición aórtica refleja las diferencias histológicas en las paredes de los vasos aórticos y pulmonares. Los vasos pulmonares poseen una estructura menos densa, un menor número de células musculares lisas en comparación a los vasos aórticos por lo que es más propensa a debilitarse y dilatarse (3).

Varios mecanismos han sido postulados, entre ellos se encuentran el mayor tamaño de la raíz aórtica y su dilatación debido al incremento de la poscarga, incremento de la turbulencia en el sitio de la anastomosis aorta-pulmonar, reordenamiento complejo de la unión sinotubular y los senos de Valsalva (15).

Mientras todos estos mecanismos han sido debatidos durante años, la reflexión retrógrada de la onda de pulso por la angulación posterior a la maniobra de Lecompte debe ser considerada como causa de la regurgitación aórtica. La onda de pulso retrógrada aumenta la presión en la raíz neo-aórtica dilatándola y estrechando las cúspides aórticas ocasionando regurgitación en su porción central, la cual se puede atribuir a la técnica quirúrgica (15).

Conforme el niño crece existe remodelación aórtica con disminución de la angulación, favoreciendo la propagación anterógrada de la onda de pulso (15).

Los factores de riesgo más importantes para el desarrollo de regurgitación neoaórtica son la debilidad intrínseca de la arteria pulmonar nativa y el tejido valvular para soportar la presión sistémica, bandaje pulmonar previo, anatomía anormal de las arterias coronarias, regurgitación de la válvula pulmonar preoperatoria, crecimiento anormal de la neoaorta (2).

La reoperación debe considerarse en la presencia de síntomas atribuibles a insuficiencia aórtica de moderada a severa, fracción de eyección ventricular izquierda $\leq 50\%$, aumento del diámetro diastólico/sistólico del ventrículo izquierdo, diámetro de la raíz aórtica z score ≥ 3 (2).

La incidencia de regurgitación de la válvula neoaórtica en el SA tardío tuvo una tendencia a la disminución conforme el paso del tiempo, acercándose al 0% a los 34 meses posterior a la cirugía (15).

b) Obstrucción del tracto de salida: Es la causa menos frecuente de reintervención, con una tasa libre de 99% a diez años posterior al (SA). Sin embargo, al menos una estenosis aórtica leve se encontró en el 3.2% de los pacientes (2).

Reoperaciones para lesiones coronarias

La obstrucción de las arterias coronarias ocurre en el 5-7% de los sobrevivientes y permanecen como una de las principales causas de morbilidad y mortalidad posterior al (SA) (2).

Los eventos coronarios tienen una presentación bimodal con descenso rápido en la fase temprana y un incremento lento en la fase tardía. Son una causa mayor

de muerte dentro del primer año de vida (2%). Estos eventos se han atribuido con problemas técnicos asociados a la transferencia coronaria. El segundo pico ocurre cerca de los 5 años posteriores a la cirugía y es explicado por el engrosamiento fibro-celular de la íntima y estrechamiento de las arterias coronarias (2,15).

La arteria coronaria izquierda es la más frecuentemente afectada (2). Se ha correlacionado una mayor susceptibilidad en los pacientes con patrones coronarios tipo B y C según la clasificación de Yacoub y Radley- Smith (3).

a) Mecanismo de deterioro de la función coronaria a largo plazo: El engrosamiento progresivo excéntrico proximal de la íntima ocurre en hasta el 89% de las arterias coronarias después del (SA). Conforme esta población se acerca a la etapa adulta, se incrementa el riesgo para aterosclerosis y eventos isquémicos. Por lo cual estos pacientes deben mantenerse en seguimiento de por vida de la perfusión miocárdica (2).

b) Lesiones coronarias: prevalencia, incidencia y diagnóstico: La incidencia de enfermedad coronaria sintomática es relativamente baja, la prevalencia reportada varía entre 2.1% y el 11.3% (11).

La incidencia de estenosis coronaria tardía que requiere reintervención varía entre el 3-10%, y se relacionan con el engrosamiento progresivo fibro-celular de la íntima y el estrechamiento de las arterias coronarias con el crecimiento, mientras que las lesiones obstructivas coronarias silentes tienen una prevalencia de 6-8% (2,3).

Las lesiones coronarias son detectadas en promedio después de un intervalo de 33 meses. Las indicaciones para una angiografía coronaria selectiva o una angio-tomografía multicortes posterior el (SA) incluyen: la presencia electrocardiográfica o ecocardiográfica de signos sugestivos de isquemia miocárdica en cualquier momento después de la operación, patrones inusuales de coronarias o dificultades para la transferencia durante la cirugía, la técnica de reimplantación de orificio único (2).

Dentro de los factores de riesgo se incluyen: anatomía coronaria compleja (origen intramural u ostium único), posición relativa de las grandes arterias y la válvula neoaórtica bicúspide (2).

La técnica quirúrgica de los botones coronarios y su implantación sin torsión/tensión es de suma importancia para evitar eventos coronarios (15).

La insuficiencia coronaria aguda en el momento de la cirugía debe ser sometida inmediatamente a revisión de las anastomosis o a un bypass con injerto, mientras que en la tardía se indica cuando se demuestra isquemia miocárdica en estudios de imagen (2).

A) TÉCNICAS NUCLEARES

La tomografía por emisión de positrones con N-13 amonio ha revelado defectos reversibles de perfusión inducidos por adenosina en 24% de los pacientes posterior al (SA) (3).

B) ECOCARDIOGRAMA

A diferencia de las técnicas nucleares, ofrece la ventaja de evaluar de manera simultánea la contractilidad ventricular y la isquemia miocárdica durante el estrés (3).

Estudios previos han mostrado un buen pronóstico a mediano plazo, presentando una fracción de eyección del ventrículo izquierdo normal por ecocardiograma y/o RM (3).

En los pacientes adultos que se les realizó (SA); la excursión sistólica de anillo mitral (MAPSE) se correlacionó con los parámetros de tolerancia al ejercicio, y se encontró que la función longitudinal del VI estaba reducida en mayor proporción en comparación con la fracción de eyección del VI (15% vs 9.6%) (3).

C) ANGIOGRAFÍA POR TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA

Ofrece una visualización no invasiva del lumen coronario, su trayecto y de las estructuras adyacentes. Puede ser potencialmente más útil que la angiografía invasiva para determinar los mecanismos estrechamiento luminal, que en los pacientes con SA es a menudo posterior al estiramiento, acodamiento o compresión del vaso (3).

La revascularización debe considerarse en la ausencia de isquemia miocárdica evidente pero en presencia de obstrucción coronaria demostrada, mientras que la angioplastia coronaria con parche está indicada en las obstrucciones proximales discretas (2).

El injerto de arteria mamaria izquierda debe ser considerado para lesiones distales, largas y completas del tronco principal o para obstrucciones residuales posteriores a la arterioplastía primaria (2).

La angioplastia coronaria percutánea transluminal con o sin implantación de stent, debe ser considerada preferiblemente posterior al fallo de la arterioplastía quirúrgica primaria (2).

La sobrevida libre de eventos coronarios ha sido estimada en 92.7, 91 y 88.2% a 1,10 y 15 años respectivamente, mientras que la oclusión coronaria asintomática ha sido reportada hasta en 2% de los pacientes (3).

ANTECEDENTES

En pacientes con transposición de las grandes arterias con septum interventricular íntegro (TGA-SII), su presentación tardía para el tratamiento quirúrgico no es infrecuente. La experiencia temprana sugiere una mortalidad excesiva para el switch arterial primario cuando es llevado a cabo más allá de la tercera semana de vida.

Sin embargo el verdadero límite de edad para el (SA) primario permanece sin poder establecerse de manera certera.

Norwood y colaboradores en 1982 sugirieron una mortalidad excesiva para el (SA) primario para la TGA-SII después de los 15 días de vida comparada con aquellos que se realizó en la primera semana de vida (21).

Davis y colegas reportaron 18 niños (entre 21-118 días de vida) que fueron llevados a (SA) primario en pacientes con TGA-SII. En el periodo de estudio (1985-1990) solo un lactante de 6 meses de vida fue llevado a switch atrial. Solo hubo una muerte temprana (5.6%) por un problema en la anastomosis coronaria en el grupo tardío vs 0% (0 de 100) en pacientes menores a 21 días. Un paciente (5.6%) en el grupo tardío requirió asistencia mecánica circulatoria por fallo ventricular izquierdo dos días posteriores a la cirugía (22).

Foran y colaboradores analizaron de manera retrospectiva el resultados de 37 pacientes (entre 21-61 días) y los compararon con 156 neonatos menores de 21 días de vida a los que se les realizó (SA) para TGA-SII entre 1990 y 1996. La mortalidad temprana para el grupo tardío fue de 2.7% contra 8.3% del grupo temprano. Los requerimientos de soporte mecánico ventricular izquierdo para ambos grupos fue de 2.7% y 3.8% respectivamente. En el grupo tardío, las medidas convencionales de función y presión del ventrículo izquierdo (geometría, masa indexada y otros) no fueron predictores de mortalidad o de soporte mecánico ventricular izquierdo (16).

Kang y colegas investigaron la factibilidad de extender el límite de edad para realizar el (SA) en pacientes con TGA-SII más allá de los dos meses de edad como seguimiento de su reporte anterior. Doscientos setenta y cinco neonatos menores de 21 días de vida fueron comparados contra 105 niños (entre 21-185 días), sin encontrar diferencias significativas en términos de mortalidad intrahospitalaria (5.5% vs 3.8%) o en necesidad de soporte mecánica ventricular izquierdo (3.6% vs 5.7%) entre el grupo temprano y tardío respectivamente. Del grupo tardío, 3.8% desarrollaron falla ventricular izquierda posoperatoria conduciendo a la muerte o a la necesidad de soporte mecánico ventricular. Todos los 9 pacientes mayores de 2 meses (entre 61-185 días) sobrevivieron hasta el alta aunque 2 (entre 69-86 días) requirieron soporte mecánico ventricular izquierdo posoperatoriamente. El curso posoperatorio del grupo tardío, sin embargo, fue más prolongado en cuanto a ventilación mecánica (4.9 vs 7.1 días) y estancia hospitalaria (12.5 días vs 18 días) (10).

Sarris y colaboradores reportaron la experiencia colectiva de 19 centros europeos. Cincuenta y dos pacientes con TGA-SII mayores de cuatro semanas de vida (36 eran mayores de ocho semanas) fueron llevados a (SA) primario con una mortalidad comparable con los más jóvenes (2% vs 3%, respectivamente) (23).

Ismail y colaboradores estudiaron un grupo preseleccionado de 27 infantes con TGA-SII de 21 días o mayores que se presentaron para un (SA) primario de manera tardía y los compararon con 64 neonatos menores de 21 días de vida que fueron llevados a (SA) durante el mismo periodo. A diferencia de los estudios previos (10,16,23), ellos seleccionaron pacientes mayores de 21 días con TGA-SII con geometría ventricular izquierda favorable para realizar el (SA). No hubo diferencia significativa en cuanto a mortalidad (7.4% vs 3.1%, $P=0.73$), soporte mecánico ventricular izquierdo (3.7% vs 0%, $P=0.65\%$) y complicaciones (24).

Dabritz et al. reportaron siete pacientes mayores de 4 semanas que fueron llevados a (SA) primario de manera exitosa. Cinco de estos tuvieron una presión ventricular izquierda baja y fueron llevados a una prueba de bandaje pulmonar durante 15-30 minutos. Los cinco pacientes permanecieron hemodinámicamente estable posterior a la prueba y se procedió a realizar el (SA). En los 7 pacientes, el switch arterial se logró sin soporte ventricular izquierdo y ninguna muerte (25).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La transposición de grandes arterias (TGA) corresponde del 5-7% de todas las cardiopatías congénitas y representa la segunda cardiopatía cianótica más frecuente (3).

Existen varias técnicas quirúrgicas, pero la de elección es el switch arterial (SA), descrito por Jatene et. al en 1975. Con esta técnica se ha demostrado alta supervivencia, con escasas secuelas a medio y largo plazo (7,8).

Los niños que se presenta con TGA-SII más allá de las 3-4 semanas de vida, las opciones quirúrgicas son cuestión de debate (8,12). Convencionalmente, a estos niños se les ofrecía el switch a nivel atrial, la cual se ha probado ser una cirugía inferior comparada con el (SA) (8). La reparación a nivel atrial tiene una baja mortalidad operatoria pero secuelas a largo plazo muy significativas como lo son arritmias, regurgitación tricuspídea, falla del ventrículo derecho sistémico; las cuales se incrementan con el paso del tiempo, ocasionando falla cardíaca congestiva y mortalidad temprana en la etapa adulta (12).

Otras opciones han sido la preparación ventricular y posteriormente el (SA), la cual evolucionó de ser una operación en dos estadios a una operación rápida de dos estadios. (13).

El (SA) es el procedimiento de elección en neonatos con TGS-SII hasta las 3 semanas de vida. La preocupación acerca de la regresión del VI ha desanimado a la mayoría de los centros de ofrecer el (SA) primario a los niños con TGA-SII más allá de las 4 semanas de vida (13).

La literatura publicada ha establecido que el (SA) es por mucho una mejor opción que el switch atrial en cuanto a salud mental, funcionamiento físico, auto estima y percepción general de salud. La calidad de vida y estatus de salud percibido por niños entre 11-15 años posterior a la reparación de la TGA fueron excelentes y mejores en aquellos sometidos a (SA) (8).

La asociación entre la edad al momento de la cirugía y el riesgo de muerte posterior al (SA) fue sugerida en 1988 por la sociedad de cirujanos de cardiopatía congénitas, donde observaron que el riesgo se incrementaba más allá de los 14 días de vida (10).

Los niños con TGA-SII, por una razón u otra se presentan de manera tardía más allá del periodo neonatal, cuando la presión del VI es muy baja debido a la disminución de la presión vascular pulmonar (13).

El límite superior de edad para realizar el (SA) primario, no ha impedido que centros alrededor del mundo extiendan el límite para ofrecer este procedimiento a los niños con TGA-SII. Estos intentos son esporádicos, aunque alentadores (15).

En la era actual, muchos centros han mostrado excelentes resultados con el (SA) primario en niños tan grandes como 10 semanas de vida sin denotar incremento en la mortalidad, pero si en la necesidad de requerir soporte mecánico circulatorio (17).

En niños con TGA-SII, varios centros han reportado una mortalidad del 1-10% para el (SA) hasta las 3 semanas de vida y del 5-9% para la operación de intercambio atrial. Reportes más recientes han abogado por extender los límites para el (SA) fuera de las 2 semanas habituales después del nacimiento, hasta los 2 o 3 meses de vida (13).

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál será la mortalidad y evolución posquirúrgica de los pacientes operados de switch arterial por transposición clásica de las grandes arterias posteriores a los 21 días de vida en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” en el periodo de enero de 2008 a diciembre del 2018 en comparación con lo reportado en la literatura internacional?

JUSTIFICACIÓN

Dentro de nuestra institución, los pacientes con transposición de las grandes arterias corresponden a una parte importante de los pacientes con cardiopatía congénita cianógenas, por lo que representan un porcentaje importante de los pacientes. Lo que se traduce en una gran cantidad de recursos tanto humanos como económicos.

Actualmente, en la literatura a nivel mundial, existe poca información sobre el impacto de la cirugía de Jatene en los pacientes que son operados de manera tardía, así como su desenlace, por lo que esta es un área de oportunidad para conocer las características de nuestra población.

En el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” no disponemos de datos actuales en relación a la evolución posquirúrgica de este tipo de pacientes por lo que se realizó el presente trabajo. Es importante conocer el desenlace que presentan, para poder crear mejores estrategias de diagnóstico y tratamiento, resultando en una optimización de recursos en nuestra institución a corto, mediano y largo plazo.

Con la generación de cifras específicas que reflejen la evolución clínica así como las complicaciones asociadas al procedimiento de switch arterial primario de manera tardía, es posible considerar dicho procedimiento como una de las principales opciones quirúrgicas para el tratamiento correctivo de la transposición de grandes arterias en pacientes mayores a tres semanas de vida extrauterina.

OBJETIVOS

OBJETIVO PRINCIPAL:

❖ Comparar la evolución clínica de los pacientes operados de cirugía e Jatene por transposición clásica de las grandes arterias posteriores a los 21 días de vida en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” en los últimos 10 años.

OBJETIVOS SECUNDARIOS:

- ❖ Describir las variables demográficas de la muestra
- ❖ Describir las características del diagnóstico de la muestra
- ❖ Describir parámetros ecocardiográficos: función ventricular izquierda y derecha, masa ventricular izquierda.
- ❖ Describir parámetros prequirúrgicos del cateterismo
- ❖ Describir condiciones del paciente previas al procedimiento quirúrgico
- ❖ Describir características de los pacientes sometidos a preparación ventricular
- ❖ Describir evolución de los pacientes posterior a la cirugía de Jatene
- ❖ Comparar características demográficas entre los pacientes sometidos a cirugía tempranamente vs los intervenidos posterior a los 21 días de vida
- ❖ Comparar parámetros ecocardiográficos entre los pacientes sometidos a cirugía tempranamente vs los intervenidos posterior a los 21 días de vida
- ❖ Comparar la morbilidad entre los pacientes sometidos a cirugía tempranamente vs los intervenidos posterior a los 21 días de vida
- ❖ Comparar la mortalidad entre los pacientes sometidos a cirugía tempranamente vs los intervenidos posterior a los 21 días de vida

HIPÓTESIS

No aplica por tratarse de un estudio observacional de serie de casos.

MÉTODOS

A) TIPO Y DISEÑO GENERAL DEL ESTUDIO

El diseño de la investigación será descriptivo, longitudinal, observacional y retrospectivo.

- Descriptivo: se pretende únicamente describir las características de los pacientes posoperados de cirugía de Jatene.
- Longitudinal: se evaluarán diferentes variables a lo largo de la evolución del paciente.
- Observacional: no se realizará ninguna intervención, únicamente se obtendrán datos del expediente electrónico.
- Retrospectivo: se incluirán únicamente pacientes que ya fueron operados y cuyos datos se encuentran disponibles en el expediente electrónico.

B) DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

A continuación, se presenta el listado de variables con su definición conceptual u operacional correspondiente:

Variable	Definición	Tipo de variable	Unidad
Género	División del género humano en dos grupos: mujer u hombre	Nominal dicotómica	0: Masculino 1: Femenino
Edad al ingreso	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de un individuo al momento del ingreso	Numérica discreta	Días
Edad a la cirugía	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de un individuo al momento de la cirugía	Numérica discreta	Días
Cirugía temprana	Paciente menor de 21 días de vida al momento de la cirugía	Nominal dicotómica	0: No 1: Sí
Peso	Peso previo a la cirugía	Numérica discreta	Kilogramos
Talla	Altura del individuo previo a la cirugía	Numérica discreta	Centímetros

CIV restrictiva	Paciente con TGA con CIV hemodinámicamente restrictiva (<3 mm)	Nominal dicotómica	0: No 1: Sí
Insuficiencia Aórtica		Nominal policotómica	1: No 2: Leve 3: Moderada 4: Severa
Estenosis aórtica		Nominal policotómica	1: No 2: Leve 3: Moderada 4: Severa
Tipo de Estenosis Valvular Aórtica		Nominal policotómica	0: No aplica 1: Subvalvular 2: Valvular 3: Supravalvular
Insuficiencia pulmonar		Nominal policotómica	1: No 2: Leve 3: Moderada 4: Severa
Estenosis pulmonar		Nominal policotómica	1: No 2: Leve 3: Moderada 4: Severa
Tipo de Estenosis Valvular Pulmonar		Nominal policotómica	0: No aplica 1: Subvalvular 2: Valvular 3: Supravalvular 4: Subvalvular y Supravalvular 5: Valvular y Supravalvular 6: Bandaje TAP
Insuficiencia Mitral		Nominal policotómica	1: No 2: Leve 3: Moderada 4: Severa
Estenosis Mitral		Nominal policotómica	1: No 2: Leve 3: Moderada 4: Severa
Insuficiencia Tricuspídea		Nominal policotómica	1: No 2: Leve 3: Moderada 4: Severa
Estenosis Tricuspídea		Nominal policotómica	1: No 2: Leve 3: Moderada 4: Severa
Presencia de PCA		Nominal dicotómica	1: Sí 2: No

PCA mayor a 5 mm		Nominal dicotómica	1: No aplica 2: Sí 3: No
Fracción de Expulsión de VI		Numérica continua	%
DSVI		Numérica continua	Número
Z-score DSVI		Numérica continua	Número
DDVI		Numérica continua	Número
Z-score DDVI		Numérica continua	Número
Fracción de acortamiento VI			%
Relación E/A Mitral		Numérica discreta	Número
Forma del Ventrículo Izquierdo		Nominal policotómica	1: Circular 2: "D" 3: Banana
Masa ventricular izquierda		Numérica continua	Número
Z-score de masa ventricular izquierda		Numérica continua	Número
TAPSE		Numérica discreta	Mm
Fracción de acortamiento		Numérica discreta	%
DDVD		Numérica continua	Mm
Cateterismo cardiaco preoperatorio		Nominal dicotómica	1: Sí 2: No
Prostaglandina		Nominal dicotómica	1: Sí 2: No
Presión sistólica del VD		Numérica discreta	mm Hg
Presión diastólica del VD		Numérica discreta	mm Hg
Presión sistólica del VI		Numérica discreta	mm Hg
Presión sistólica de la arteria pulmonar		Numérica discreta	mm Hg
Relación presión sistólica VI: VD > 2/3		Nominal policotómica	0: No aplica 1: No 2: Sí
Procedimiento de Rashkind		Nominal dicotómica	0: No 1: Sí

Edad al momento del Rashkind		Numérica discreta	Días
Rashkind días antes de la cirugía		Numérica discreta	Días
Colocación de stent en PCA		Nominal policotómica	0: No aplica 1: Sí 2: No
Ventilación mecánica previa a cirugía		Nominal dicotómica	1: No 2: Sí
Días de ventilación mecánica		Numérica discreta	Días
Inotrópico prequirúrgico		Nominal dicotómica	0: No 1: Sí
Saturación de oxígeno al ingreso a quirófano		Numérica discreta	%
Lactato al ingreso a quirófano		Numérica discreta	mmol/L
Creatinina prequirúrgica		Numérica continua	mg/Dl
Preparación ventricular previa		Nominal dicotómica	1: No 2: Sí
Cirugía de Preparación Ventricular		Nominal policotómica	1: No 2: Fístula sistémico pulmonar 3: Bandaje + FSP
Masa de VI previo a preparación ventricular		Nominal continua	g/mm ²
Masa de VI posterior a preparación ventricular		Nominal continua	g/mm ²
Días entre la preparación ventricular y cirugía de Jatene		Numérica continua	Días
Cierre de CIA		Nominal dicotómica	0: Sí 1: No
Patrón coronario		Nominal dicotómica	1: Riesgo bajo 2: Riesgo alto
Tiempo de circulación extracorpórea		Numérica discreta	Minuto

Tiempo de pinzado aórtico		Numérica discreta	Minuto
Complicaciones transoperatorias		Nominal dicotómica	0: No 1: Sí
Tipo de complicación transoperatoria		Nominal policotómica	1: Ninguna 2: Hemorragia 3: Falla ventricular 4: Arritmias 5: Vasculares 6: Muerte
Lactato posterior a la cirugía		Numérica continua	mg/dL
Asistencia ventricular		Nominal dicotómica	1: No 2: Sí
Días de asistencia ventricular		Numérica discreta	Días
Cierre esternal diferido		Nominal dicotómica	1: no 2: Sí
Razón de cierre esternal diferido		Nominal policotómica	0: no aplica 1: Protocolo 3: Inestabilidad
Tiempo para el cierre esternal		Numérica discreta	Días
Complicaciones posquirúrgicas		Nominal dicotómica	0: No 1: Sí
Tipo de complicación posquirúrgicas		Nominal policotómica	1: No 2: Sangrado 3: Arritmia 4: Infecciosa 5: Neurológica 6: Renal 7: Dehiscencia de herida 8: Choque Cardiogénico 9: Crisis de HAP 10: Otra
Sangrado mayor al habitual		Nominal dicotómica	1: No 2: Sí
Trastorno del ritmo		Nominal policotómica	1: No 2: BAVC 3: Fibrilación Ventricular 4: Taquicardia supraventricular 5: Taquicardia ventricular
Falla renal		Nominal dicotómica	1: No 2: Sí
Proceso Infeccioso		Nominal policotómica	1: No 2: Neumonía 3: Mediastinitis 4: Infección de herida 5: Urosepsis

			6: Endocarditis 7: Sepsis 8: Enterocolitis 9: Peritonitis
Reintervención quirúrgica		Nominal dicotómica	1: No 2: Sí
Cateterismo posquirúrgico		Nominal dicotómica	1: No 2: Sí
Estancia en UCIP		Numérica discreta	Días
Estancia hospitalaria		Numérica discreta	Días
Estancia posquirúrgica		Numérica discreta	días
Defunción		Nominal dicotómica	1: No 2: Sí
Defunción temprana	Defunción antes de los 30 días del alta	Nominal policotómica	1: Sí 2: No 3: No aplica
Lugar de defunción		Nominal policotómica	1: Quirófano 2: UCIP 3: Piso 4: Extra hospitalaria 5: No aplica
Defunción antes de 30 días de ingreso hospitalario		Nominal policotómica	1: No 2: Sí 3: No aplica
Defunción antes de 30 días posquirúrgicos		Nominal policotómica	1: No 2: Sí 3: No aplica
Causa de defunción		Nominal policotómica	0: No aplica 1: IAM 2: Falla orgánica múltiple 3: Choque cardiogénico 4: Choque séptico
Complicaciones a largo plazo		Nominal policotómica	1: Sí 2: No 3: No aplica
Estenosis supravalvular posquirúrgica		Nominal policotómica	1: No 2: Aórtica 3: Pulmonar 4: Ambas

			5: No aplica
Insuficiencia valvular posquirúrgica		Nominal policotómica	1: No 2: Aórtica 3: Pulmonar 4: Ambas 5: No aplica
Clase funcional a largo plazo		Nominal policotómica	0: No aplica 1: I 2: II 3: III 4: IV
Procedimiento tardío	Intervención quirúrgica o cateterismo tardío	Nominal policotómica	1: Sí 2: No 3: No aplica

C) UNIVERSO DE ESTUDIO, SELECCIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA.

Universo

Se consideraron a todos los pacientes ingresados en el servicio de terapia intensiva pediátrica cardiovascular posquirúrgica en estado posoperatorio inmediato de cirugía de Jatene en pacientes con transposición de grandes arterias y septum interventricular íntegro o comunicación interventricular hemodinámicamente no significativa (<3mm) en el periodo comprendido de enero de 2008 a diciembre de 2018.

Muestra y selección de muestra

Se utilizó la fórmula para el cálculo de tamaño de muestra para equivalencia entre proporciones, ya que en la literatura no se reporta una diferencia significativa de mortalidad entre los pacientes sometidos a SA antes y después de los 21 días de vida. La fórmula es la siguiente:

$$n = \frac{(2 \times p1 \times (1 - p1) \times (Z_{\alpha 2} + Z_{\beta})^2)}{(E^2)} = 29$$

En donde:

n = tamaño de muestra

$Z_{\alpha 2}$ = valor de Z correspondiente a riesgo α fijado para hipótesis bilateral (0.05)

Z_{β} = valor de Z correspondiente a riesgo β fijado para hipótesis bilateral (0.20)

p1 = valor de la proporción que se supone que existe en la población (3.8%)

E²= error máximo total aceptado (14%)

Entonces:

$$n = \frac{(2 \times 0.038 \times (1 - 0.038) \times (1.960 + 0.842)^2)}{(0.14^2)} = 29$$

Por lo que el tamaño de muestra para este estudio con error alfa de 0.05 para hipótesis bilateral, poder del 80% y un error máximo aceptado del 14% fue de 29 pacientes para cada grupo.

D) CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Criterios de inclusión

- Pacientes menores de 18 años ingresados en la unidad de terapia intensiva pediátrica cardiovascular posquirúrgica de enero de 2008 a diciembre de 2018.
- Pacientes operados de cirugía de Jatene por transposición de grandes arterias con septum interventricular íntegro (o defecto septal interventricular menor de 3mm) asociado o no a comunicación interatrial, foramen oval permeable o persistencia de conducto arterioso.
- Pacientes sesionados por el servicio de Cardiología Pediátrica que fueran candidatos a cirugía correctiva.

Criterios de exclusión

- Pacientes prematuros (menos de 37 semanas de gestación) al nacimiento.
- Antecedente de paro cardiorespiratorio previo a la cirugía.
- Defectos extracardiacos asociados (coartación de la aorta, hipoplasia de arco aórtico).
- Cardiopatías congénitas complejas con TGA.

E) MATERIAL

Los recursos que serán utilizados para la realización del estudio son:

- Hoja de captura Excel prediseñada
- Computadora con paquete Microsoft Office 2016 Versión 15.2
- Paquete estadístico SPSS v.23
- Expediente electrónico del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”

F) PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN, INSTRUMENTOS A UTILIZAR Y MÉTODOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS DATOS.

Se identificaron los pacientes del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” que cumplieron con los criterios de selección, se recabaron del expediente electrónico las variables consideradas relevantes para el estudio y se registraron en la hoja de captura Excel previamente diseñada. Finalmente se realizó el análisis estadístico planeado y se reportaron los resultados obtenidos.

G) PROCEDIMIENTOS PARA GARANTIZAR ASPECTOS ÉTICOS EN LAS INVESTIGACIONES CON SERES HUMANOS

En este estudio no se realizó ninguna intervención que puso en peligro al sujeto de estudio. Las variables consideradas relevantes para el estudio se obtuvieron a través del expediente electrónico, no se utilizaron los datos personales del paciente.

Se considera una investigación sin riesgo que no transgrede las normas de la Conferencia de Helsinki de 1964 ni su revisión de 2012, al igual se respeta el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.

Se solicitó la autorización para la revisión de las historias clínicas y presentación de este estudio, al comité de ética e investigación del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” contando con la aprobación del mismo.

Este trabajo se trata de un estudio retrospectivo y descriptivo, no se revela la identidad de los pacientes, por lo que no fue necesario uso de consentimiento informado.

H) CONFLICTO DE INTERESES

Los investigadores involucrados en este estudio declaran no tener ningún conflicto de intereses en la realización de este estudio.

I) FACTIBILIDAD

En el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” se realizan alrededor de 250 – 300 cirugías por año, incluyendo pacientes que requieren cirugía de Jatene, por lo que se cree factible la realización de este estudio durante el periodo de tiempo considerado.

PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

A todas las variables se les realizó un análisis descriptivo. Las variables numéricas continuas se sometieron a pruebas de normalidad para reportarlas de acuerdo con su distribución; promedios y desviación estándar, si presentaron distribución normal; mediana con mínimos y máximos, si presentaron distribución no paramétrica. Las variables cualitativas se reportan con frecuencias y porcentajes.

Para las variables cualitativas se construyeron tablas de contingencia y se realizó un análisis bivariado para identificar diferencias entre ambos grupos (cirugía temprana vs cirugía posterior a los 21 días) se tomaron como significativas las variables que obtuvieron una p menor a 0.05. Al igual, para las variables numéricas se realizaron pruebas de acuerdo con la distribución que presentaron los datos, paramétrica (prueba de t para muestras independientes) o no paramétrica (U de Mann-Whitney), con la finalidad de identificar diferencias entre ambos grupos.

RESULTADOS FINALES

Se incluyeron 87 pacientes a quienes se les realizó cirugía de Jatene de 2008 a 2018. La mediana de edad de 10 días (mínimo 0 días, máximo 2470 días). El 66.7% de los pacientes fue de género masculino. El 66.7% (n = 58) de los pacientes se sometió a cirugía antes de los 21 días de vida. La descripción demográfica de la muestra se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción demográfica de la muestra (n = 87)

Característica	Mediana (mín. - máx.)
Edad al ingreso (días)	10 (0 - 2470)
Edad a la cirugía (días)	12 (0 - 2504)
Peso (kilogramos)	3.3 (2.26 - 16)
Talla (centímetros)	50 (45 - 105)
Género Masculino, n (%)	58 (66.6)
Cirugía Temprana (< 21 días), n (%)	58 (66.7)

El 86.2% (n = 75) de los pacientes tenían persistencia del conducto arterioso, de los cuales el 29.9% (n = 26) era mayor a 5 mm. El 66.7% (n = 58) de los pacientes presentaron insuficiencia tricuspídea leve y el 13.8% (n = 12) insuficiencia pulmonar leve (Tabla 2).

Tabla 2. Características de los pacientes (n = 87)

Procedimiento	n (%)
CIV restrictiva	15 (17.2)
Insuficiencia pulmonar leve	12 (13.8)
Estenosis pulmonar	
Leve	1 (1.1)
Moderada	9 (10.3)
Severa	2 (2.3)
Tipo de Estenosis pulmonar	
Subvalvular	2 (2.3)
Valvular	1 (1.1)

Bandaje del tronco	9 (10.3)
Insuficiencia mitral	
Leve	9 (10.3)
Moderada	1 (1.1)
Estenosis mitral	
Leve	1 (1.1)
Insuficiencia tricuspídea	
Leve	58 (66.7)
Moderada	3 (3.4)
Presencia de PCA	75 (86.2)
Mayor a 5 mm	26 (29.9)

CIV, comunicación interventricular; PCA, persistencia del conducto arterioso

Se realizó una comparación entre los grupos de pacientes, aquellos que se sometieron a cirugía temprana (menor de 21 días de vida) contra los que se sometieron a cirugía posteriormente. Se encontraron diferencias significativas entre los grupos en las variables de peso, talla, DDVI, masa ventricular izquierda, Z-score de masa ventricular izquierda, TAPSE, DDVD y Z-score de DDVD con p menor a 0.05. Los resultados de la comparación se reportan en la Tabla 3.

Tabla 3. Comparación entre pacientes (características prequirúrgicas)

Característica	Cirugía Temprana	Cirugía Tardía	P	OR	IC 95%
Género femenino ^o	18 (62.0)	11 (38.0)	0.520	0.736	0.289 – 1.874
Género masculino ^o	40 (68.9)	18 (32.1)	0.520	1.358	0.534 – 3.455
Edad al ingreso (días) [~]	6.08 (4.85)	899.50 (1075.37)	0.000		198.40 – 496.52
Edad a la cirugía (días) [~]	7.42 (4.87)	921.75 (1085.26)	0.000		213.31 – 514.27
Peso (kilogramos) [~]	3.10 (0.55)	9.92 (5.68)	0.000		1.80 – 3.81
Talla (centímetros) [~]	50.0 (2.82)	76.75 (24.11)	0.000		9.35 – 18.22
FEVI ^{*^}	63 (60 - 82)	69.1 (61 - 85)	0.995		
DSVI [~]	11.98 (2.64)	14.35 (5.68)	0.078		- 0.22 – 4.06

Z-score DSVI [~]	0.34 (1.89)	-1.3 (2.49)	0.656	- 2.04 – 1.30
DDVI [~]	19.07 (3.08)	25.6 (7.31)	0.008	1.13 – 7.24
Z-score DDVI [~]	0.41 (1.67)	- 0.54 (1.51)	0.706	- 1.25 – 1.84
FAVI [~]	37.52 (7.78)	43.25 (14.42)	0.164	- 1.82 – 10.48
Relación E/A Mitral* [^]	1.04 (0.68 – 1.78)	1.24 (0.6 – 33.3)	0.428	
Masa Ventricular VI [~]	55.0 (11.19)	73.0 (24.95)	0.000	8.58 – 21-73
Z-score Masa Ventricular VI [~]	- 0.85 (1.07)	0.82 (1.50)	0.013	0.17 – 1.39
TAPSE [~]	10.0 (2.30)	16.2 (3.03)	0.000	4.54 – 9.63
FAVD [~]	44.1 (5.32)	46.8 (11.63)	0.406	- 5.10 – 12.13
DDVD [~]	14.63 (2.01)	24.1 (6.74)	0.000	6.04 – 13.37
Z-score DDVD [~]	1.53 (0.60)	2.47 (0.52)	0.006	0.31 – 1.68

Las variables cualitativas se reportan en frecuencias y porcentajes; las numéricas en media y desviación estándar

*Distribución no paramétrica, se reporta mediana, mínimo y máximo

^oChi cuadrado

[~]Prueba de t para muestras independientes

[^]U de Mann-Whitney

El 48.3% (n = 42) de los pacientes se les realizó cateterismo prequirúrgico. La comparación de las mediciones obtenidas entre los grupos, cirugía temprana contra cirugía tardía, se reportan en la tabla 4. Al 42.5% (n = 37) de los pacientes se les realizó procedimiento de Rashkind y a 1 paciente se le colocó stent en el conducto arterioso. Únicamente se obtuvo diferencia estadísticamente significativa en la variable de días entre el procedimiento de Rashkind y la cirugía de Jatene con una p de 0.018.

Tabla 4. Comparación entre pacientes (cateterismo prequirúrgico)

Característica	Cirugía Temprana	Cirugía Tardía	P	OR	IC 95%
	19 (45.2)	23 (54.7)			
Presión sistólica de VD [~]	58.64 (9.30)	61.46 (9.53)	0.209		- 2.82 – 12.45
Presión diastólica de VD [~]	5.71 (2.46)	6.00 (2.78)	0.613		-1 .36 – 2.27
Presión sistólica de VI [~]	55.29 (11.16)	59.46 (18.2)	0.175		- 3.27 – 17.28
Presión sistólica pulmonar [~]	55.29 (11.16)	50.92 (13.83)	0.173		- 16.08 – 3.17
Relación presión VI: VD > 2/3	15 (42.7)	21 (58.3)	0.403	1.714	1.301 – 2.259
Edad al Rashkind* [^]	7 (0 - 16)	38 (4 - 498)	0.024		7.71 – 105.56

Días entre Rashkind y Cirugía*^	1 (0 - 7)	43 (1 - 2477)	0.018	65.65 – 643.641
---------------------------------	-----------	---------------	-------	-----------------

Las variables cualitativas se reportan en frecuencias y porcentajes; las numéricas en media y desviación estándar

**Distribución no paramétrica, se reporta mediana, mínimo y máximo*

~Prueba de t para muestras independientes

^U de Mann-Whitney

Se realizó una comparación entre ambos grupos con las variables del estado prequirúrgico, en la cual se obtuvo significancia estadística en días de ventilación mecánica, lactato y creatinina prequirúrgicas, mostrando cifras más elevadas en los pacientes pertenecientes al grupo de cirugía temprana (Tabla 5).

Tabla 5. Comparación entre pacientes (estado prequirúrgico)

Característica	Cirugía Temprana	Cirugía Tardía	p	OR	IC 95%
Ventilación mecánica ^a	25 (65.7)	13 (34.3)	0.879	0.932	0.380 – 2.288
Días de ventilación mecánica [^]	9 (4 - 42)	5.5 (1 - 58)	0.000		
Uso de Inotrópico prequirúrgico ^a	23 (63.9)	13 (36.1)	0.691	0.833	0.337 – 2.054
Saturación*~	70.3 (11.7)	73.5 (10.4)	0.509		- 3.64 – 7.29
Lactato [^]	2.1 (1 - 13)	1.4 (1 - 10)	0.004		
Creatinina [^]	0.67 (0.29 – 3.00)	0.4 (0.26 – 0.70)	0.000		

Las variables cualitativas se reportan en frecuencias y porcentajes; las numéricas en mediana, mínimo y máximo

**Distribución paramétrica, se reporta media y desviación estándar*

^aChi Cuadrado

~Prueba de t para muestras independientes

^U de Mann-Whitney

Se reportó que en el 14.9% (n = 13) de la muestra se les realizó cirugía de preparación ventricular, a 12 pacientes se les realizó bandaje más fístula sistémico pulmonar y a 1 paciente se le realizó únicamente fístula sistémico pulmonar. Se reportó una media de 45.2 ± 5.8 de masa de ventrículo izquierdo previo a la cirugía de preparación contra una media de 66.4 ± 10.9 de masa de ventrículo izquierdo posterior a la preparación. Se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa entre las mediciones pre y posterior

a la cirugía de preparación con una p de 0.031 (IC 95% - 39.30 — - 3.214). La media de días entre la cirugía de preparación y la cirugía de Jatene fue de 740.2 días \pm 1027.8 días.

En la comparación entre grupos de variables durante la cirugía se obtuvo diferencia estadísticamente significativa en las variables de pinzamiento aórtico con una p 0.004 mostrando mayor tiempo en los pacientes sometidos a cirugía tardía, y en la variable de lactato posquirúrgico se obtuvo una p de 0.000 presentado, los pacientes sometidos a cirugía temprana, cifras mayores. En cuanto a la variable de cierre esternal diferido se encontró que la cirugía temprana representa un riesgo con un OR de 10.321 (IC 95% 3.499 – 30.447; p < 0.05). El resto de las variables referentes a la cirugía se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Comparación entre pacientes (cirugía)

Característica	Cirugía Temprana	Cirugía Tardía	p	OR	IC 95%
					0.551 – 0.750
Cierre de CIA ^a	53 (64.6)	29 (35.4)	0.165	0.646	
Circulación extracorpórea (minutos) [^]	151 (94 – 270)	147 (133 – 491)	0.322		
Pinzamiento aórtico (minutos) ^{*~}	99.2 (24.5)	108.0 (51.2)	0.004		6.32 – 33.04
Complicaciones transoperatorias ^a	17 (58.6)	12 (41.4)	0.260	0.587	0.232 – 1.489
Lactato posquirúrgico ^{*~}	6.2 (3.14)	3.7 (1.69)	0.000		- 4.87 - - 2.04
Asistencia ventricular ^a	2 (66.6)	1 (33.3)	1.000	1.000	0.087 – 11.507
Cierre esternal diferido ^a	51 (80.9)	12 (19.1)	0.000	10.321	3.499 – 30.447
Días de cierre esternal diferido [^]	3 (1 – 11)	2 (1 – 4)	0.221		

Las variables cualitativas se reportan en frecuencias y porcentajes; las numéricas en mediana, mínimo y máximo

**Distribución paramétrica, se reporta media y desviación estándar*

^aChi Cuadrado

[~]Prueba de t para muestras independientes

[^]U de Mann-Whitney

La complicación transoperatoria más frecuentemente reportada fue la falla ventricular en el 58.6% (n = 17), seguida por hemorragia en el 48.2% (n = 14) de los pacientes. Cinco pacientes presentaron arritmias, 1 paciente presentó complicación vascular (desgarro de la subclavia) y 2 pacientes fallecieron durante la cirugía. En cuanto a las causas de cierre esternal diferido se reportó que el 38.7% de los pacientes fue por inestabilidad hemodinámica y en el 61.3% por protocolo.

En la comparación de las variables posquirúrgicas se obtuvo significancia estadística en la presencia de falla renal con un OR de 15.88 (IC 95% 2.012 – 125.48; p 0.001), así como en reintervención quirúrgica con OR de 1.56 (IC 95% 0.909 – 1.560; p 0.049), para los pacientes sometidos a cirugía temprana. Al igual, se obtuvo una diferencia importante entre los días de estancia en la unidad de terapia intensiva y estancia posquirúrgica, reportándose mayor tiempo de estancia en los pacientes sometidos a cirugía tardía. Los resultados de la evolución posquirúrgica se reportan en la Tabla 7.

Tabla 7. Comparación entre pacientes (posquirúrgico)

Característica	Cirugía Temprana	Cirugía Tardía	p	OR	IC 95%
					0.771 – 6.817
Complicaciones posquirúrgicas	49 (72)	19 (28)	0.130	2.292	
Sangrado mayor al habitual	0	1 (100)	0.318	0.310	0.225 – 0.426
Trastorno del ritmo	6 (100)	0	0.803	0.658	0.562 – 0.772
Falla renal	22 (95.6)	1 (4.4)	0.001	15.88	2.012 – 125.48
Reintervención quirúrgica	8 (100)	0	0.049	1.56	0.909 – 1.560
Cateterismo posquirúrgico	4 (80)	1 (20)	0.515	2.074	0.221 – 19.45
Estancia en UCIP	11 (6 – 26)	6 (3 - 64)	0.001		
Estancia hospitalaria	22.5 (12 – 52)	26 (11 – 84)	0.215		
Estancia posquirúrgica	20.5 (9 – 49)	13 (5 – 81)	0.000		

Las variables cualitativas se reportan en frecuencias y porcentajes; las numéricas en mediana, mínimo y máximo

Chi Cuadrado

U de Mann-Whitney

Dentro de las complicaciones posquirúrgicas, la mayormente reportada fue la presencia de proceso infeccioso en el 71.2% (n = 62) de los pacientes, seguida de falla renal en el 27.5% (n = 24), sangrado en el 17.2% (n = 15) y choque cardiogénico en el 16% (n = 14). De las infecciones se reportó que en el 39.1% (n = 34) fue neumonía; sepsis en el 16% (n = 14); e infección de herida en el 4.5% (n = 4) de los pacientes. Seis pacientes presentaron trastornos del ritmo, 5 taquicardia supraventricular y 1 bloqueo aurículoventricular completo. En las variables de pronóstico a largo plazo no se observó diferencia estadísticamente significativa (Tabla 8).

Tabla 8. Comparación entre pacientes (pronóstico)

Característica	Cirugía Temprana	Cirugía Tardía	p	OR	IC 95%
Complicaciones	29 (63)	17 (37)	0.451	2.345	0.242 – 22.733
Estenosis supravalvular	21 (75)	7 (25)	0.100	2.727	0.813 – 9.150
Aórtica	1 (100)	0 (0)			
Pulmonar	17 (80.9)	4 (19.1)			
Ambas	3 (50)	3 (50)			
Insuficiencia valvular	24 (60)	16 (40)	0.138	0.214	0.024 – 1.912
Aórtica	3 (33.3)	6 (66.6)			
Pulmonar	9 (25)	3 (75)			
Ambas	12 (63.7)	7 (36.3)			
Clase funcional					
I	34 (66.6)	17 (33.3)			
II	1 (50)	1 (50)			
Procedimiento tardío	2 (66.6)	1 (33.3)	0.981	0.971	0.082 – 11.483

Las variables cualitativas se reportan en frecuencias y porcentajes; las numéricas en mediana, mínimo y máximo

Chi Cuadrado

El 23% (n = 20) de los pacientes falleció, 16 pertenecían al grupo de cirugía temprana y 4 al de cirugía tardía, no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos. El 17.2% (n = 15) de los pacientes falleció antes de los 30 días posteriores al ingreso hospitalario, de igual forma, no se observó diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos (Tabla 9).

Tabla 9. Comparación entre pacientes (defunción)

Característica	Cirugía Temprana	Cirugía Tardía	p	OR	IC 95%
	58 (66.6)	29 (33.3)			
Defunción	16 (80)	4 (20)	0.149	2.381	0.715 – 7.923
Defunción antes de los 30 días de estancia hospitalaria	12 (80)	3 (20)	1.000	1.000	0.080 – 12.557
Defunción antes de los 30 días posquirúrgicos	12 (85.7)	2 (14.3)	0.128	3.522	0.732-16.937

Las variables cualitativas se reportan en frecuencias y porcentajes; las numéricas en mediana, mínimo y máximo

^aChi Cuadrado

El 27.5% (n = 20) de los pacientes falleció en el grupo de cirugía temprana contra el 13.7% (n=4) del grupo de cirugía tardía. De los cuales el 20.6% (n = 12) de los pacientes falleció antes de los 30 días posteriores a la cirugía en el grupo temprano mientras el 6.8% (n= 2) del grupo tardío, de igual forma, no se observó diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos (Tabla 10).

Tabla 10. Comparación entre pacientes (Mortalidad)

Característica	Cirugía Temprana	Cirugía Tardía	p	OR	IC 95%
	58	29			
Defunción	16 (27.5)	4 (13.7)	0.149	2.381	0.715 – 7.923
Defunción antes de los 30 días de estancia hospitalaria	12 (20.6)	3 (10.3)	1.000	1.000	0.080 – 12.557
Defunción antes de los 30 días posquirúrgicos	12 (20.6)	2 (6.8)	0.128	3.522	0.732-16.937

Las variables cualitativas se reportan en frecuencias y porcentajes; las numéricas en mediana, mínimo y máximo

^aChi Cuadrado

La causa de defunción más frecuente fue choque cardiogénico en el 60% (n = 12) de los pacientes, seguida de falla orgánica múltiple en el 35% (n = 7). Tres pacientes presentaron choque séptico y 1 paciente presentó infarto agudo al miocardio. La mayoría de los pacientes fallecieron durante su estancia en la unidad de terapia intensiva (75%; n =

15), 3 pacientes fallecieron en su estancia en piso de hospitalización y 2 pacientes en el quirófano.

DISCUSIÓN

El presente estudio se llevó a cabo en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez el cual es un centro cardiovascular de alta especialidad y que atiende pacientes provenientes de todos los estados de la nación. Donde se realizan 330 cirugías cardíacas en promedio por año.

La transposición de grandes arterias (TGA) es una cardiopatía congénita frecuente, con alta supervivencia y escaso número de secuelas, especialmente si se interviene precozmente, en el periodo neonatal. Es fundamental un alto grado de sospecha para iniciar lo más pronto el tratamiento médico y quirúrgico.

El manejo óptimo de los pacientes con TGA-SII más allá de las primeras semanas de vida permanece controversial. La asociación entre la edad de cirugía y el riesgo de muerte posterior al switch arterial fue resaltada en 1988 por la sociedad de cirujanos de cardiopatías congénitas (10), quienes sugirieron que el riesgo se incrementaba significativamente más allá de los 14 días de vida.

Estas observaciones ocasionaron que el SA se limitara a la etapa neonatal en varios centros, mientras el switch atrial se llevaba a cabo en pacientes mayores. La mayoría de los estudios actuales sugieren que el switch arterial provee mejores resultados a largo plazo comparado con el switch atrial (10).

La mortalidad quirúrgica actual para la TGA simple es del 2 y 7%; una mejora impresionante comparado con los resultados de las primeras publicaciones (4).

En un intento por mejorar el resultado en los pacientes con presentación tardía, varios autores han investigado acerca de la seguridad de extender los límites de edad a 8 semanas para el (SA) en pacientes con TGA-SII. Estos autores demostraron en términos de mortalidad temprana, fue similar para los pacientes tempranos (0-8.3%) vs tardíos (2.7-5.6%) (12). Bisoi y colaboradores reportaron una mortalidad de 1-10% para el (SA) primario en niños de hasta 3 semanas (8). En nuestro estudio la mortalidad fue de del 20.6% para los pacientes de presentación temprana vs 6.8% de los tardíos, sin embargo sin relación estadísticamente significativa. En nuestro estudio el grupo de corrección temprana mostró una mayor mortalidad en comparación con la de la corrección tardía; consideramos factores relevantes que éste grupo presentaba mayor inestabilidad hemodinámica pre-operatoria reflejada por ventilación mecánica, uso de inotrópicos, mayores complicaciones transoperatorias, presencia de falla renal y lactatos elevados previo al procedimiento quirúrgico. Los valores ecocardiográficos como menor masa ventricular y menor DDVI aunque se encuentren dentro de criterios para el switch arterial, fueron parámetros estadísticamente significativos entre ambos grupos.

La estancia hospitalaria en UCIP y posquirúrgica fue mayor en los pacientes tempranos en nuestro estudio, datos que son similares a los mostrados por Ismail y

colaboradores (24), lo que se puede deber a que los pacientes tempranos lleguen más inestables a la cirugía debido a una mezcla intracardiaca.

Se realizó una comparación entre los grupos de pacientes, aquellos que se sometieron a cirugía temprana (menor de 21 días de vida) contra los que se sometieron a cirugía posteriormente. Se encontraron diferencias significativas entre los grupos en las variables de DDVI, masa ventricular izquierda, Z-score de masa ventricular izquierda, TAPSE, DDVD y Z-score de DDVD con p menor a 0.05, datos opuestos a los encontrados por Foran y colaboradores los cuales demostraron que los parámetros preoperatorios ecocardiográficos (geometría del VI, masa muscular indexada, espesor de la pared, volumen indexado, índice masa/volumen) no fueron predictivos del resultado y por lo tanto concluyeron que las características ecocardiográficas "desfavorables" no se pueden utilizar para excluir a los pacientes de un (SA) primario, al menos hasta los 2 meses de vida (16).

Dentro de las complicaciones posquirúrgicas a largo plazo la estenosis supraavicular mitral y la insuficiencias de ambas neo-válvulas fueron las más comunes, tales como se reporta en la mayoría de los estudios en pacientes con transposición de grandes arterias (3), lo que hace suponer que éstas se deben principalmente a la técnica quirúrgica y no directamente a la edad, peso o características propias del paciente.

Lacour-Gayet et al han utilizado el índice de masa ventricular izquierdo $<35\text{g}/\text{m}^2$ como una indicación para la preparación ventricular izquierda, incluso en pacientes menores de 3 semanas de vida (10). El grupo Great Ormond Street encontraron que en el grupo de (SA) tardío, las medidas convencionales de presión y función del VI no predijeron la mortalidad o la necesidad de soporte mecánico (2). En nuestro estudio si existieron diferencias estadísticamente significativas entre la masa ventricular, sin embargo la edad y tiempo entre la cirugía de preparación ventricular es mucho mayor que en la mayoría de la literatura.

Kang y cols. demostraron que no existe diferencia significativa respecto a la necesidad de soporte mecánico circulatorio (3.6% vs 5.7%) en los pacientes llevados a (SA) en mayores de 3 semanas de vida. Sin embargo en cuanto a los días de ventilación posoperatoria (4.9 vs 7.1 días) y la duración de estancia posoperatoria (12.5 vs 18.9 días) si existió (10), justo como se demostró en nuestro estudio en el cual la necesidad de soporte mecánico circulatorio es del 3.4% en ambos grupos. Mientras que los días de ventilación mecánica son (9 días vs 5.5 días), y la duración de estancia posoperatoria fue de (20.5 días vs 13 días) fueron mayores en el grupo tardío. En nuestra institución el uso de ECMO como asistencia ventricular fue recientemente instalado en el 2014; consideramos que los días de ventilación mecánica y de estancia en terapia intensiva son reflejo indirecto de falla ventricular, y que muy probablemente un porcentaje de éstos pacientes contaban con criterios para apoyo ventricular, pero debido a que no se contaba con el recurso no fue posible ofrecerla.

Celik y cols. reportaron que los pacientes que son llevados tardíamente a cirugía tienen periodos de ventilación y estancia hospitalaria prolongados, así mismo requieren mayor soporte mecánico ventricular izquierdo y cierre esternal diferido (9), datos que se

contraponen con lo encontrado en nuestro estudio, sin embargo cabe resaltar que en nuestro medio los pacientes tardíos entraron en mejores condiciones posquirúrgicas previo al switch arterial.

Edwin y colaboradores demostraron que la estancia en UCI posoperatoria fue similar en los dos grupos (20.3 en el grupo temprano vs 20 días en el grupo tardío) (12), mientras que en nuestro instituto la estancia fue de (11 días para el grupo temprano vs 6 en el tardío), datos opuestos.

La estenosis neopulmonar es la principal complicación posquirúrgica tardía, siendo la localización más frecuente el tronco de la arteria pulmonar y ramas proximales, el sitio del parche pericárdico, como consecuencia de su distorsión o retracción; aunque la estenosis pulmonar valvular y subvalvular, así como sus combinaciones también han sido descritas (3), tal y como demostró nuestro estudio con la estenosis supravalvular pulmonar con la principal lesión posterior a la cirugía, la cual se encuentra estrechamente relacionado con la técnica quirúrgica.

Sin embargo, al menos una estenosis aórtica leve se encontró en el 3.2% de los pacientes (2), cosa en extremo rara en nuestro estudio.

CONCLUSIÓN

El switch arterial primario se puede realizar de manera segura en pacientes mayores de 21 días de vida con transposición de grandes arterias y septum interventricular íntegro. Los resultados de estos niños son comparables en términos de mortalidad, supervivencia y complicaciones en el posoperatorio temprano con los presentadores tempranos.

No existe diferencia significativa demostrable entre los dos grupos en términos de variables quirúrgicas y los resultados posoperatorios medidos. Se concluye que el límite de edad para realizar el switch arterial primario se puede ampliar más allá de la tercera semana de vida.

Nuestros hallazgos son especialmente pertinentes para la decisión quirúrgica en regiones del mundo donde la experiencia para el switch arterial neonatal existe pero por las carencias en la infraestructura sanitaria perpetúan la presentación tardía de pacientes con TGA-SII para cirugía.

Nuevos valores ecocardiográficos como la deformidad del VI, así como formas novedosas de valorar la función sistólica y diastólica ventricular podrían tener un papel prometedor en establecer nuevos criterios quirúrgicos o factores de riesgo para este grupo de pacientes.

LIMITACION DEL ESTUDIO

La principal limitación de este estudio es la falta de información o datos mal capturados en notas médicas de los expedientes clínicos.

Como estudio retrospectivo cuenta con la limitación de ser únicamente descriptivo, sin embargo consideramos puede ser la base para un próximo estudio prospectivo.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	FECHA
Búsqueda de información relacionada y estudios clínicos realizados previamente	Septiembre 2018
Realización de marco teórico y antecedentes del estudio	Octubre 2018
Definición del estudio y variables a determinar	Noviembre 2018
Recolección de datos	Diciembre 2018-Marzo 2019
Análisis de resultados	Abril-Mayo 2019
Discusión y conclusiones	Junio 2019

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Gil-Fournier M, Alvarez A, de Cirugía Cardiovascular S. D-TRANSPOSICIÓN DE LAS GRANDES ARTERIAS.
2. Sarris GE, Balmer C, Bonou P, Comas JV, da Cruz E, Chiara LD, et al. Clinical guidelines for the management of patients with transposition of the great arteries with intact ventricular septum. *Eur J Cardiothorac Surg.* enero de 2017;51(1):e1–32.
3. Scognamiglio G, Li W. Arterial switch operation for transposition of great arteries: late results in adult patients. En: *International Cardiovascular Forum Journal.* 2013. p. 8–15.
4. Vera L, Bautista F, Castañeda E, Arboleda M. Tratamiento quirúrgico de la transposición de grandes arterias y factores asociados con la mortalidad. *Rev Medica Hered.* 2013;24(3):192–198.
5. Alva Espinosa C. Transposición completa de las grandes arterias. *Evid Médica E Investig En Salud.* 2013;6(2):55–58.
6. Castaneda AR. Arterial Switch Operation for Simple and Complex TGA- Indication Criterias and Limitations Relevant to Surgery. *Thorac cardiovasc Surgeon.* 1991;39:151–4.
7. Turon-Viñas A, Riverola-de Veciana A, Moreno-Hernando J, Bartrons-Casas J, Prada-Martínez FH, Mayol-Gómez J, et al. Characteristics and outcomes of transposition of great arteries in the neonatal period. *Rev Esp Cardiol Engl Ed.* 2014;67(2):114–119.
8. Bisoi AK, Sharma P, Chauhan S, Reddy SM, Das S, Saxena A, et al. Primary arterial switch operation in children presenting late with d-transposition of great arteries and intact ventricular septum. When is it too late for a primary arterial switch operation? *Eur J Cardiothorac Surg.* diciembre de 2010;38(6):707–13.
9. Çelik N. Does late primary arterial switch operation with extracorporeal membrane oxygenator support change the surgical approach in simple transposition of the great arteries? *Turk J Thorac Cardiovasc Surg.* el 11 de abril de 2016;24(2):350–5.
10. Kang N. Extending the Boundaries of the Primary Arterial Switch Operation in Patients With Transposition of the Great Arteries and Intact Ventricular Septum. *Circulation.* el 14 de septiembre de 2004;110(11_suppl_1):II-123-II-127.

11. Lammers AE, Bauer UMM. Pulmonary hypertension after timely arterial switch operation in children with simple transposition of the great arteries: a new disease entity? *Heart*. agosto de 2017;103(16):1227–8.
12. Edwin F, Kinsley RH, Brink J, Martin G, Mamorare H, Colsen P. Late Primary Arterial Switch for Transposition of the Great Arteries With Intact Ventricular Septum in an African Population. *World J Pediatr Congenit Heart Surg*. abril de 2011;2(2):237–42.
13. Ota N, Sivalingam S, Pau KK, Hew CC, Dillon J, Latiff HA, et al. Primary Arterial Switch Operation for Late Referral of Transposition of the Great Arteries with Intact Ventricular Septum in the Current Era: Do We Still Need a Rapid Two-Stage Operation? *World J Pediatr Congenit Heart Surg*. enero de 2018;9(1):74–8.
14. Sivakumar K, Francis E, Krishnan P, Shahani J. Ductal stenting retrains the left ventricle in transposition of great arteries with intact ventricular septum. *J Thorac Cardiovasc Surg*. noviembre de 2006;132(5):1081–6.
15. Bisoi AK, Ahmed T, Malankar DP, Chauhan S, Das S, Sharma P, et al. Midterm Outcome of Primary Arterial Switch Operation Beyond Six Weeks of Life in Children With Transposition of Great Arteries and Intact Ventricular Septum. *World J Pediatr Congenit Heart Surg*. abril de 2014;5(2):219–25.
16. Foran JP, Sullivan ID, Elliott MJ. Primary arterial switch operation for transposition of the great arteries with intact ventricular septum in infants older than 21 days. *J Am Coll Cardiol*. 1998;31(4):883–889.
17. Nathan M. Late Arterial Switch Operation for Transposition With Intact Septum. *World J Pediatr Congenit Heart Surg*. abril de 2014;5(2):226–8.
18. Bisoi AK, Chauhan S, Khanzode SD, Hote MP, Juneja R, Venugopal P. D-Transposition of great vessels with intact ventricular septum presenting at 3–8 weeks: Should all go for rapid two stage arterial switch or primary arterial switch? *Indian J Thorac Cardiovasc Surg*. 2006;22(1):5–9.
19. Ying-long L, Sheng-shou H, Xiang-dong S, Shou-jun L, Xu W, Jun Y, et al. Safety and Efficacy of Arterial Switch Operation in Previously Inoperable Patients. *J Card Surg*. el 18 de mayo de 2010;25(4):400–5.
20. Pasquali Sara K., Hasselblad Vic, Li Jennifer S., Kong David F., Sanders Stephen P. Coronary Artery Pattern and Outcome of Arterial Switch Operation for Transposition of the Great Arteries. *Circulation*. el 12 de noviembre de 2002;106(20):2575–80.
21. Norwood WI, Dobell AR, Freed MD, Kirklin JW, Blackstone EH. Intermediate results of the arterial switch repair. A 20-institution study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. diciembre de 1988;96(6):854–63.

22. Davis AM, Wilkinson JL, Karl TR, Mee RB. Transposition of the great arteries with intact ventricular septum. Arterial switch repair in patients 21 days of age or older. *J Thorac Cardiovasc Surg.* julio de 1993;106(1):111–5.
23. Sarris GE, Chatzis AC, Giannopoulos NM, Kirvassilis G, Berggren H, Hazekamp M, et al. The arterial switch operation in Europe for transposition of the great arteries: a multi-institutional study from the European Congenital Heart Surgeons Association. *J Thorac Cardiovasc Surg.* septiembre de 2006;132(3):633–9.
24. Ismail SR, Kabbani MS, Najm HK, Abusuliman RM, Elbarbary M. Early Outcome for the Primary Arterial Switch Operation Beyond the Age of 3 Weeks. *Pediatr Cardiol.* julio de 2010;31(5):663–7.
25. Dabritz S, Engelhardt W, Bernuth G von, Messmer BJ. Trial of pulmonary artery banding: a diagnostic criterion for 'one-stage' arterial switch in simple transposition of the great arteries beyond the neonatal period. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1997;11(1):112–116.
26. Ma K, Hua Z, Yang K, Hu S, Lacour-Gayet F, Yan J, et al. Arterial Switch for Transposed Great Vessels With Intact Ventricular Septum Beyond One Month of Age. *Ann Thorac Surg.* enero de 2014;97(1):189–95.