

Switch después del Switch. Reentrenamiento como alternativa ante trasplante cardiaco

Switch after Switch. Ventricular retraining as alternative to heart transplant

Javier Castro^a, Sara Mendoza^a, Melina Acevedo^a, Claudia Flórez^a

^aDepartamento de Cardiopatías Congénitas y Pediátricas. Fundación Cardiovascular de Colombia. Santander, Colombia.

Recibido: 29 de diciembre de 2023; Aceptado: 24 de mayo de 2024

¿Qué se sabe del tema que trata este estudio?

La disfunción sistólica del ventrículo sistémico post switch atrial es una complicación grave en el postoperatorio inmediato. El cerclaje de la arteria pulmonar puede permitir estabilizar y eventualmente reentrenar este tipo de pacientes hasta poder hacerlos candidatos a corrección anatómica tardía.

¿Qué aporta este estudio a lo ya conocido?

Se presenta el caso de un paciente en postoperatorio de switch atrial con disfunción ventricular derecha severa (sistémica) temprana, en quien la opción de vida era realizar trasplante cardíaco. Se consideró realizar un reentrenamiento del ventrículo logrando evitar el trasplante cardíaco y una adecuada calidad de vida. Dada la baja prevalencia de esta enfermedad, su inusual presentación y los pocos reportes en literatura se considera importante reportar este caso.

Resumen

La transposición de grandes vasos (Dextro-TGA), reparada con técnicas de corrección fisiológica (switch atrial o cirugías de Mustard o Senning), puede presentar como complicación la falla del ventrículo derecho que funge como sistémico, y al mismo tiempo desacondicionamiento del ventrículo izquierdo, llevando a la insuficiencia cardíaca. En estos pacientes las opciones de tratamiento y recuperación son muy limitadas. **Objetivo:** Describir la corrección anatómica tardía exitosa después de reentrenamiento ventricular. **Caso Clínico:** Paciente con diagnóstico de Dextro-TGA, con múltiples complicaciones perinatales, operado con cirugía de Mustard a los 7 meses, quien evolucionó con falla cardíaca refractaria en el postoperatorio. Ante la opción de trasplante cardíaco, se decidió cerclaje pulmonar a los 11 meses de edad como medida de estabilización, que posteriormente permitió reentrenar el ventrículo izquierdo y llevar a la corrección anatómica con desmonte del Mustard y switch de grandes arterias exitoso a los 6 años. Tres años después, mantiene buena calidad de vida y clase funcional II. **Conclusiones:** En casos seleccionados como el descrito, el reentrenamiento ventricular puede ser una opción válida para los pacientes con dextro-TGA, en quienes previamente se realizó una corrección fisiológica y que evolucionaron con disfunción ventricular derecha (sistémica).

Palabras clave:

Cardiopatía Congénita;
Transposición de
Grandes Arterias;
Falla Cardíaca;
Switch Arterial

Abstract

Transposition of the great arteries (Dextro-TGA), repaired with physiological correction techniques (atrial switch - Mustard or Senning surgery), can present as a complication the failure of the right ventricle that acts as systemic and, at the same time, deconditioning of the left ventricle, leading to congestive heart failure. In these patients, treatment and recovery options are very limited. **Objective:** To describe successful late anatomical correction after ventricular retraining. **Clinical Case:** Patient diagnosed with Dextro-TGA, with multiple perinatal complications, treated in another institution with Mustard surgery at seven months, who developed refractory heart failure in the postoperative period. Given the option of a heart transplant, pulmonary banding was decided at 11 months of age as a stabilization measure, which subsequently allowed retraining of the left ventricle and led to anatomical correction with removal of the Mustard procedure and successful large artery switch at six years of age. Three years after surgery, the patient maintains good quality of life and functional class II. **Conclusions:** In selected cases, such as the one described, ventricular retraining can be a valid option for patients with transposition of the great arteries who have had a previous physiological correction and have developed right ventricular dysfunction (systemic).

Keywords:

Congenital Heart Disease;
Transposition of Great Arteries;
Heart Failure;
Arterial Switch Surgery

Introducción

La transposición simple de grandes vasos (Dextro-TGA) es una cardiopatía congénita en la que existe discordancia ventrículo arterial (el ventrículo derecho se conecta a la aorta, mientras que del ventrículo izquierdo emerge la arteria pulmonar). En el mundo tiene una prevalencia de 4,7 por cada 10 mil nacidos vivos¹ y en Colombia del 0,6 por cada 10 mil nacidos vivos².

El switch atrial o corrección fisiológica con las cirugías de Mustard (figura 1) o Senning, consiste en la creación de un túnel intra-atrial para redirigir el flujo sanguíneo venoso sistémico hacia el ventrículo izquierdo (conectado a la arteria pulmonar) y el flujo sanguíneo venoso pulmonar hacia el ventrículo derecho (conectado a la aorta). De esta manera se logra la corrección fisiológica, pero el ventrículo derecho queda como sistémico.

Esta operación fue el pilar de la reparación quirúrgica durante los años 60 y 80, sin embargo, esta fisiología obliga a que el ventrículo derecho y la válvula tricúspide, soporten el flujo sistémico, por lo que con el tiempo se produce falla cardíaca derecha por disfunción de la fibra miocárdica y/o insuficiencia de la válvula tricúspide, mientras que el ventrículo izquierdo se descondiciona, perdiendo masa muscular y por tanto su capacidad para soportar presiones altas³. La sobrevida de este procedimiento es cercana al 60% a los 10 años⁴.

El reentrenamiento ventricular izquierdo, es una técnica desarrollada por Yacoub et al. para la transposición de grandes vasos con septum íntegro en quienes el ventrículo izquierdo se desfuncionaliza⁵ (figura 2); posteriormente Mee et al en 1986 la utilizaron para pacientes con transposición de grandes arterias en quie-

nes se había realizado switch atrial y que evolucionaron a falla derecha^{6,7}.

La técnica consiste en realizar un cerclaje de arteria pulmonar, lo que implica limitar el paso del flujo sanguíneo mediante una ligadura o banda anudada alrededor de la circunferencia del tronco de la arteria pulmonar, que se ajusta para reducir el diámetro del vaso y generar la limitación al flujo. La presión ventricular se mide directamente y se espera que llegue a ser el 70% de la presión sistémica. El ventrículo izquierdo (que en este tipo de fisiología maneja presiones bajas), enfrentará la poscarga incrementada con mecanismos compensadores como: aumento de la contractilidad, hipertrofia con incremento de la masa ventricular y cambio de la geometría ventricular; todo lo anterior se ha denominado reentrenamiento o reacondicionamiento ventricular y se realiza con el objetivo de preparar el ventrículo izquierdo para que pueda soportar la presión arterial sistémica⁸.

Usualmente se requiere uno o dos ajustes más del cerclaje, para incrementar la presión intraventricular y que el ventrículo izquierdo sea apto para soportar las presiones sistémicas. Una vez se logran los objetivos establecidos, se puede realizar la corrección anatómica de la transposición con cirugía de Jatene o switch arterial⁷ que consiste en la sección de la arteria pulmonar y de la aorta y su conexión con el ventrículo debido, realizando el reimplante de las arterias coronarias, o también denominado switch arterial en dos pasos⁹.

En la actualidad este tipo de casos tiene una baja prevalencia, y existen pocos publicados en la literatura, por lo que el objetivo de este manuscrito es describir un caso de corrección anatómica tardía después de reentrenamiento ventricular.

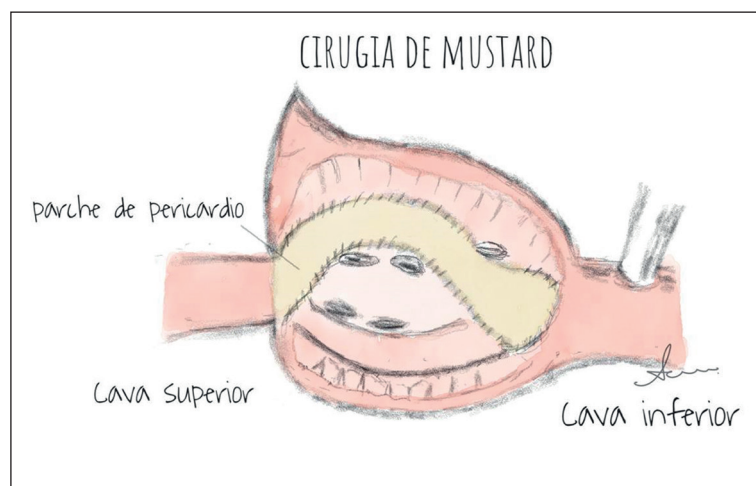


Figura 1. Cirugía de Mustard. Ilustración desde la vista del cirujano de la corrección fisiológica de la Dextro-TGA, en este caso con la técnica de Mustard. Se muestra la creación del túnel con parche de pericardio para redirigir el flujo sanguíneo venoso sistémico proveniente de las cavas, hacia el ventrículo izquierdo (conectado a la arteria pulmonar), nótese que el parche excluye el seno coronario. Las cuatro venas pulmonares están drenando hacia el atrio derecho que se conecta con el ventrículo derecho conectado a la aorta. Se ilustra cánula de circulación extracorpórea *in situ*. Fuente: Elaboración propia, Dra. Sara Mendoza.

Caso Clínico

Paciente masculino, producto de embarazo controlado, sin anomalías previamente detectadas. Nació a las 36 semanas de edad gestacional, en una institución de nivel básico de complejidad, con 2,5 kg. Presentó compromiso multiorgánico neonatal y episodio de paro cardíaco en las primeras 24 horas postnatales. Fue trasladado a una institución de mayor complejidad donde se hizo diagnóstico de Dextro-TGA. Luego de estabilización, fue llevado a atrioseptostomía al segundo día de vida.

Por las condiciones clínicas no se realizó la corrección neonatal con switch arterial.

Evolucionó con compromiso multiorgánico e hipertensión pulmonar, y requirió ventilación mecánica por dos meses con estancia prolongada en cuidado intensivo. Progresó hacia la desfuncionalización del ventrículo izquierdo en posición subpulmonar (ventrículo morfología banana), con insuficiencia severa de la válvula tricúspide en posición sistémica.

A los 7 meses de vida se realizó cirugía de Mustard y plastia de la válvula tricúspide. En el postoperatorio mediato cursó con disfunción biventricular severa y falla cardíaca terminal, por lo que consideraron como única opción viable trasplante cardíaco, motivo por el cual fue derivado a una institución de mayor complejidad.

En los estudios de ingreso se confirmó la morfología tipo banana del ventrículo izquierdo y disfunción severa del ventrículo derecho en posición sistémica, con insuficiencia tricúspidea moderada a severa. No se evidenció gradiente estenótico en los túneles del Mustard ni alteración del patrón coronario.

El paciente estuvo dependiente de soporte inotrópico y en lista para trasplante sin donante disponible por 4 meses, por lo que se decidió optar por el cerclaje

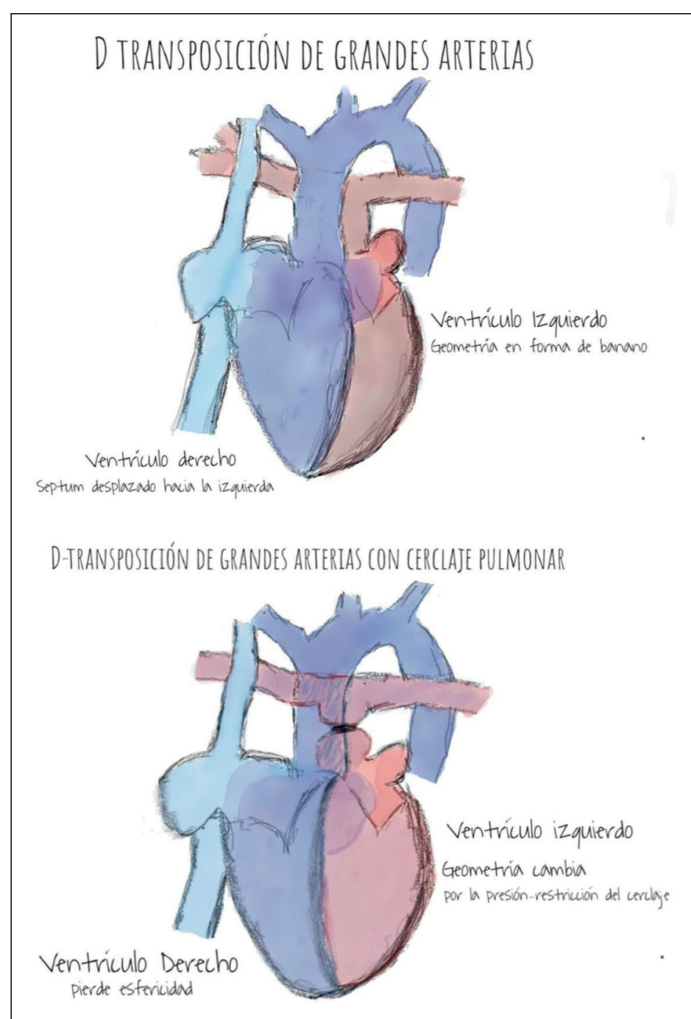


Figura 2. Dextro-TGA (Arriba): Nótese la conexión anormal, donde las grandes arterias están conectadas en forma invertida, arteria pulmonar del ventrículo izquierdo, aorta del ventrículo derecho. Cerclaje Preparatorio (Abajo), imagen de la misma cardiopatía con un cerclaje en la arteria pulmonar, método empleado para reentrenamiento ventricular dentro de la estrategia descrita por Yacoub. Fuente: Elaboración propia, Dra. Sara Mendoza.

de la arteria pulmonar para reentrenamiento ventricular izquierdo.

A los 11 meses de vida y con 6,9 kg, se realizó cerclaje pulmonar, obteniendo un gradiente pico de 20 mmHg y una masa de 19,3 gr/m². Se logró la suspensión del soporte inotrópico. Una vez estabilizado, se continuó manejo de falla cardíaca y bolos de levosimendán ambulatorios. El péptido natriurético atrial (BNP por su acrónimo en inglés Brain Natriuretic Peptide) cambió de 330 pg/ml antes del primer cerclaje, hasta un nadir de 48 pg/ml después del procedimiento.

Ante la adecuada respuesta clínica, se realizó un nuevo ajuste del cerclaje a los 20 meses de vida con 9 kg, logrando un aumento del gradiente a 50 mmHg, con masa de 50 gr/m² y cambio de la morfología del ventrículo izquierdo. El BNP tuvo un ascenso hasta 272 pg/ml en el primer año después del segundo cerclaje, aunque posteriormente la tendencia fue al descenso (figura 3).

El último bolo de levosimendán fue 4 meses después del segundo cerclaje. Se mantuvo en manejo médico oral y seguimiento clínico estricto por clínica de falla cardíaca pediátrica durante 6 años, con progresiva y adecuada respuesta, cumpliendo algunos criterios de preparación del ventrículo izquierdo de Stanford. (tabla 1). El BNP descendió hasta un valor de 104 pg/ml, el cual fue considerado bastante aceptable para la fisiología en ese momento y apoyó la decisión de llevar a la corrección completa (figura 3). La evolución del entrenamiento ventricular se puede visualizar en las Figuras 4 hasta la 7.

Con dichos datos se decidió que ya era candidato a corrección anatómica. Se realizó cirugía de Jatene con reimplantación de coronarias y maniobra de Lecompte, desmonte del Mustard, reconstrucción atrial, retiro del cerclaje y reconstrucción de la arteria pulmonar.

Luego de este procedimiento, el paciente continuó

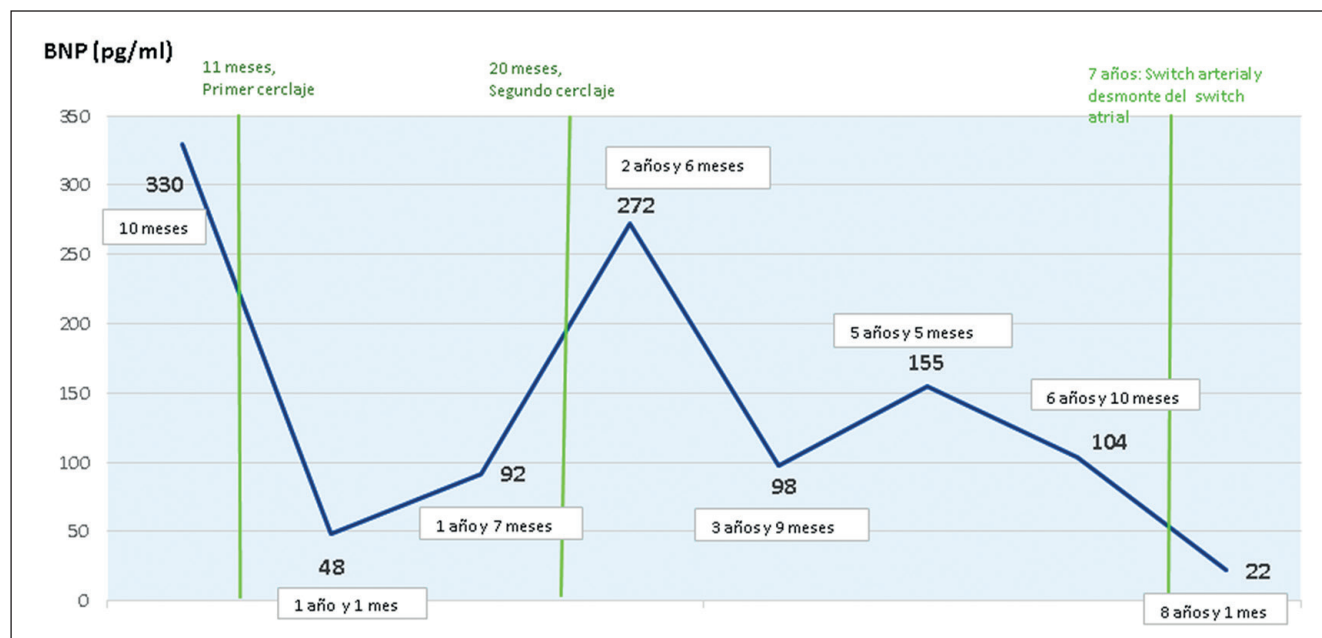


Figura 3. Seguimiento histórico de valores de Péptido atrial natriurético (BNP).

Tabla 1. Criterios de Stanford que cumplía el paciente

Medida	Criterio de Stanford	Valor del paciente	Cumplimiento
Presión del ventrículo izquierdo (VI)	90% de la presión sistémica	> 90% de la presión sistémica	Cumple
Función sistólica del VI	FE > 55%	42%	No cumple
Presión de Fin de diástole del VI	< 12 mmHg	14 mmHg	No cumple
Función de la válvula mitral	Menos de insuficiencia leve	Sin insuficiencia	Cumple
Masa del ventrículo izquierdo	> 50 g/m ²	112 g/m ²	Cumple

Ventrículo Izquierdo (VI), Fracción de Eyección (FE). Modificado de Mainwaring RD, et al¹¹.

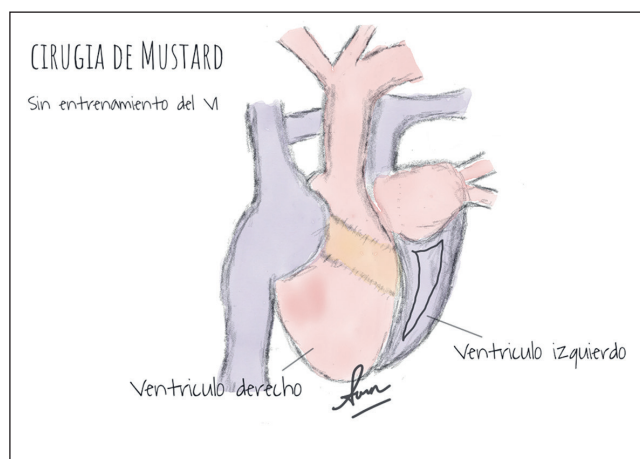


Figura 4. Ilustración (Plano coronal) que representa la anatomía inicial del paciente con cirugía de Mustard. Se representa el ventrículo izquierdo desancondicionado (forma de banana). Sangre venosa en color violeta y sangre arterial en color rosa. Fuente: Elaboración propia, Dra. Sara Mendoza.

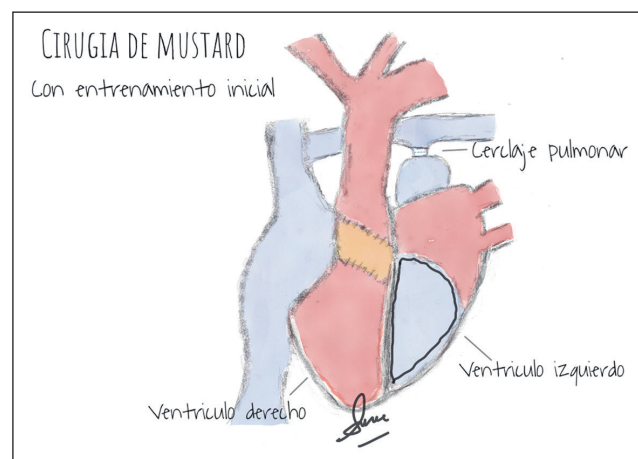


Figura 5. Esquema en vista coronal aproximada que representa la anatomía cardíaca posterior al primer cerclaje pulmonar, realizado a los once meses de vida. Se aprecia banda de PTFE (Politetrafluoroetileno) anudada en el tronco de la arteria pulmonar. Nótese el desplazamiento del septum interventricular y mejoría de la morfología del ventrículo izquierdo. Adicionalmente se modifica la morfología del ventrículo derecho con reducción del tamaño del ventrículo que favorece una mejor coaptación de la válvula tricúspide. Fuente: Elaboración propia, Dra. Sara Mendoza.

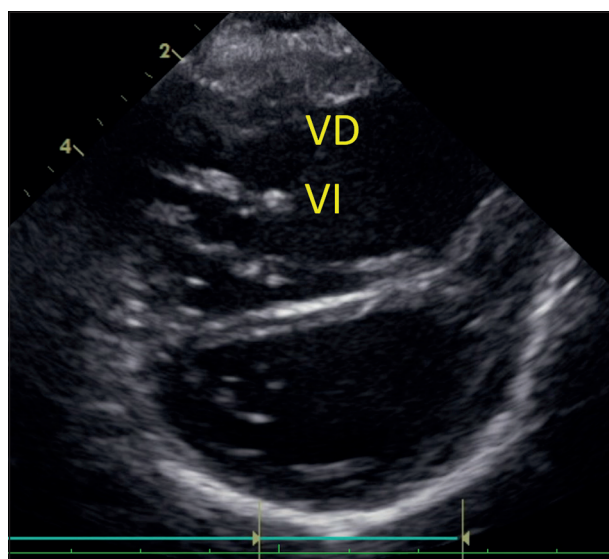


Figura 6. Imagen de ecocardiograma en vista de eje corto a nivel de los ventrículos que muestra la evolución tardía posterior al segundo cerclaje de la arteria pulmonar durante el periodo de reentrenamiento (Edad 4 años). En la imagen se aprecia la rectificación del septum, ventrículo izquierdo (VI) en la pared inferior de la imagen y ventrículo derecho (VD) en la superior.

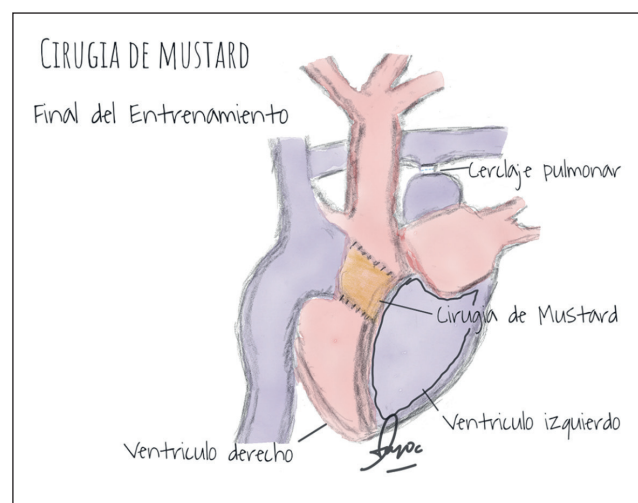


Figura 7. Ilustración en vista coronal que representa la anatomía cardíaca al final del reentrenamiento ventricular: Dos cerclajes pulmonares y manejo médico durante seis años. Se recupera la morfología ventricular izquierda. El septum interventricular adopta una posición cercana a la normalidad la cual ligeramente desplazada hacia el ventrículo derecho. Fuente: Elaboración propia, Dra. Sara Mendoza.

en seguimiento ambulatorio por falla cardíaca pediátrica durante 3 años, con clase funcional II y el BNP normalizó.

Ecocardiográficamente continuó con fracción de eyección del ventrículo izquierdo del 53%, fracción de eyección del ventrículo derecho de 45% y sin fibrosis, aunque con

criterios de alteración de la relajación diastólica (figura 8). En esa evaluación estaba estable, escolarizado, realizaba actividades y deportes en forma rutinaria, continuando en seguimiento estricto por la clínica de falla cardíaca pediátrica. Sin volver a plantearse trasplante cardíaco.

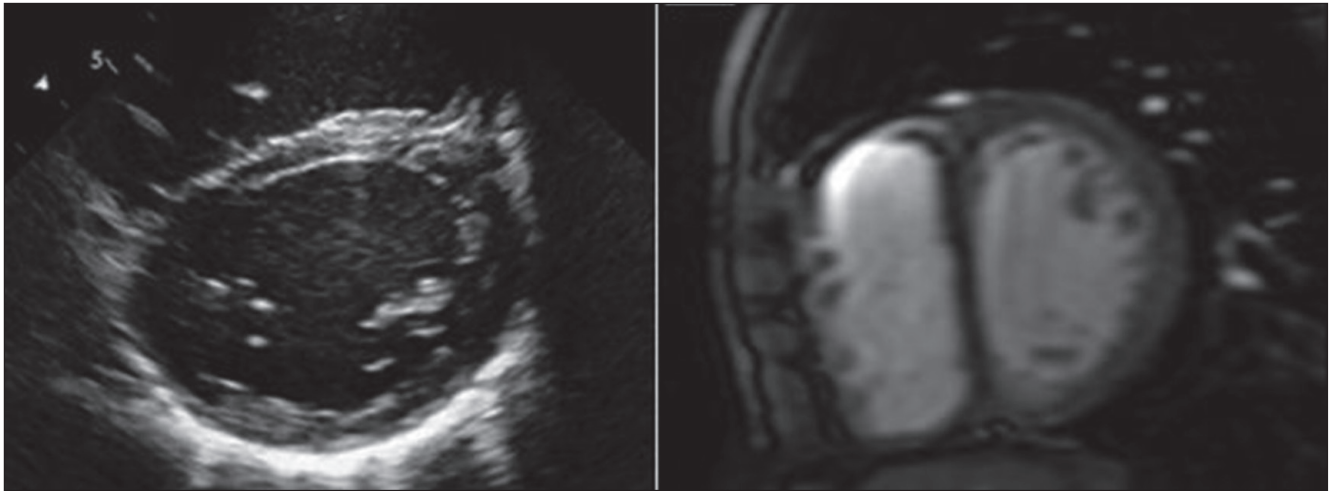


Figura 8. Imagen de ecocardiograma en eje corto a nivel de los ventrículos a la izquierda y resonancia en la misma vista realizada a los 9 años de edad, donde aprecia la morfología ventricular izquierda un año después de la corrección anatómica.

Discusión

El reentrenamiento ventricular izquierdo ha sido descrito como un método para acondicionar nuevamente el ventrículo a presiones sistémicas, al colocar un cerclaje en la arteria pulmonar; en algunos pacientes, se requiere la creación de fístula sistémico pulmonar si la cianosis no permite realizar el entrenamiento. Este procedimiento se emplea en tres casos particulares: 1. Dextro-TGA que se presentan tarde a switch arterial; 2. Pacientes a quienes se les ha realizado cirugía de switch atrial que evolucionan con disfunción ventricular derecha severa y/o insuficiencia; y 3. En los pacientes con transposición congénitamente corregida con ventrículo izquierdo subpulmonar desentrenado, cuando el objetivo es la reparación anatómica^{4,10}.

Esta cirugía fue desarrollada por el Dr. Mee y colegas en 1986⁶. A pesar de la antigüedad de este procedimiento, dado que la cantidad de pacientes que pueden requerir este manejo es muy baja, no existía un consenso sobre el método de reentrenamiento, hasta el año 2018 cuando fueron publicados los criterios de Stanford¹¹; estos fueron utilizados para la decisión quirúrgica en el caso descrito. No cumplía con dos criterios: presión de fin de diástole, que se encontraba ligeramente elevada con respecto al rango y la fracción de eyección, que debía ser normal según los criterios, pero en nuestro paciente se encontraba en rango de disfunción leve (42%).

La decisión para proceder a la corrección quirúrgica se apoyó en las buenas condiciones clínicas del paciente, concordante con la evolución de los péptidos natriuréticos en el seguimiento (figura 3), biomarcador que se produce en los cardiomiocitos ventriculares ante sobrecarga de presión y volumen, y cuya elevación se correlaciona con disfunción sistólica del ventrículo izquierdo

adultos¹². Price et al, predijeron una peor supervivencia a 90 días en niños con disfunción sistólica del ventrículo izquierdo¹³, en otro estudio, Auerbach et al. demostraron que un BNP mayor o igual a 140 pg/mL, identificaba riesgo de peor pronóstico para niños mayores de 2 años con síntomas moderados de falla cardíaca¹⁴. En niños con cardiopatía congénita y falla cardíaca se ha reportado como la elevación del biomarcador correlaciona con la severidad de la falla cardíaca¹⁵.

En este paciente la disfunción del ventrículo derecho posterior al Mustard fue muy temprana, limitando sus opciones terapéuticas. En el paciente con Dextro-TGA el ventrículo izquierdo en posición subpulmonar tiende naturalmente a la pérdida de su geometría, masa ventricular y función, alrededor de la segunda semana postnatal, fenómeno denominado desfuncionalización⁸, mientras que el ventrículo derecho conectado a la aorta, fisiológicamente no está preparado para soportar la presión sistémica. En este paciente el deterioro clínico postnatal, incluyendo paro cardíaco, son factores que posiblemente contribuyeron al mayor deterioro. Para el momento que fue llevado al Mustard tenía disfunción e insuficiencia tricuspídea severa. La noxa de cirugía compleja posiblemente contribuyó a la disfunción biventricular severa en el postoperatorio.

El trasplante en niños menores de un año es un reto por la escasez de donantes. Se ha descrito un 25% de mortalidad en lista de espera para este rango de edad en los Estados Unidos antes que haya un donante disponible¹⁶, además de la consideración de los múltiples riesgos inherentes al manejo inmunosupresor posterior al trasplante, por lo que se tomó la decisión de reentrenar el ventrículo izquierdo. El paciente requirió dos ajustes del cerclaje pulmonar con un intervalo de nueve meses, con seguimiento estricto prolongado y manejo de falla cardíaca tanto endovenoso como oral.

Aun cuando existe el riesgo de que la disfunción diastólica empeore, gracias al seguimiento estricto por falla cardíaca pediátrica el paciente se ha mantenido con una clase funcional II. Consideramos que el reentrenamiento ventricular izquierdo fue una excelente opción en este paciente, ya que, ante la opción de un trasplante cardíaco, se convirtió en puente a la recuperación y reparación anatómica exitosa.

Conclusión

El reentrenamiento ventricular usualmente empleado para la Dextro-TGA con ventrículo izquierdo desentrenado, puede ser una opción que permita corregir tardíamente aquellos pacientes con un primer abordaje fisiológico (Mustard o Senning), en quienes se ha deteriorado la función del ventrículo sistémico. En el conocimiento de los autores, se reporta el primer caso exitoso en Colombia de esta estrategia, en un paciente previamente considerado terminal y referido para trasplante cardíaco.

Responsabilidades Éticas

Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos: Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado: Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Referencias

- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Improved national prevalence estimates for 18 selected major birth defects--United States, 1999-2001. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2006;54(51):1301-5.
- Tassinari S, Martínez-Vernaza S, Erazo-Morera N, et al. Epidemiología de las cardiopatías congénitas en Bogotá, Colombia en el periodo comprendido entre 2001 y 2014: ¿Mejoría en la vigilancia o aumento en la prevalencia? *Biomédica*. 2018;38:141-8. doi: 10.7705/biomedica.v38i0.3381
- Barron DJ, Mahendran K. Left Ventricular Re-training: Feasibility and Effectiveness-What Are the Limits? *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu*. 2019;22:43-50. doi: 10.1053/j.pcsu.2019.02.005
- Hraska V, Duncan BW, Mayer JE, et al. Long-term outcome of surgically treated patients with corrected transposition of the great arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2005;129(1):182-91. doi: 10.1016/j.jtcvs.2004.02.046
- Yacoub MH, Radley-Smith R, Maclaurin R. Two-stage operation for anatomical correction of transposition of the great arteries with intact interventricular septum. *Lancet*. 1977;1(8025):1275-8. doi: 10.1016/s0140-6736(77)91317-4.
- Mee RB. Severe right ventricular failure after Mustard or Senning operation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1986;92(3):385-90. [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-5223\(19\)35790-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-5223(19)35790-3)
- Mainwaring RD, Patrick WL, Hanley FL. Left Ventricular Re-training in Transposition: An Evolution in Concepts. *Oper Tech Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;25(4):242-9. doi: 10.1053/j.optechstcvs.2020.07.001
- Lacour-Gayet F, Piot D, Zoghbi J, et al. Surgical management and indication of left ventricular retraining in arterial switch for transposition of the great arteries with intact ventricular septum. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2001;20(4):824-9. doi: 10.1016/s1010-7940(01)00897-1
- Jonas R. Transposition of the Great Arteries. In: *Comprehensive Surgical Management of Congenital Heart Disease*. Primera Edición, CRC Press; 2004:275-6. <https://doi.org/10.1201/b13620>
- Ohye RG, Si M, Bove EL, Hirsch-Romano JC. Left Ventricular Retraining: Theory and Practice. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery: Pediatric Cardiac Surgery Annual*. 2015;18(1):40-2. doi: 10.1053/j.pcsu.2015.01.002
- Mainwaring RD, Patrick WL, Ibrahimiyeh AN, et al. An Analysis of Left Ventricular Retraining in Patients with Dextro-and Levo-Transposition of the Great Arteries. *Ann Thorac Surg*. 2018;105(3):823-9. doi: 10.1016/j.athoracsurg.2017.11.047.
- Nakagawa O, Ogawa Y, Itoh H, et al. Rapid transcriptional activation and early mRNA turnover of brain natriuretic peptide in cardiocyte hypertrophy. Evidence for brain natriuretic peptide as an "emergency" cardiac hormone against ventricular overload. *J Clin Invest*. 1995;96(3):1280-7. doi: 10.1172/JCI118162
- Price JF, Thomas AK, Grenier M, et al. B-Type Natriuretic Peptide Predicts Adverse Cardiovascular Events in Pediatric Outpatients with Chronic Left Ventricular Systolic Dysfunction. *Circulation*. 2006;114(10):1063-9. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.608869
- Auerbach SR, Richmond ME, Lamour JM, et al. BNP Levels Predict Outcome in Pediatric Heart Failure Patients. *Circ Heart Failure*. 2010;3(5):606-11. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.109.906875
- Chowdhury RR, Kaur S, Gera R. N-Terminal Pro-B-Type Natriuretic Peptide as a Marker of Severity of Heart Failure in Children with Congenital Heart Diseases. *Pediatr Cardiol*. 2023;44(8):1716-20. doi: 10.1007/s00246-023-03259-x
- Mah D, Singh TP, Thiagarajan RR, et al. Incidence and risk factors for mortality in infants awaiting heart transplantation in the United States. *J Heart Lung Transplant*. 2009;28(12):1292-8.