

# Resultados del seguimiento de 60 pacientes con corrección anatómica de la transposición de grandes arterias

DRES. PEDRO CHIESA <sup>1</sup>, JORGE TAMBASCO <sup>2</sup>, RAFAEL ANZÍBAR <sup>2</sup>, JAVIER GIÚDICE <sup>3</sup>, SUCI DUTRA <sup>1</sup>, CARLA PAPONE <sup>1</sup>, JORGE MORALES <sup>4</sup>, RUBEN LEONE <sup>2</sup>, JOSÉ SURRACO <sup>5</sup>, ALBANIE LÓPEZ <sup>6</sup>, CARLOS PELUFFO <sup>1</sup>, PEDRO DUHAGON <sup>1</sup>

## RESUMEN

Se analiza la evolución, las complicaciones y la conducta que se adoptó en 60 pacientes portadores de D-transposición de grandes arterias sometidos a cirugía de corrección anatómica en el período neonatal, luego del alta hospitalaria.

Se efectúa un seguimiento promedio de 5 años y 6 meses (rango 4 meses a 11 años) en un grupo de pacientes con las siguientes características al ingreso: 25% con peso menor de 3 kg (mínimo 1.830 g) y 60% del sexo masculino.

Todos se presentaron con hipoxemia y 25% presentó, además, signos de bajo gasto. Dos tercios eran D-TGA simples y un tercio se presentaron como D-TGA complejas (todas con comunicación interventricular) asociando coartación de aorta e hipoplasia del arco aórtico en un caso, estenosis subpulmonar leve en un caso y situs inversus en un caso. En 76% la distribución coronaria fue tipo A1 de Leiden, en 15% tipo A2 y en 9% para los tipos restantes. Todos recibieron prostaglandina E1 y fueron sometidos a Rashkind. En cuatro casos fue necesaria la administración de óxido nítrico para lograr una saturación adecuada. A todos se les practicó la cirugía de *switch* arterial.

Luego del alta fueron seguidos desde el punto de vista clínico y paraclínico con electrocardiograma (ECG), ecocardiograma Doppler color, Holter y ergometría.

De los pacientes, 80% tuvieron buena evolución. En este grupo predominaron las lesiones residuales leves (estenosis supravalvular pulmonar o aórtica, insuficiencia aórtica, pulmonar, mitral o tricuspídea). Nueve pacientes (15%) requirieron una reintervención: plastia de la arteria pulmonar en siete casos (11,6%), cierre de una comunicación interauricular residual en un caso y resección de una estenosis subaórtica en un caso. Tres pacientes fallecieron con miocardiopatía dilatada (5%), uno de ellos con implante de marcapaso y otro con sustitución valvular mitral previos.

Este estudio muestra, igual que la literatura, que la evolución a mediano plazo de los pacientes sometidos a corrección anatómica de la transposición es buena. La estenosis supravalvular pulmonar es la causa más frecuente de reintervención.

## SUMMARY

We report the outcome, complications and approach in 60 patients submitted to arterial switch surgery for D-transposition of the great arteries, after hospital discharge. We performed a mean follow-up of 5 years and 6 months (age range: 4 months to 11 years old) in a group of patients with these characteristics at admission time: 60% male, 25% with weight inferior to 3 kg (minimum: 1.830 g). All presented hypoxemia and 25% also showed symptoms of low cardiac output. 2/3 represented simple D-TGA cases and 1/3 complex D-TGA cases (all showed interventricular communication) with aortic coarctation and aortic arch hypoplasia in one case, mild pulmonary stenosis in one case and situs inversus in one case. 76% of the cases presented a Leiden type A1 coronary distribution, 15% presented type A2 and 9% of other types. All received E1 Prostaglandin and Rashkind. Nitric oxid administration was necessary in four cases in order to reach an appropriate saturation level. All were submitted to arterial switch surgery. After discharge, we performed both a clinical and a paraclinical follow-up through ECG, color doppler ultrasound, Holter and Ergometry studies. 80% showed a positive evolution. In this group, trivial residual damage prevailed (pulmonary or aortic supravalvular stenosis, aortic, pulmonary, mitral or tricuspid insufficiency). Nine patients (15%) required additional interventions: pulmonary artery plasty in seven cases (11,6%), in one case surgery for residual interatrial communication surgery was needed, in another case, resection of subaortic stenosis was performed. Three patients died (5%) with dilated cardiomyopathy; one of them having underwent a pacemaker implantation, the other having underwent mitral valve replacement. This study shows, just as stated by the literature on the matter, that medium-term evolution of patients submitted to anatomic correction of D-TGA is good. Supravalvular pulmonary stenosis is the most frequent cause of reintervention.

**PALABRAS CLAVE:** ESTUDIOS DE SEGUIMIENTO  
CIRUGÍA TORÁCICA

**KEY WORDS:** FOLLOW-UP STUDY  
THORACIC SURGERY

1. Cardiólogo pediatra.
2. Cirujano cardíaco.
3. Intensivista pediátrico.
4. Cardiólogo pediatra. Ecocardiografista.
5. Hemoterapeuta.
6. Anestesiista.

Instituto de Cardiología Infantil. E-mail: icardinf@adinet.com.uy

Agradecemos la colaboración de la técnica en informática Elizabeth Izquierdo y la bibliotecóloga Elena Campiotti.

## INTRODUCCIÓN

La transposición de las grandes arterias (D-TGA) es la cardiopatía congénita cianótica más frecuente del recién nacido. A lo largo del tiempo diferentes tácticas quirúrgicas se han implementado para corregir dicha enfermedad, quedando varias de ellas en desuso por las complicaciones a largo plazo y por ser de aplicación tardía, lo que predispone a las secuelas postquirúrgicas (Senning-Mustard)<sup>(1)</sup>.

La técnica de corrección anatómica, también conocida como *switch* arterial, revolucionó el tratamiento de los neonatos con D-TGA a partir de su presentación inicial por Adib Jatene en 1975<sup>(2)</sup>. Es una técnica compleja y reglada que requiere un adecuado período de entrenamiento, lo que permite obtener excelentes resultados<sup>(3,4)</sup>.

El objetivo de este trabajo es mostrar los resultados del seguimiento a mediano plazo de una población de 60 pacientes portadores de esta enfermedad, luego de la corrección anatómica en el período neonatal.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se analizó una población de 60 pacientes (de un total de 62) portadores de una D-TGA que fueron dados de alta luego de ser sometidos a cirugía de *switch* arterial en nuestra institución durante el primer mes de vida, dos pacientes no fueron localizados. Esta experiencia abarca el período 1994-2005 (figura 1).

El seguimiento se realizó con un prome-

dio de 5 años y 6 meses (rango de 4 meses a 11 años). La muestra está constituida por 36 varones y 24 niñas, con 85% de nacidos a término y peso al nacer promedio de 3 kilos, con un límite mínimo de peso de 1.830 gramos (tabla 1).

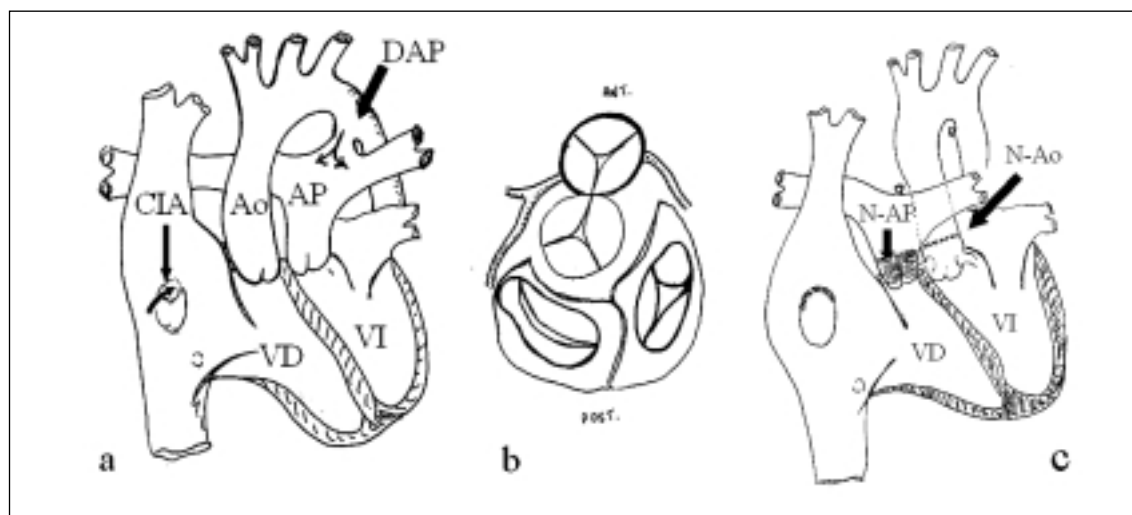
Todos los pacientes se presentaron con hipoxemia, 25% presentó, además, gasto bajo que requirió las correspondientes medidas de compensación (tabla 2).

En todos los casos se instaló infusión intravenosa continua de prostaglandinas (PGE1), para asegurar la permeabilidad ductal y luego de lograda la estabilización se realizó atrioseptostomía con catéter-balón en sala de hemodinamia (Rashkind). A los pacientes que ingresaron en gasto bajo e hipoxemia se les realizó dicho procedimiento de urgencia con buena evolución.

Cuatro pacientes requirieron el aporte de óxido nítrico (NO) por presentar hipertensión pulmonar persistente y no mejorar la saturación arterial de oxígeno a pesar de una adecuada atrioseptostomía (tabla 3).

El análisis anatómico destaca que 40 pacientes presentaron D-TGA con séptum interventricular intacto y 20 con comunicación interventricular. Uno de estos pacientes asoció una coartación de aorta con severa hipoplasia del arco aórtico, otro era portador de un situs inversus (figuras 2 y 3), y otro presentaba una estenosis subpulmonar leve (tabla 4, figura 4).

Analizando la anatomía de las arterias coronarias y siguiendo la clasificación de Leiden



**FIGURA 1.** a) Corte esquemático de una D-TGA. b) Sección transversal del corazón con la aorta anterior y la arteria pulmonar posterior. c) Corte esquemático de una cirugía de *switch* arterial.

Ao: aorta; VD: ventrículo derecho; AP: arteria pulmonar; CIA: comunicación interauricular; DAP: ductus arterioso permeable; N-Ao: neo aorta; N-AP: neo arteria pulmonar; VI: ventrículo izquierdo.

**TABLA 1. DISTRIBUCIÓN POR SEXO, PESO Y EDAD GESTACIONAL CLÍNICA. N = 60**

Características de la población estudiada	Nº pacientes	%
<b>Sexo</b>		
Masculino	36	60
Femenino	24	40
<b>Peso</b>		
< 3 kg *	15	25
> 3 kg	45	75
<b>Edad gestacional clínica</b>		
Término	51	85
Pretérmino	9	15

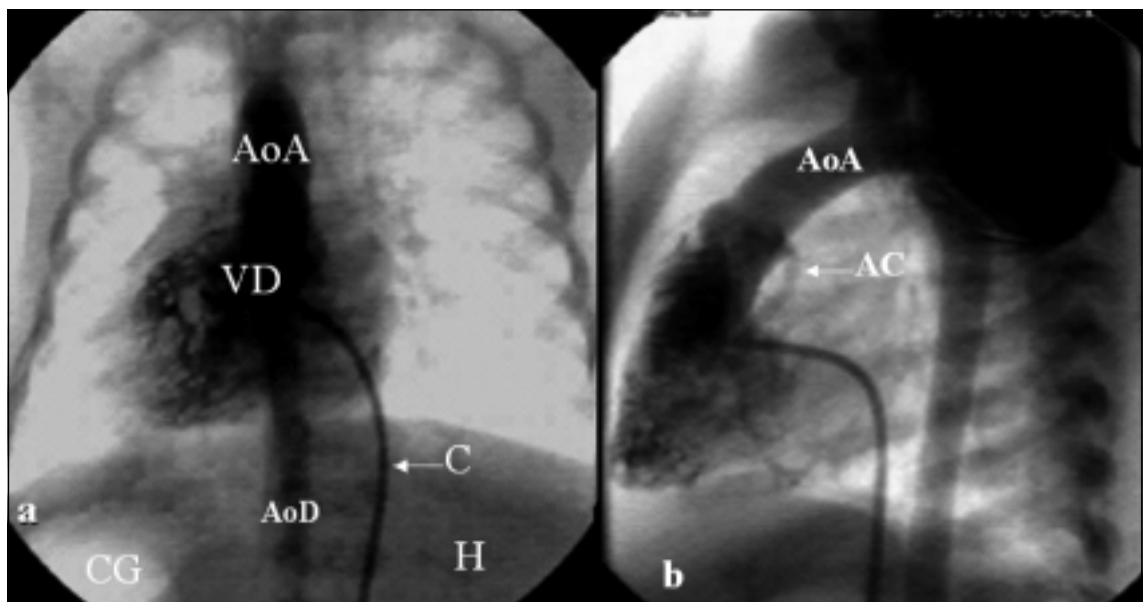
\* Peso mínimo: 1.830 g

**TABLA 2. PRESENTACIÓN CLÍNICA DE INICIO. N = 60**

Presentación clínica	Nº pacientes	%
Hipoxemia	60	100
Gasto bajo	15	25

**TABLA 3. TRATAMIENTO REALIZADO AL INICIO. N = 60**

Tratamiento preoperatorio	Nº pacientes	%
Prostaglandinas (PGE1)	60	100
Rashkind	60	100
Óxido nítrico	4	7



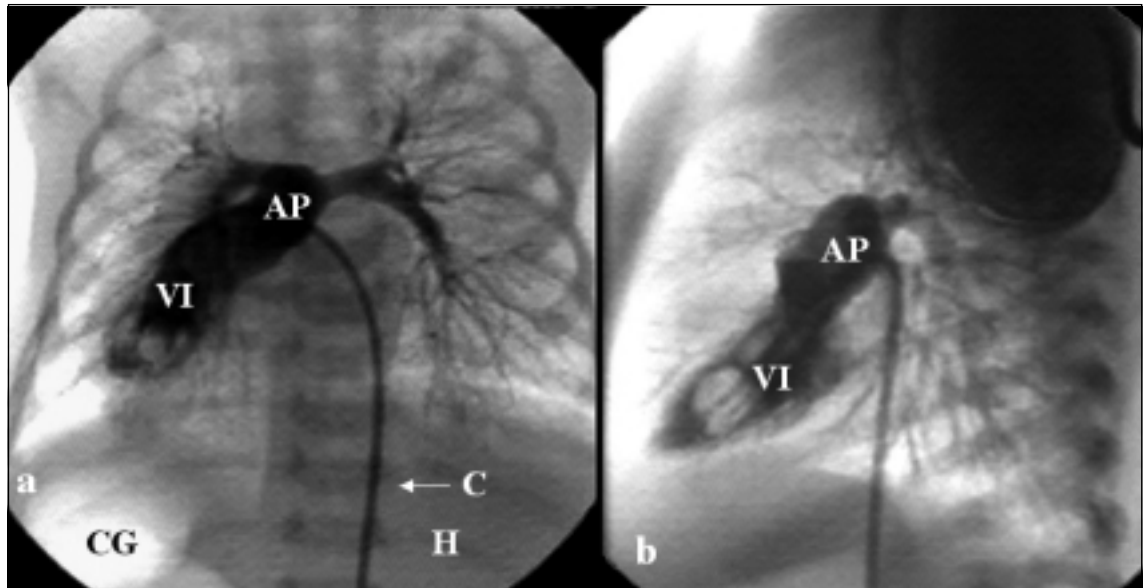
**FIGURA 2.** a) Angiografía del ventrículo derecho (VD) en proyección postero anterior. AoA: aorta ascendente; CG: cámara gástrica; H: hígado; C: catéter ascendiendo por una vena cava inferior a izquierda; AoD: aorta descendente a la derecha de la columna. b) Angiografía del ventrículo derecho en proyección lateral. AoA: aorta ascendente en posición anterior; AC: arteria coronaria única.

la frecuencia de presentación fue: 76% para el tipo A1, 15% para el tipo A2 y 9% para los tipos restantes<sup>(5,6)</sup>.

La reparación quirúrgica se llevó a cabo con circulación extracorpórea e hipotermia profunda, realizando translocación de las arterias coronarias mediante la creación de un flap en la neoaorta (incisión de *trap-door*) para evitar distorsión de las mismas, maniobra de Lecompte con disección de las ramas pulmonares hasta los hilos, conexión directa de la

neoaorta con la aorta distal y parche de pericardio autólogo fijado en glutaraldehído para la reconstrucción de la arteria pulmonar.

El seguimiento luego del alta hospitalaria se programó con controles periódicos de situación clínica, ECG de reposo y ecocardiograma Doppler color. En los casos en que se sospechó la presencia de trastornos del ritmo se practicó un Holter. A partir de la edad de 4 años se realizó ergometría por protocolo a todos los pacientes.

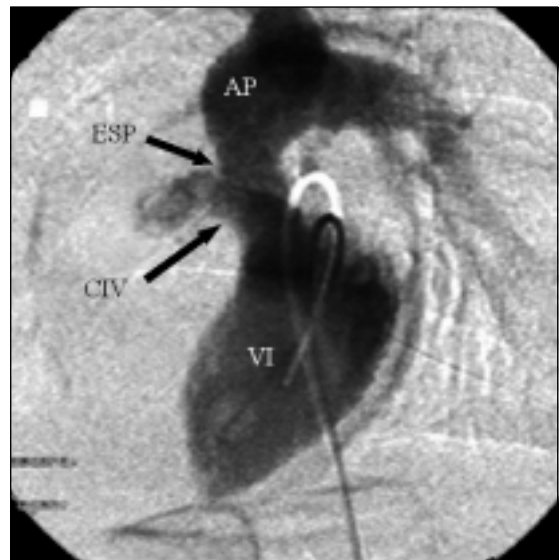


**FIGURA 3.** a) Angiografía del ventrículo izquierdo (VI) en proyección postero anterior. AP: arteria pulmonar; CG: cámara gástrica; H: hígado; C: catéter. b) Angiografía del ventrículo izquierdo en proyección lateral.

**TABLA 4.** DIAGNÓSTICO ANATÓMICO. N = 60

Diagnóstico anatómico	Nº pacientes	%
D-TGA simple	40	67
D-TGA complejas	20	33
CIV	20	33
Situs inversus	1	
CoAo + hipoplasia del arco aórtico	1	
Estenosis subvalvular pulmonar	1	

D-TGA: D- transposición de grandes arterias; CIV: comunicación interventricular, CoAo: coartación de aorta.



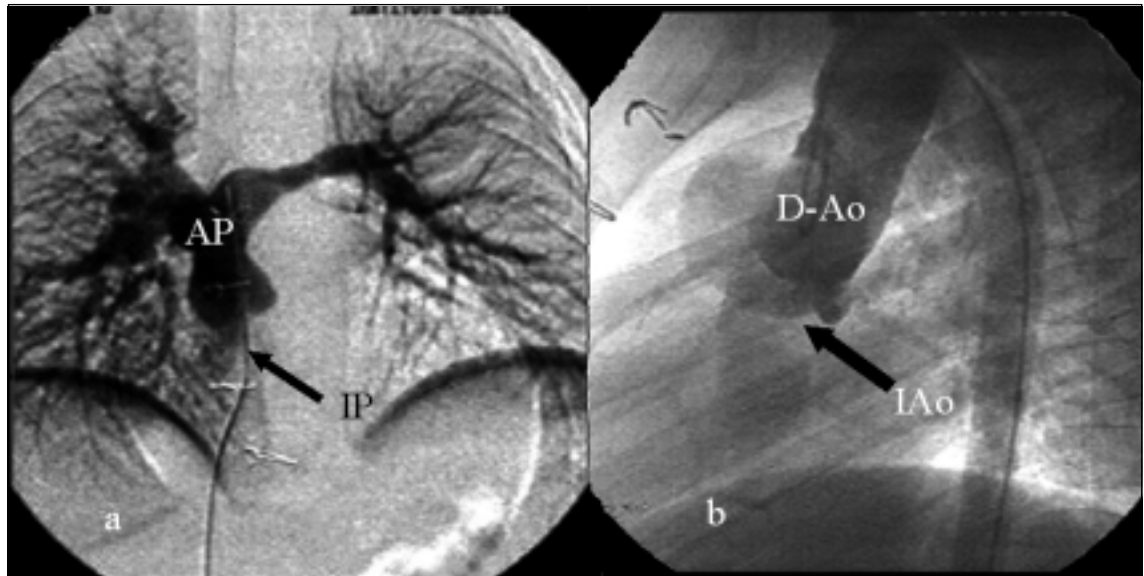
**FIGURA 4.** Angiografía del ventrículo izquierdo (VI) en proyección oblicua anterior izquierda. AP: arteria pulmonar; CIV: comunicación interventricular; ESP: estenosis subpulmonar.

## RESULTADOS

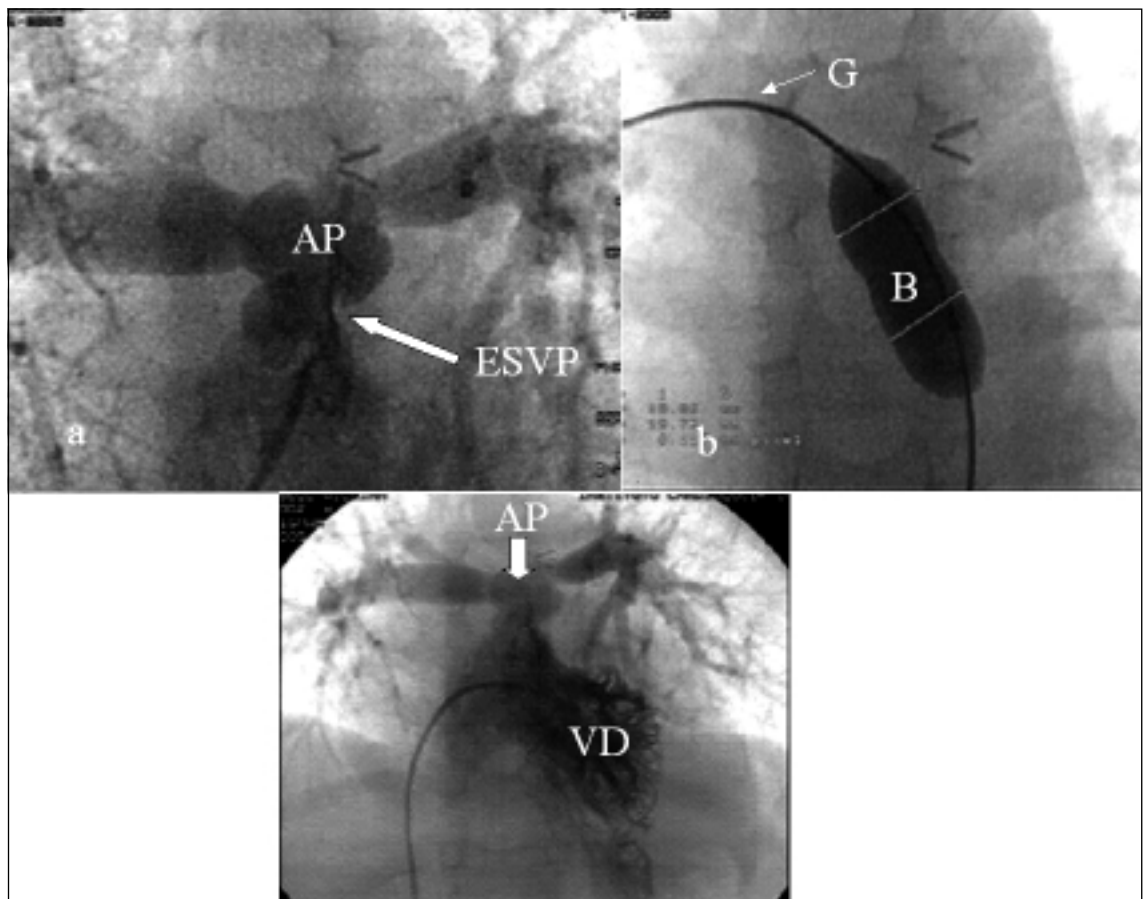
El seguimiento realizado luego del alta hospitalaria a los 60 pacientes ha mostrado que en 48 (77%) la evolución ha sido excelente, con buen crecimiento y desarrollo, permaneciendo en ritmo sinusal, con buena función de ambos ventrículos, sin insuficiencias valvulares ni estenosis supravalvulares significativas, sin requerimiento de procedimientos invasivos adicionales (figura 5).

Las lesiones residuales significativas se presentaron en nueve pacientes (15%). Siete pacientes con estenosis supravalvular pulmo-

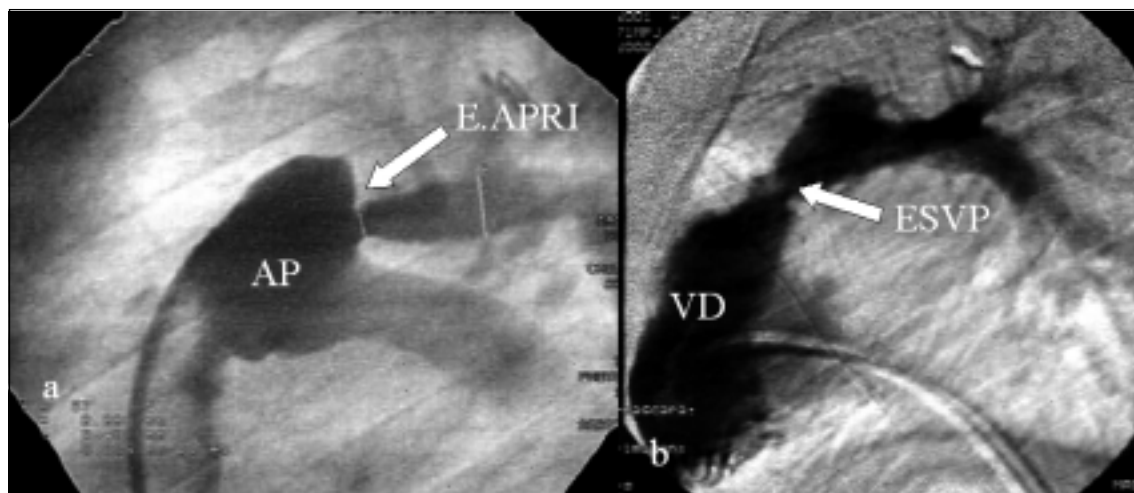
nar, uno de ellos asociada a estenosis del origen de la arteria pulmonar rama izquierda, que requirieron angioplastia con balón (figuras 6 y 7), siendo efectiva en cuatro, mientras que en los otros tres requirió cirugía reparadora con la colocación de parche de pericardio bovino. Un paciente presentó una comunicación interauricular residual que debió ser cerrada quirúrgicamente, y otro paciente



**FIGURA 5.** a) Angiografía de la arteria pulmonar (AP) en proyección postero anterior. IP: insuficiencia valvular pulmonar leve. b) Angiografía de la aorta (Ao) en proyección oblicua anterior izquierda. D-Ao: dilatación de la raíz aórtica; IAo: insuficiencia valvular aórtica leve.



**FIGURA 6.** a) Angiografía de la arteria pulmonar (AP), en proyección postero anterior. ESVP: estenosis supravalvular pulmonar. b) Radioscopia en proyección postero anterior mostrando el balón insuflado (B) a nivel del tronco pulmonar con su guía (G). c) Angiografía del ventrículo derecho (VD) en proyección postero anterior. AP: arteria pulmonar mostrando el aumento del calibre de la zona estenótica preexistente.



**FIGURA 7.** a) Angiografía de arteria pulmonar (AP) en proyección oblicua anterior izquierda. E.APRI: estenosis del origen de la arteria pulmonar rama izquierda. b) Angiografía del ventrículo derecho (VD) en proyección oblicua anterior izquierda. ESVP: estenosis supra valvular pulmonar.



**FIGURA 8.** Angiografía del ventrículo izquierdo (VI) en proyección postero anterior. ESAo: estenosis subaórtica.

desarrolló una estenosis subaórtica (figura 8) que se resecó quirúrgicamente, todos con buena evolución (tabla 5).

El paciente que asoció una coartación de aorta con severa hipoplasia del arco muestra en el momento actual un gradiente residual de 10 mmHg entre la presión arterial de miembros superiores e inferiores.

Analizando en forma global dicho período de seguimiento hemos tenido una excelente evolución, estando la mayoría de los pacientes en el momento actual asintomáticos (54 pacientes, 92%) (tabla 6) (7-10).

Tres pacientes (5%) fallecieron por miocar-

**TABLA 5.** LESIONES RESIDUALES SIGNIFICATIVAS Y PACIENTES FALLECIDOS. N = 60

Resultados	Nº pacientes
<b>1) Lesiones residuales significativas</b>	
Estenosis supra valvular pulmonar	7
Angioplastia	4
Cirugía	3
CIA residual	1
Estenosis subaórtica	1
<b>2) Decesos</b>	
Miocardiopatía dilatada	3
Con implante de marcapaso	1
Con sustitución valvular mitral	1

CIA: comunicación interauricular.

**TABLA 6.** RESULTADOS SEGÚN CLÍNICA, ELECTROCARDIOGRAMA, ECOCARDIOGRAMA DOPPLER, HOLTER, ERGOMETRIA. N = 62

Resultados	Nº pacientes	%
Evolución sin secuelas	48	77
Lesiones residuales	9	15
Decesos	3	5
Sin captación	2	3

diopatía dilatada, uno presentó bloqueo aurículoventricular (AV) de segundo grado que requirió la colocación de marcapaso y en otro se efectuó sustitución de la válvula mitral. En ninguno de los casos se obtuvo la autorización de estudio necrópsico para determinar la anatomía y las lesiones del árbol coronario.

En el postoperatorio inmediato se detectaron seis pacientes con trastornos del ritmo: un JET (*junctional ectopic tachycardia*), un flutter auricular y tres taquicardias supraventriculares, revirtiendo en todos los casos a ritmo sinusal, no detectando en ninguno de ellos arritmias luego del alta hospitalaria. Otro paciente presentó un bloqueo AV de segundo grado, que fue quien requirió el implante de un marcapaso previo al alta<sup>(11)</sup>.

En un paciente que cursa asintomático el estudio ergométrico programado reveló un infradesnivel del segmento ST al máximo esfuerzo, lo que obligó a programar los estudios invasivos correspondientes para evaluar el árbol arterial coronario, los cuales aún no se han realizado<sup>(12,13)</sup>.

Desde el punto de vista neurológico no se han detectado secuelas de naturaleza motora. Con referencia al desarrollo intelectual se han individualizado tres pacientes con dificultades leves de aprendizaje<sup>(14,15)</sup>.

## DISCUSIÓN

La corrección anatómica de la D-TGA en el período neonatal presenta claras ventajas sobre la corrección fisiológica a nivel auricular, con menos complicaciones desde el punto de vista de los trastornos del ritmo y de las lesiones orgánicas, evitando la morbimortalidad inherente al período de espera necesario para efectuar la cirugía clásica, según se informa en la literatura<sup>(1,4,8,9)</sup>.

El procedimiento de Rashkind se llevó a cabo en la totalidad de los pacientes por los siguientes motivos: la mezcla óptima de sangre en este tipo de cardiopatía se lleva a cabo a nivel interauricular y además se disminuye la presión intraauricular izquierda con mejor performance cardíaca.

La frecuencia de aparición de lesiones residuales significativas en nuestra serie fue similar a la publicada en la literatura, donde se refiere para la estenosis supraavicular pulmonar una incidencia de 5% a 30%, siendo menor su incidencia con el aumento de la experiencia del equipo. Son factores favorecedores

de su aparición la corrección neonatal precoz, la existencia de un banding con larga evolución, la hipoplasia del anillo aórtico y la técnica quirúrgica empleada<sup>(16)</sup>. En los casos de estenosis supraavicular pulmonar hemos tenido un porcentaje de éxito mediante la valvuloplastia con catéter balón, superior al promedio registrado en la literatura. Creemos que ello pueda deberse a múltiples variables a saber: técnica quirúrgica empleada, tamaño de muestra insuficiente para obtener conclusiones estadísticamente significativas. La aparición de una estenosis subaórtica significativa correspondió a un paciente que presentó una leve estenosis subpulmonar previo a la realización del *switch* arterial, subvalorada en el momento de la realización de dicha técnica.

Se debe tener especial precaución con las arterias coronarias, no solo en el intra y postoperatorio inmediato, sino también en la evolución alejada, pues son las determinantes de la lesión isquémica del miocardio con la consiguiente miocardiopatía dilatada y muerte.

Las lesiones coronarias residuales son poco frecuentes pero condicionan el pronóstico alejado de esta cirugía correctiva. Deben ser diagnosticadas y resueltas en forma precoz, lo cual favorecerá el pronóstico vital alejado de estos pacientes<sup>(17)</sup>, debiendo sospechar su presencia por la clínica y las eventuales alteraciones electrocardiográficas, pero fundamentalmente con estudios no invasivos de seguimiento como lo es la ergometría y los estudios de perfusión miocárdica para detectar estados precoces de afectación. No hemos realizado estudios invasivos de rutina por considerar un período corto de seguimiento y por problemas éticos de autorización familiar.

En nuestra serie fallecieron tres pacientes (5%), todos con miocardiopatía dilatada de probable causa isquémica, habiendo requerido uno de ellos el implante de un marcapaso por un bloqueo aurículoventricular de segundo grado, y otro requirió la colocación de una prótesis mitral por severa insuficiencia valvular. De haber podido contar con un estudio necrópsico se hubiera aclarado la etiología de las lesiones responsables.

El seguimiento con ecocardiograma y Doppler ocupa un lugar central en la evaluación de estos pacientes. Permite estudiar la función ventricular y la contractilidad segmentaria, comprobar la presencia y evolución de las obstrucciones en las arterias pulmonar y aorta que han sido reconstruidas, identificar la in-

suficiencia de la neoválvula aórtica y valorar la eventual presencia de lesiones residuales (CIV, CIA, gradientes en el arco aórtico y a nivel del tronco pulmonar).

Como en toda cardiopatía congénita cianótica, los resultados inmediatos y alejados están principalmente referidos a tres puntos a destacar: vital, funcional motor y funcional intelectual, los que van a depender de múltiples variables (18-20): 1) demora en la realización del diagnóstico; 2) severidad y duración de la hipoxemia; 3) debut con shock; 4) circulación extracorpórea (hipotermia y tiempo de la misma); 5) asociación con otras malformaciones cardíacas; 6) complicaciones intra y postoperatorias. De acuerdo a ello, las eventuales áreas involucradas y las diferentes lesiones residuales que se presentan en la evolución alejada de este tipo de cirugía correctiva se detallan a continuación:

- 1) Estenosis supravalvular pulmonar: con una frecuencia de 5% a 30%, con menor incidencia de presentación a mayor experiencia del equipo quirúrgico.
- 2) Estenosis supravalvular aórtica: tiene menor incidencia que la estenosis supravalvular pulmonar, siendo necesaria la reoperación en menos de 2% de los pacientes.
- 3) Estado del nuevo anillo aórtico: más de 33% de los pacientes desarrollan dilatación del anillo aórtico, suele aparecer tardíamente y es de origen desconocido.
- 4) Insuficiencia aórtica por dilatación del anillo.
- 5) Patrón evolutivo de las arterias coronarias: el infarto de miocardio tardío se ha reportado en 1% a 2%, la oclusión asintomática de una de las arterias coronarias en 1% a 2%, los estudios de perfusión miocárdica revelan alta tasa de defectos coronarios.
- 6) Insuficiencia mitral, que puede corresponder a isquemia de los músculos papilares.
- 7) Función ventricular sistémica.
- 8) Trastornos del ritmo: se informa una baja incidencia de arritmias postoperatorias y los estudios electrofisiológicos revelan normal función de los nodos sinusal y auriculoventricular.
- 9) Tolerancia al ejercicio: vinculada al estado de perfusión miocárdica y a la función ventricular sistémica.
- 10) Calidad de vida y desarrollo neurológico: dependiendo de la existencia o no de secue-

las debidas al daño hipóxico previo y a la agresión quirúrgica eventual.

En nuestra serie no hemos detectado secuelas de índole motora y sí tres pacientes con dificultades leves de aprendizaje, las que se podrían explicar por la magnitud de la hipoxia y la acción de la circulación extracorpórea.

## CONCLUSIONES

En la actualidad, la corrección anatómica de la D-TGA en el período neonatal se considera el procedimiento de elección. Los resultados del seguimiento de nuestros pacientes concuerdan con la experiencia internacional al demostrar que la situación clínica es excelente en 92% de los casos analizados.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Sarkar D, Bull C, Yates R. Comparison of long-term outcomes of atrial repair of simple transposition with implications for a late arterial switch strategy. *Circulation* 1999; 100 (Suppl II): 176-81.
2. Jatene AD, Fontes VF, Paulista PP, Souza LCB, Neger F, Galantier M. Successful anatomic correction of transposition of the great vessels. A preliminary report. *Arq Bras Cardiol* 1975; 28: 461-4.
3. Castañeda AR, Norwood WI, Jonas RA, Colon SD, Sanders SP, Lang P. Transposition of the great arteries and intact ventricular septum: anatomical repair in the neonate. *Ann Thorac Surg* 1984; 38: 438-43.
4. Wernovsky G, Mayer JE, Jonas RA. Factors influencing early and late outcome of the arterial switch operation for transposition of the great arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 109: 289-301.
5. Yacoub MH, Radley-Smith R. Anatomy of the coronary arteries in transposition of the great arteries and methods for their transfer in anatomical correction. *Thorax* 1978; 33: 418-24.
6. Gittenberger-de Groot AC, Sauer U, Oppenheimer-Dekker A, Qaegebeur J. Coronary arterial anatomy in transposition of the great arteries: a morphologic study. *Pediatr Cardiol* 1989; 4: 15-24.
7. Blume ED, Altmann K, Mayer JE, Colan SD, Gauvreau K, Geva T. Evolution of risk factors influencing early mortality of the arterial switch operation. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33: 1702-9.
8. Hedwig H, Hövels-Gürich MD, Segaye MC, Qing Ma, Miskova M, Minkenberg R, et al. Long-Term results of cardiac and general health status in children after neonatal arterial switch operation. *Ann Thorac Surg* 2003; 75: 935-43.
9. Haas F, Wottke M, Poppert H, Meisner H. Long-term survival and functional follow-up in patients after the arterial switch operation. *Ann Thorac Surg* 1999; 68: 1692-7.
10. Losay J, Touchot A, Serraf A. Late outcome after

- arterial switch operation for transposition of the great arteries. *Circulation* 2001; 104(Suppl 1): 1121-6.
11. **Rhodes LA, Wernovsky G, Keane JF.** Arrhythmias and intracardiac conduction after the arterial switch operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 109:303-10.
  12. **Massin M, Hövels-Gürich H, Däbritz S, Messmer B, von Bernuth G.** Results of the Bruce treadmill test in children after arterial switch operation for simple transposition of the great arteries. *Am J Cardiol* 1998; 81: 56-60.
  13. **Mahle WT, McBride MG, Paridon SM.** Exercise performance after the arterial switch operation for D-transposition of the great arteries. *Am J Cardiol* 2001; 87: 753-8.
  14. **Hövels-Gürich HH, Seghaye MC, Schnitker R.** Long-term neurodevelopmental outcome in school-aged children after neonatal arterial switch operation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002; 124: 448-58.
  15. **Ellerbeck KA, Smith ML, Holden EW, McMennamin SC, Badawi MA, Brenner JI, et al.** Neurodevelopmental outcomes in children surviving d-transposition of the great arteries. *J Dev Behav Pediatr* 1998; 19:335-41.
  16. **Blume ED.** Current issues facing the teenager with an arterial switch. *Annual Update on Pediatric Cardiovascular Diseases*, 8. Philadelphia, 2005.
  17. **Srinivas A, Ranjit M, Kachaner J.** Hemodynamic and angiographic findings following arterial switch repair for complete transposition. *Cardiol Young.* 1996; 6: 298-307.
  18. **Dunbar-Masterson C, Wypij D, Bellinger DC, Rappaport LA, Baker AL, Jonas RA, et al.** General health status of children with D-transposition of the great arteries after the arterial switch operation. *Circulation* 2001; 104: 1138-42.
  19. **Yamaguchi M, Hosokawa Y, Imai Y, Kurosawa H, Yasui H, Yagihara T.** Early and midterm results of the arterial switch operation for transposition of the great arteries in Japan. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 100: 261-9.
  20. **Hövels-Gürich HH, Segaye MC, Däbritz S, Messmer BJ, von Bernuth G.** Cardiological and general health status in preschool- and school-age children after neonatal arterial switch operation. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997; 12: 593-601.