

Artículos originales

## Experiencia a largo plazo con la operación de Ross en pacientes pediátricos

José M. Caffarena Calvar, Sara Roldán, Félix Serrano, Elkin Arrieta

Unidad de Cirugía Cardíaca Infantil  
Hospital Infantil La Fe. Valencia

**Objetivos.** Analizar los resultados a largo plazo de la operación de Ross en pacientes pediátricos.

**Material y métodos.** Entre 1995-2008, 33 pacientes de edad media  $7,27 \pm 4,8$  años (5-28) recibieron autoinjerto pulmonar. Cirugía previa en 10, dilatación percutánea en 13. Las indicaciones fueron estenosis neonatal con fibroelastosis (3), síndrome de Shone (3), doble lesión (16), insuficiencia (8), estenosis (2) y endocarditis sobre aneurisma roto de seno de Valsalva (2). Se realizaron 22 sustituciones de raíz, tres técnicas de inclusión y ocho operaciones de Ross-Konno. En dos se realizó sustitución de válvula mitral.

**Resultados.** Mortalidad hospitalaria tres casos. No mortalidad tardía. Seguimiento completo de 6 meses a 13 años (media 5,6). El autoinjerto mostró insuficiencia moderada-grave en seis casos, trivial-ligera en 27. Tres reoperaciones relacionadas con el autoinjerto, sin reoperaciones del homoinjerto. Supervivencia actuarial  $90,9 \pm 5,0\%$  a 13 años. Libertad de reintervención o fallo del autoinjerto  $88,4 \pm 6,3\%$  a 13 años.

**Conclusiones.** Las intervenciones de Ross y Ross-Konno han cambiado el pronóstico de pacientes pediátricos con enfermedad compleja de la raíz aórtica. En pacientes jóvenes se detecta crecimiento de la neorraíz aórtica. Se detecta dilatación del autoinjerto a nivel sinotubular con insuficiencia de la neoválvula aórtica, con la sustitución de raíz en pacientes con insuficiencia previa. Los mejores resultados se obtienen en los pacientes de menor edad y peso, con obstrucciones complejas del tracto de salida izquierdo y sin dilatación de raíz. Un riguroso control de los pacientes con raíz aórtica dilatada es obligatorio para validar el Ross frente a las prótesis.

**Long-term results of the Ross operation in pediatric patients**

**Objective.** To analyze the long-term results of the Ross operation in pediatric patients.

**Methods.** From 1995-2008, 33 patients with a mean age of  $7.27 \pm 4.8$  years underwent the Ross operation. Ten patients had a previous operation and 13 percutaneous valvotomies. Indications for operation were critical neonatal aortic stenosis with fibroelastosis (3), Shone syndrome (3), mixed lesion (16), insufficiency (8), stenosis (2) and endocarditis on ruptured aneurysm of sinus of Valsalva (1). Root replacement was performed in 22 cases, inclusion technique in 3 and a Ross-Konno in 8. Mitral valve replacement was performed in 2.

**Results.** Three patients died after surgery. There was no late mortality. Follow-up is complete from 6 months to 13 years (mean 5.6 years). There was moderate-severe autograft incompetence in 6 and trivial-mild in 27. Three patients required autograft-related reoperation; no homograft reoperations. Actuarial survival is  $90.9 \pm 5.0\%$ ; freedom from autograft failure or reoperation is  $88.4 \pm 6.3\%$  at 13 years.

**Conclusions.** The Ross and Ross-Konno operations have changed the prognosis of pediatric patients with complex disease of the valve and aortic root. There is growth of the neo-aortic root in young patients. Sinotubular dilatation of the autograft with neo-aortic valve insufficiency has been detected in patients with previously dilated aortic root when root replacement technique was performed. The best results are obtained in the younger and

Correspondencia:  
José M. Caffarena Calvar  
Unidad de Cirugía Cardíaca Infantil  
Hospital Universitario La Fe  
Avda. Campanar, 21  
46009 Valencia  
E-mail: josecaffarena@telefonica.net

Recibido 11 septiembre 2008  
Aceptado 10 octubre 2008

**Palabras clave:** Ross. Valvulopatía aórtica. Paciente pediátrico.

**lower weight patients with complex left ventricular outflow obstruction without root dilatation. A close follow-up of patients with aortic root dilatation is mandatory to definitely validate the Ross procedure over aortic prosthesis.**

**Key words:** Ross. Aortic valve disease. Pediatric patient.

## INTRODUCCIÓN

El manejo de la población pediátrica con valvulopatía aórtica representa un verdadero desafío, pues si bien existe un amplio espectro de actitudes terapéuticas, ninguna de ellas logra una resolución completamente satisfactoria del problema de acuerdo con la edad del paciente.

El intervencionismo percutáneo mediante una dilatación con balón puede temporalmente mejorar el gradiente entre el ventrículo izquierdo (VI) y la aorta en los casos de estenosis valvular. No exenta de complicaciones, la dilatación no es resolutoria en los casos con anomalías asociadas como insuficiencia aórtica (IAo), fibroelastosis endocárdica o estenosis multinivel del tracto salida izquierdo (TSVI) (síndrome de Shone). La comisurotomía aórtica aislada ya no se contempla como proceder terapéutico, pese a su menor iatrogenia y mejores resultados que las técnicas de dilatación. Su utilidad es limitada en obstrucciones más complejas.

Las opciones quirúrgicas también son limitadas. La sustitución valvular aórtica (SVAo) con una prótesis mecánica puede resultar técnicamente muy compleja por la dificultad en los pacientes pediátricos de implantar una prótesis de tamaño adecuado. Este tipo de prótesis condena al niño a una terapia anticoagulante de por vida y a futuras reintervenciones sobre el TSVI, ya que la prótesis no va a crecer de forma paralela al desarrollo somático del niño. El uso de homoinjertos está condicionado por la rápida degeneración del mismo a estas edades y su escasa disponibilidad.

Un subgrupo especialmente complejo y de difícil manejo son los neonatos con obstrucciones multinivel del TSVI, habitualmente asociadas a otras anomalías como obstrucciones del arco aórtico, interrupción del arco (IAAo), fibroelastosis endocárdica o síndrome de Shone. La actitud terapéutica en estos pacientes viene determinada por el tamaño del VI<sup>1</sup>; en aquellas formas asociadas a un VI hipoplásico habría que considerar un procedimiento de Norwood; sin embargo, la operación de Ross-Konno abre un abanico de posibilidades de rescate biventricular en muchos otros pacientes<sup>2</sup>.

D. Ross describió en 1967 una técnica destinada en principio al tratamiento de la valvulopatía aórtica en

adultos<sup>3</sup>, pero que con posterioridad se fue extendiendo a la población infantil y neonatal<sup>4</sup>. La operación de Ross, además de las ventajas demostradas como durabilidad del autoinjerto, tasa baja de reintervenciones y ausencia de anticoagulación<sup>5</sup>, tiene la gran ventaja en la edad pediátrica de su potencial de crecimiento<sup>4</sup>, evitando la aparición del *mismatch* aórtico con el desarrollo del niño. Sin embargo, la operación de Ross no está exenta de problemas y controversias, de importancia en la población pediátrica, como la posible dilatación del autoinjerto o el comportamiento de los homoinjertos en el lado derecho.

Actualmente existen pocas publicaciones que puedan desvelar los resultados y controversias de la operación de Ross en la edad pediátrica. Presentamos, de forma retrospectiva, los resultados a largo plazo de pacientes sometidos a la operación de Ross en edad pediátrica, con el objetivo de validar la técnica en este difícil grupo de pacientes con obstrucciones simples o complejas del TSVI.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Pacientes

Desde 1995 hasta la actualidad, un total de 33 pacientes en edad pediátrica han sido sometidos a una operación de Ross. La edad media de la serie fue de 7,27 años (5-28 días) y mediana de 5,6. La distribución por edades fue cuatro pacientes en edad neonatal, dos entre 1-12 meses, cinco entre 1-5 años, 21 entre 5-14 años y un paciente de 28 años.

Los diagnósticos preoperatorios fueron doble lesión aórtica (DLAo) en 16 casos, IAo en ocho, estenosis aórtica (EAo) aislada en dos, síndrome de Shone tres casos (un neonatal), EAo crítica neonatal con fibroelastosis endocárdica en tres, y un caso de endocarditis sobre un aneurisma congénito roto del seno de Valsalva (Tabla I).

Antes de la operación de Ross, 10 pacientes habían sido sometidos a otro tratamiento quirúrgico previo (valvulotomía aórtica abierta en seis, resección subaórtica y miotomía en uno, cierre de CIV y plastia aórtica en uno, exclusión de aneurisma congénito de seno de Valsalva

**TABLA I. DISTRIBUCIÓN DE LOS DIAGNÓSTICOS PREOPERATORIOS DE LA SERIE DE PACIENTES**

|   |    |
|---|----|
| DLAo  | 16 |
| IAo   | 8  |
| EAO   | 2  |
| Síndrome de Shone                                   | 3  |
| EAO crítica neonatal + fibroelastosis endocárdica   | 3  |
| Endocarditis aneurisma congénito roto seno Valsalva | 1  |

roto y valvuloplastia aórtica en uno, y un caso de coartación aórtica con reconstrucción terminoterminal). Trece pacientes fueron sometidos a dilatación percutánea. Diez pacientes llegaron a la operación de Ross sin procedimiento previo (Tabla II).

Cuatro pacientes fueron intervenidos en edad neonatal, con una edad media de 13 días (rango 5-26) y peso medio de 3 kg (rango 2,7-3,4). Todos los pacientes presentaban una EAO crítica, expresada por un *z-score* aórtico medio de  $-4,5$  (6,27 mm) (rango  $-3,2$  [7,5 mm] a  $-6,3$  [4,7 mm]), junto a diversos grados de fibroelastosis endocárdica (dos casos grado II, dos casos grado III). El diámetro medio de la aorta fue de 8,1 mm (rango 7,0-9,4 mm). El *z-score* medio correspondiente a la longitud del VI en el momento de la intervención fue  $-1,5$  (rango  $-1,0$  a  $-2,3$ ). Los diagnósticos preoperatorios fueron tres casos de EAO crítica con fibroelastosis y un caso de síndrome de Shone. Uno de los pacientes con EAO crítica fue intervenido de urgencia al producirse IAo grave tras intento previo de dilatación percutánea (Fig. 1).

### Técnica quirúrgica

Todos los casos han sido realizados en circulación extracorpórea (CEC), canulación bicava e hipotermia moderada (28 °C), excepto en los neonatos, en que se empleó hipotermia profunda (20 °C). La protección miocárdica se realizó con dosis intermitentes de cardioplejía hemática.

El tipo de técnica quirúrgica realizada sobre el TSVI fue en 22 casos la técnica de Ross clásica mediante sustitución simple de raíz aórtica por autoinjerto pulmonar (Fig. 2). En tres pacientes con IAo se empleó la técnica de inclusión de raíz, en un caso asociado a ampliación del anillo según Manouguian, tras intento fallido de implantar una prótesis mecánica. En ocho casos se realizó una técnica de Ross-Konno mediante septoplastia ventricular, en dos pacientes con síndrome de Shone, asociado al implante de prótesis mitral, y en los cuatro neonatos, asociado a resección de la fibroelastosis endocárdica (Tabla III).

El tracto de salida del VD (TSVD) fue reconstruido en todos los casos mediante homoinjertos pulmonares, salvo en el caso de los neonatos; debido a la no disponibilidad de homoinjertos de esos tamaños, se optó por

**TABLA II. DISTRIBUCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS REALIZADOS PREVIOS A LA OPERACIÓN DE ROSS**

|   |    |
|---|----|
| Valvuloplastia aórtica percutánea                   | 13 |
| Procedimientos quirúrgicos                          | 10 |
| Valvulotomía aórtica abierta                        | 6  |
| Resección subaórtica + miotomía                     | 1  |
| Cierre CIV + plastia aórtica                        | 1  |
| Exclusión aneurisma seno Valsalva + plastia aórtica | 1  |
| Resección coartación aórtica                        | 1  |
| No procedimiento quirúrgico o percutáneo            | 10 |

el empleo de vena yugular bovina (Contegra®) de 12 y 14 mm de diámetro interno.

### RESULTADOS

La mortalidad hospitalaria fue de tres casos (9,1%). Un paciente afecto de síndrome de Shone fue reintervenido para realización de Ross-Konno más implante de prótesis mitral. Sufrió bloqueo AV completo, siendo reintervenido en dos ocasiones por hemorragia a nivel de las líneas de sutura del autoinjerto. En el quinto día postoperatorio tuvo una nueva hemorragia masiva por endocarditis del autoinjerto. Un segundo paciente neonato con síndrome de Shone recibió un Ross-Konno. El paciente falleció al cuarto día postoperatorio por bajo gasto en relación con la presencia de estenosis mitral grave por válvula en paracaídas, no tratada. El tercer paciente fallecido fue el de más edad de la serie, afecto EAO calcificada con hipertrofia grave del VI. Se realizó sustitución simple de raíz aórtica, falleciendo en quirófano por mala protección miocárdica, en *stone heart*.

Se realizó ecocardiografía transesofágica intraoperatoria en todos los pacientes, comprobándose la adecuada función del autoinjerto pulmonar como neoválvula aórtica, sin apreciar en ningún caso IAo distinta de la trivial, a excepción de un caso con IAo central de grado moderado. No se detectaron gradientes residuales significativos en el TSVI.

El tiempo medio de CEC, excluyendo a los neonatos, ha sido de  $158 \pm 34$  min, con un tiempo medio de isquemia de  $96 \pm 28$  min. En los neonatos esos tiempos fueron más prolongados, con tiempo medio de CEC de 212 min (rango  $184 \pm 254$ ) y tiempo medio de isquemia de 138 min (rango 123-156).

El tiempo medio de estancia hospitalaria en la serie fue de 14 días (rango 7-56), aunque las estancias más prolongadas correspondieron a la serie neonatal, debido a tiempos medios de intubación de 15 días (rango 2-36), estancia media en UCI de 19 días (rango 4-42) y estancia hospitalaria 32 días (rango 16-56).

Como complicaciones inmediatas cabe destacar un caso de sepsis neonatal, un bloqueo AV completo y una endocarditis del autoinjerto pulmonar con hemorragia masiva.

*Figura 1. IAo grave posdilatación neonatal.*

*Figura 2. Aspecto final de la sustitución completa de raíz aórtica.*

## Seguimiento clínico

No existen pérdidas de seguimiento. El seguimiento medio es de 5,6 años (rango 6 meses - 13 años). No hay mortalidad tardía. La tasa de reoperación de la serie ha sido del 10% sobre los pacientes supervivientes, en todos los casos por IAo grave del autoinjerto. El primer paciente tuvo que ser reintervenido al sexto mes, siendo sustituido por una prótesis mecánica. Éste es el paciente con IAo moderada del autoinjerto en el control peroperatorio. El segundo paciente fue intervenido inicialmente a los 4 años con IAo grave mediante sustitución completa de raíz. A los 2 años fue reintervenido por IAo grave con dilatación de la porción sinotubular. Se realizó sustitución por prótesis mecánica. El tercer paciente recibió un autoinjerto pulmonar según técnica de inclusión subcoronaria por IAo grave. A los 3 años presentaba prolapso del velo coronario izquierdo con mala coaptación central. La gravedad del prolapso obligó a sustituir el autoinjerto por una prótesis mecánica.

**TABLA III. TIPO DE TÉCNICA QUIRÚRGICA EMPLEADA**

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Sustitución simple raíz aórtica       | 22 |
| Técnica de inclusión                  | 2  |
| Técnica de inclusión + Manouguian     | 1  |
| Ross-Konno                            | 2  |
| Ross-Konno + prótesis mitral          | 2  |
| Ross-Konno + resección fibroelastosis | 4  |

Los 30 pacientes supervivientes se encuentran en grado funcional I, realizando vida normal y sin medicación, incluidos los pacientes intervenidos en periodo neonatal. La supervivencia media de la serie es de 90,9% a los 5,6 años, con una supervivencia acumulada de  $90,9 \pm 5,0\%$  a los 13 años (Fig. 3).

El seguimiento seriado mediante ecocardiografía ha mostrado un grado de insuficiencia del autoinjerto pulmonar que ha sido considerado ausente o trivial en 27 pacientes, con seis pacientes con insuficiencia de grado moderado o grave, tres de ellos reintervenidos. La libertad de fallo del autoinjerto pulmonar se estima en  $88,4 \pm 6,3\%$  a los 13 años (Fig. 4). No se han apreciado en el seguimiento ecocardiográfico gradientes significativos en el TSVD (velocidad media 0,9-2 m/s) en ningún paciente. En los tres neonatos de la serie en los que el TSVD fue reconstruido con un heteroinjerto de yugular bovina, este conducto ha mostrado un comportamiento excelente en un seguimiento medio de 20 meses.

En los controles ecocardiográficos existe una reducción significativa del DTDVI en los casos que se intervinieron por IAo (preoperatorio  $52,3 \pm 8,1$  mm frente a postoperatorio  $46,3 \pm 6,5$  mm) y un crecimiento armónico de la nueva raíz aórtica, proporcional al desarrollo somático del paciente (anillo aórtico preoperatorio  $20,2 \pm 5,4$  mm vs anillo aórtico postoperatorio  $24,7 \text{ mm} \pm 6,7$  mm) (Fig. 5).

## DISCUSIÓN

La operación de Ross ha demostrado unos resultados excelentes tanto en adultos como en la edad pediátrica<sup>5-7</sup>,

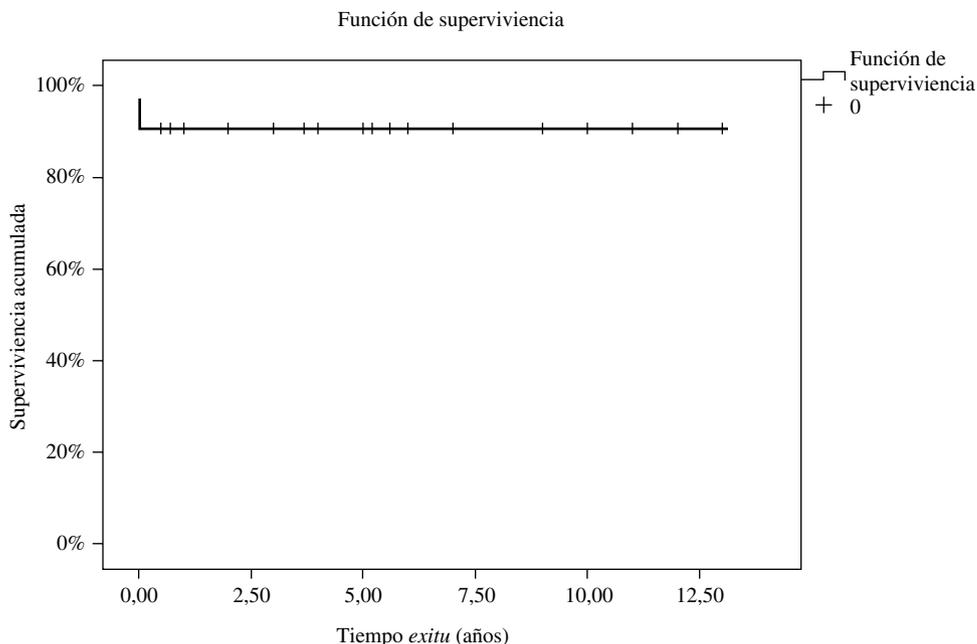


Figura 3. Curva de supervivencia actuarial a los 13 años.

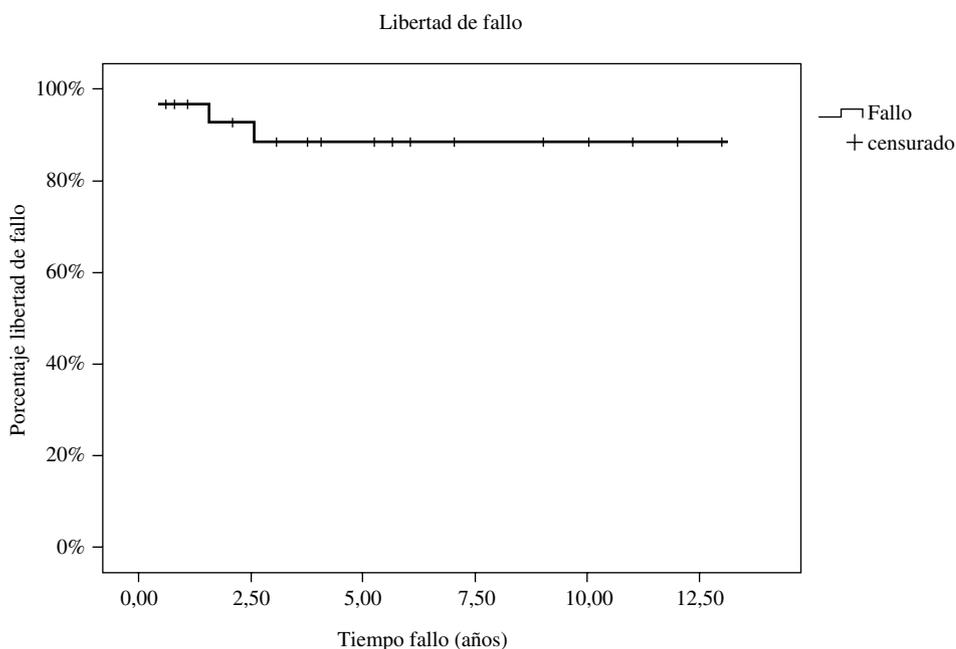


Figura 4. Curva actuarial de libertad de fallo del autoinjerto.

con una serie de ventajas frente a las válvulas mecánicas o biológicas. Éstas incluyen la probada durabilidad del autoinjerto, un comportamiento hemodinámico excelente, ausencia de necesidad de terapia anticoagulante, baja tasa de reintervenciones sobre el TSVI y, seguramente, lo que es la mayor ventaja en la edad pediátrica, el potencial de crecimiento del autoinjerto pulmonar de forma paralela al desarrollo somático del niño<sup>4,8,9</sup>.

En nuestra experiencia, la operación de Ross se ha mostrado muy útil en el difícil manejo terapéutico del neonato con obstrucciones complejas del TSVI, habitualmente asociadas a otras anomalías cardíacas congénitas ya comentadas. La resección de la válvula aórtica enferma y la extracción del autoinjerto pulmonar permite un abordaje incomparable de la obstrucción subaórtica y del tabique interventricular<sup>4</sup>, lo que facilita la realización de

*Figura 5. Ecocardiografía preoperatoria en neonato con EAo crítica y fibroelastosis. Aspecto del tracto de salida izquierdo tras 14 meses después de realización de Ross-Konno. Se aprecia el crecimiento armónico del autoinjerto pulmonar.*

la operación de Ross-Konno, resección completa de la fibroelastosis y la realización de plastias de ampliación del arco aórtico. La operación de Ross-Konno supone para estos neonatos con *z-score* del anillo aórtico reducido y grados importantes de fibroelastosis (factores conocidos de mal pronóstico para la valvuloplastia), la posibilidad de una reparación biventricular, frente a la alternativa de una corrección univentricular tipo Norwood, con sus resultados inciertos a largo plazo y las desventajas de la corrección univentricular.

En nuestra experiencia, la operación de Ross en pacientes pediátricos supera las perspectivas de la sustitución valvular aórtica con prótesis mecánicas, con un excelente comportamiento hemodinámico y mínimo gradiente transvalvular, potencial de crecimiento, ausencia de trombogenicidad y no necesidad de anticoagulación. No obstante, también existen motivos de crítica y detracción. En primer lugar, la mayor complejidad de la técnica quirúrgica frente a la sustitución valvular con prótesis<sup>4</sup>. Sin embargo, la sustitución con prótesis en pacientes de corta edad puede resultar muy compleja al tener que recurrir a técnicas de ampliación del anillo aórtico y tracto de salida subaórtico, tipo Manouguian o Konno, para implantar prótesis de tamaño adecuado. Otra desventaja potencial de la técnica se suscita por el hecho de poner en riesgo dos válvulas para solventar la enfermedad de una sola válvula. En nuestra serie, el comportamiento del homoinjerto utilizado para la reconstrucción del TSVD se ha mostrado excelente, no existiendo reintervenciones por esta causa en un seguimiento superior

a 13 años. Pensamos que la posición anatómica del homoinjerto en el TSVD mejora el comportamiento hemodinámico y aumenta la durabilidad de los homoinjertos pulmonares, respecto a otras reconstrucciones del lado derecho del corazón en otras cardiopatías congénitas.

En nuestra experiencia y coincidiendo con otras series<sup>10-13</sup>, el problema potencial más importante con la operación de Ross es el comportamiento del autoinjerto pulmonar a largo plazo, en el grupo de pacientes con IAo previa. Existe riesgo de dilatación del anillo aórtico, porción sinusal y unión sinotubular del autoinjerto, que puede derivar en una insuficiencia del mismo. Sin embargo, a pesar de esa dilatación observada, hay otros autores que no han apreciado aparición de insuficiencia del autoinjerto<sup>11,12</sup>. Parece comprobado que es la dilatación de la porción sinotubular la que con mayor frecuencia conlleva una falta de coaptación central e insuficiencia del autoinjerto.

Hemos apreciado un bajo índice de dilataciones del autoinjerto pulmonar. Pensamos que existe una relación proporcional entre la edad de los pacientes y dilatación del autoinjerto. La baja edad media de nuestros pacientes (7,2 años) puede explicar la baja incidencia de dilataciones. Nuestra serie confirma la mayor capacidad de adaptación a la circulación sistémica de la válvula pulmonar del neonato o lactante pequeño, frente a pacientes de mayor edad. La mayor indiferenciación histológica de los componentes valvulares existente a estas edades facilita una mayor capacidad plástica y de adaptación de la válvula pulmonar a la circulación sistémica, como ya

hemos comprobado con la corrección anatómica en la transposición de las grandes arterias<sup>14</sup>.

El grupo de mayor riesgo para fallo del autoinjerto pulmonar son los pacientes intervenidos por IAo congénita o después de dilatación percutánea en edades tardías (preadolescencia). Hemos apreciado un índice más alto de dilataciones, sobre todo en los primeros 6 meses postoperatorios, tal vez como respuesta inicial de adaptación del autoinjerto, para luego estabilizarse a partir del año<sup>4</sup>. Los tres casos de insuficiencia del autoinjerto que han precisado reintervención en nuestra serie se han producido en pacientes con diagnóstico preoperatorio de IAo<sup>15</sup>. Por esta causa, en tres de nuestros pacientes utilizamos la técnica de inclusión subcoronaria, tratando de evitar la dilatación del autoinjerto que podía aparecer con la técnica de sustitución de raíz. Tras la observación de un caso de aparición progresiva de insuficiencia grave del autoinjerto por prolapso de los velos, hemos abandonado esta técnica. Es nuestra actitud actual utilizar prótesis mecánicas en pacientes con IAo grave que han finalizado su crecimiento somático.

Varios estudios han sugerido el uso de técnicas de anuloplastia para prevenir la dilatación del autoinjerto y la posible insuficiencia valvular<sup>16,17</sup>. Los resultados han sido contradictorios, aunque, por la baja edad media de nuestra serie, hemos evitado las técnicas de anuloplastia o refuerzo externo, que podrían interferir con el crecimiento del autoinjerto.

A pesar de las teóricas desventajas atribuidas a la operación de Ross, continúa siendo la opción más válida para el tratamiento de la enfermedad del TSVI en pacientes pediátricos. Puede aplicarse en las obstrucciones complejas del recién nacido, donde el uso de prótesis valvulares es imposible, con unos resultados hemodinámicos óptimos y bajas tasas de morbimortalidad<sup>17,18</sup>. Así, en nuestra serie, todos los pacientes que sobrevivieron, incluidos los neonatos, se encuentran asintomáticos y con tasas de morbilidad similar a las comunicadas por otros autores<sup>4,18</sup>. La tasa de mortalidad de nuestra serie, del 9%, es algo superior a la de otras series publicadas<sup>4,18</sup>, pero la presencia de cuatro pacientes en periodo neonatal y la complejidad de un porcentaje alto de casos con obstrucciones difusas del TSVI que precisaron cirugía ampliada de Ross-Konno con implante simultáneo de prótesis mitral en dos casos justifica nuestros resultados. La edad media de nuestra serie es menor que la de otros estudios publicados; recientemente se ha publicado un estudio señalando la corta edad y la existencia de múltiples niveles de obstrucción del VI con implicación mitral como los principales factores de riesgo asociados con mortalidad precoz<sup>19</sup>.

En el seguimiento ecocardiográfico se ha podido constatar un crecimiento del autoinjerto pulmonar paralelo al

desarrollo somático del niño; sirva como ejemplo las imágenes ecocardiográficas de la figura 5, donde se aprecia el anillo aórtico de un neonato con EAo crítica (5,4 mm) y el crecimiento 14 meses después de ser sometido a una operación de Ross-Konno (10 mm). Otros factores predictores de reintervenciones sobre el TSVI distintos de la presencia de IAo previa, como la presencia de anomalías valvulares pulmonares nativas, sustitución valvular previa o el cierre de comunicaciones interventriculares, no han podido ser constatados en nuestra serie<sup>20</sup>.

La reconstrucción del TSVD se ha realizado siempre con homoinjerto pulmonar, excepto en los neonatos, en los que se usó vena yugular bovina (Contegra®), debido a la no disponibilidad de homoinjertos tan pequeños. Independientemente del tipo de conducto empleado para reconstruir el TSVD, su comportamiento ha sido excepcional, sin que hasta la actualidad se haya realizado ningún tipo de actuación percutánea o quirúrgica sobre los mismos. Creemos que esta mayor durabilidad del homoinjerto en la operación de Ross es debida a la posición ortotópica que adopta a nivel del tracto de salida, lo que se traduce en un flujo laminar a través del mismo, a diferencia del uso habitual de homoinjertos en otras cardiopatías, donde se coloca de forma heterotópica, lo que comporta un flujo turbulento que deteriora más rápidamente al homoinjerto<sup>21</sup>. El menor tamaño del homoinjerto ha sido reconocido como el factor predictor más importante de riesgo de reintervención sobre el lado derecho<sup>20</sup>. Nosotros no hemos podido confirmar este hecho.

## CONCLUSIONES

Tras 13 años de experiencia, los resultados de nuestra serie con la operación de Ross en pacientes pediátricos son satisfactorios. Destacamos un comportamiento hemodinámico excelente del autoinjerto pulmonar, con un crecimiento armónico del mismo en relación con el crecimiento somático del paciente, sin apreciar signos ecocardiográficos de degeneración del mismo. Máxima eficacia y adaptación en los neonatos y pacientes de muy corta edad. Hemos observado un índice de dilataciones del autoinjerto preocupante en pacientes con diagnóstico inicial de IAo grave. Tras nuestros resultados con la técnica de inclusión subcoronaria, hemos descartado su uso como alternativa a la sustitución de raíz en este difícil grupo de pacientes. En pacientes con IAo grave que han finalizado su crecimiento somático, actualmente somos partidarios del uso de prótesis mecánicas. La funcionalidad del homoinjerto pulmonar es excepcional, incluso en los pacientes más jóvenes.

Las operaciones de Ross y Ross-Konno han cambiado el pronóstico de los pacientes pediátricos con enfer-

medad compleja de la válvula y raíz aórtica, por lo que consideramos que es el procedimiento de elección para la población pediátrica con valvulopatía aórtica no reparable. Debemos tener claras las indicaciones de la operación de Ross en los pacientes con IAo grave.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Lacour-Gayet F, Saber H, Ntala Koura K, et al. Ross-Konno procedure in neonates: report of three patients. *Ann Thorac Surg.* 2004;77:2223-5.
2. Al-Halees Z, Pieters F, Qadoura F, Shahid M, Al-Amri M, Al-Fadley F. The Ross procedure is the procedure of choice for congenital aortic valve disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002;123:437-41.
3. Ross DN. Replacement of the aortic and mitral valves with a pulmonary autograft. *Lancet.* 1967;2:956-8.
4. Ohye RG, Gómez CA, Ohye BJ, Goldberg CS, Bove EL. The Ross-Konno procedure in neonates and infants: intermediate-term survival and autograft function. *Ann Thorac Surg.* 2001;72:823-30.
5. Ross D, Jackson M, Davies J. Pulmonary autograft aortic valve replacement: long-term results. *J Card Surg.* 1991;6:529-33.
6. Stelzer P, Weintrauch S, Tranbaugh RF. Ten years of experience with the modified Ross procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1998;115:1091-100.
7. Elkins RC, Knott-Craig CJ, Ward KE, Lane MM. The Ross operation in children: 10 years experience. *Ann Thorac Surg.* 1998;65:496-502.
8. Elkins RC, Knott-Craig CJ, Ward KE. Pulmonary autograft in children: realized growth potential. *Ann Thorac Surg.* 1994;57:1387-94.
9. Solowiejczyk DE, Boullon F, Apfel HD. Serial echocardiographic measurements of the pulmonary autograft in the aortic valve position after Ross operation in a pediatric population using normal pulmonary artery dimensions as the reference standard. *Am J Cardiol.* 2000;85:119-23.
10. Elkins RC, Lane MM, McCue C. Pulmonary autograft reoperation: incidence and management. *Ann Thorac Surg.* 1996;62:450-5.
11. Hokken RB, Bogers AJJ, Taams MA. Does the pulmonary autograft in the aortic position in adults increase in diameter? An echocardiographic study. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1998;113:667-74.
12. Tantengco MVT, Humes RA, Clapp SK. Aortic root dilation after the Ross procedure. *Am J Cardiol.* 1999;83:915-20.
13. David TE, Omran A, Ivanov J. Dilation of the pulmonary autograft after Ross procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2000;119:210-20.
14. Colvee E, Hurle JM. Maturation of the extracellular material of the semilunar heart valve in the mouse. A histochemical analysis of collagen and mucopolysaccharides. *Anat Embryol.* 1981;162:343-52.
15. Laudito A, Brook MM, Suleman BS, Bleiweie MS, Thompson LD, Hanley FL. The Ross procedure in children and young adults: a word of caution. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2001;122:147-53.
16. David T, Omran A, Ivanov J, et al. Dilation of the pulmonary autograft after the Ross procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2000;119:210-20.
17. Stewart RD, Backer CL, Hillman ND, Lundt C, Mavroudis C. The Ross operation in children: effects of aortic annuloplasty. *Ann Thorac Surg.* 2007;84:1326-30.
18. Hraska V, Krajci M, Haun C, Ntalakoura K, Razek V, Lacour-Gayet F. Ross and Ross-Konno procedure in children and adolescents: mid-term results. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2004;25:742-7.
19. Kadner A, Raisky O, Degandt A, et al. The Ross procedure in infants and young children. *Ann Thorac Surg.* 2008;85:803-8.
20. Pasqualli SK, Shera D, Wernovsky G, et al. Midterm outcomes and predictors of reinterventions after the Ross procedure in infants, children, and young adults. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;133:893-9.
21. Tweddell JS, Pelech AN, Frommelt PC. Factors affecting longevity of homograft valves used in right ventricular outflow tract reconstruction for congenital heart disease. *Circulation.* 2000;102 Suppl III:130-5.