Neoválvula pulmonar en la corrección del Fallot con parche transanular

Juan-Miguel Gil-Jaurena[a], Manuel Ferreiros[a], Rafael Castillo[a], Lourdes Conejo[b], Victorio Cuenca[b] y Juan-Ignacio Zabala[b]

[a]Cirugía Cardiaca. Hospital Materno-Infantil Carlos Haya. Málaga. España.
[b]Cardiología Pediátrica. Hospital Materno-Infantil Carlos Haya. Málaga. España.

Introducción y objetivos. Presentamos nuestra experiencia inicial en la implantación de válvula pulmonar según técnica de Nunn, asociada al parche transanular, en la corrección completa de la tetralogía de Fallot.

Métodos. Se intervino a 21 pacientes entre septiembre de 2008 y febrero de 2010. Intervalo de edad, 7 meses-15 años (mediana, 12 meses). Peso de 6,8-44 kg (mediana, 10 kg). Cuatro pacientes presentaban fístula paliativa; en dos se asociaba el diagnóstico de canal completo. El parche transanular (pericardio autólogo curtido) se acompañó de implantación previa de válvula monocúspide de PTFE de 0,1 mm de grosor, mediante fijación posterior. Se realizó ecografia transesofágica, presiones intraoperatorias y ecografía antes del alta.

Resultados. No hubo mortalidad. Un paciente presentó CIV residual que precisó reintervención. Por ecografía, el gradiente máximo atribuible a la válvula de PTFE es de 25 mmHg, y la insuficiencia es ligera en 19 casos y moderada en 2 (primero y segundo de la serie).

Conclusiones. Los resultados iniciales del parche transanular con válvula monocúspide modificada en reconstrucción del tracto de salida de Fallot son prometedores (regurgitación ligera, gradiente escaso). Es preciso un seguimiento a medio-largo plazo para confirmar estos resultados y compararlos con otras técnicas.

Palabras clave: *Tetralogía de Fallot. Parche transanular. Válvula pulmonar. Gradiente. Insuficiencia.*

Use of a Pulmonary Neovalve With a Transannular Patch for Repair of Tetralogy of Fallot

Introduction and objectives. To report on our initial experience with the implantation of a pulmonary valve using Nunn's technique in association with a transannular patch for the complete repair of the tetralogy of Fallot.

Methods. In total, 21 patients were treated between September 2008 and February 2010. Their ages ranged from 7 months to 15 years (median 12 months) and weights from 6.8 kg to 44 kg (median 10 kg). Four patients had previously undergone palliative shunt placement; in two, it was associated with the diagnosis of a complete atrioventricular septal defect. Use of the transannular patch (treated autologous pericardium) was preceded by implantation of a 0.1-mm polytetrafluoroethylene (PTFE) monocusp valve using posterior fixation. Intraoperative transesophageal echocardiography and pressure gradient measurement were carried out, and echocardiography was repeated before discharge.

Results. No deaths were recorded. One patient had a residual ventricular septal defect that required reintervention. Echocardiography showed that the maximum gradient across the PTFE valve was 25 mmHg. Regurgitation was mild in 19 cases and moderate in 2 (the first and second in the series).

Conclusions. Initial results using a transannular patch with a modified monocusp valve to repair the outflow tract in the tetralogy of Fallot were promising: there was only a slight pressure gradient and mild regurgitation. A medium- or long-term follow-up study is required to confirm these findings and to compare them with results obtained using other techniques.

Key words: *Tetralogy of Fallot. Transannular patch. Pulmonary valve. Gradient. Regurgitation.*

Full English text available from: www.revespcardiol.org

Correspondencia: Dr. J.M. Gil-Jaurena.
Jefe Sección Cirugía Cardiaca Infantil. Hospital Materno-Infantil Carlos Haya.
Arroyo de los Ángeles, s/n. 29011 Málaga. España.
Correo electrónico: giljaurena@gmail.com

Recibido el 23 de marzo de 2010.
Aceptado para su publicación el 16 de junio de 2010.

ABREVIATURAS

CIV: comunicación interventricular.
ETE: ecografía transesofágica
IP: insuficiencia pulmonar.
PTA: parche transanular.
PTFE: politetrafluoroetileno expandido.
TF: tetralogía de Fallot.

INTRODUCCIÓN

La ampliación del tracto de salida es un concepto básico en la corrección quirúrgica de cardiopatías con obstrucción ventricular derecha, como la tetralogía de Fallot (TF). En los casos que precisan ampliación anular surge el dilema de la incompetencia valvular pulmonar (IP). La combinación de ventriculotomía y regurgitación pulmonar implica el deterioro de la función ventricular derecha y aparición de arritmias a largo plazo[1]. Distintos métodos de implantación valvular (prótesis mecánicas o biológicas) o conductos valvulados (homoinjertos y xenoinjertos) solucionan el problema de insuficiencia pulmonar a corto-medio plazo, a la vez que resuelven la obstrucción de salida derecha[2-9]. Sin embargo, la naturaleza biológica de éstos anticipa su degeneración tisular y consiguiente estenosis-insuficiencia con el tiempo.

Un método simple de obtener competencia pulmonar (en los casos que precisan parche transanular [PTA] durante su corrección quirúrgica) es la implantación de una válvula monocúspide realizada con material de politetrafluoroetileno expandido (PTFE). Durante el postoperatorio inmediato facilita la recuperación y su función puede persistir a medio-largo plazo. En otros estudios, con válvulas monocúspides de pericardio, su utilidad ha sido cuestionada incluso a corto-medio plazo[3,7]. Se han descrito varias modificaciones técnicas en la implantación quirúrgica de válvulas PTFE en posición pulmonar[2,5-8,10,11]. Presentamos nuestra experiencia inicial con la modificación propuesta por Nunn et al[10] en 2008.

MÉTODOS

Recogemos a 21 pacientes consecutivos desde septiembre de 2008 hasta febrero de 2010 que precisaron ampliación del tracto de salida derecho con parche transanular. Incluye a 19 con Fallot y 2 con canal auriculoventricular completo con Fallot. Cuatro de ellos recibieron tratamiento paliativo previo con fístula sistémico-pulmonar de PTFE por toracotomía derecha. La edad osciló entre 7 meses y 15 años, con una mediana de 12 meses. El intervalo de peso varió entre 6,8 y 44 kg, con una mediana de 10 kg.

Tras la corrección quirúrgica, se realizó ecografía transesofágica (ETE) con sonda pediátrica omniplana para determinar la morfología del infundíbulo y el grado de insuficiencia pulmonar, que se clasificó en leve, moderada o grave[12]. En la mayor parte de los casos, no se analizó el gradiente por la dificultad de alinear el tracto de salida del ventrículo derecho. Las presiones se determinaron por punción directa de ventrículo izquierdo y derecho. En todos los pacientes se realizó una ecocardiografía antes del alta para determinar el gradiente pulmonar y el grado de insuficiencia neovalvular pulmonar (tabla 1).

Técnica quirúrgica: tras el cierre transauricular de la comunicación interventricular (CIV) y despinzamiento aórtico, se procede a ampliar el tracto de salida con parche transanular (fig. 1). Tres puntos de presentación facilitan la exposición y permiten desarrollar la técnica a corazón latiendo. El material utilizado para la neoválvula pulmonar es PTFE de 0,1 mm de grosor, con la forma de un sector circular de 90°-120°, cuyo radio equivale a la distancia entre la comisura de la válvula pulmonar nativa y el vértice inferior de la ventriculotomía[10]. Su apariencia, similar a un abanico (fig. 1A), ofrece un borde libre muy redundante (en comparación con las válvulas monocúspides clásicas[2]) que es su aspecto más característico. El punto central del borde libre (circular) se sutura a la cara posterior de la arteria pulmonar nativa, en el plano comisural (fig. 1B). El vértice del parche se anuda al vértice de la ventriculotomía y los dos extremos de la sutura se utilizan para unir los lados rectos del parche con ambos bordes de la ventriculotomía (fig. 1C). Finalmente, el parche transanular (de pericardio autólogo tratado con glutaraldehído) se fija a los bordes mediante una sutura independiente (fig. 1D), y de este modo se cubre la neoválvula pulmonar (fig. 2).

RESULTADOS

La ecografía intraoperatoria mostró insuficiencia ligera en 19 casos y moderada en 2 (primero y segundo de nuestra serie). El grado de insuficiencia pulmonar no se modificó en la ecografía realizada antes del alta. Asimismo, el gradiente residual en el tracto de salida osciló entre 0 y 25 mmHg (tabla 1), excepto en 2 casos que resultó de 50 mmHg (segundo de la serie, con hipoplasia de ramas, y cuarto de la serie, de 15 años y ventrículo derecho muy restrictivo con estenosis dinámica).

Un paciente (cuarto de la serie) presentó una comunicación interventricular residual (etiquetada como mínima en el postoperatorio inmediato) y fue reintervenido 6 meses después de la corrección. En un catete-

TABLA 1. **Análisis de los pacientes con tetralogía de Fallot (TF)**

Casos	Edad	Peso (kg)	Diagnóstico	VI/VD	Insuf. P ETE	Gradiente ETT al alta
1	9 meses	7,3	TF	70/40	Moderada	0
2	19 meses	8,9	TF, BTMD	100/70	Moderada	50
3	10 meses	10	TF	85/40	Ligera	0
4	15 años	44	TF	115/85	Ligera	50
5	3 años	11,3	TF	75/60	Ligera	15
6	11 meses	10,2	TF	95/55	Ligera	20
7	11 meses	10	TF	95/55	Ligera	25
8	15 meses	8,4	TF	75/50	Ligera	25
9	17 meses	8,3	CAV, TF, BTMD	80/35	Ligera	15
10	11 meses	6,8	TF	80/30	Ligera	25
11	14 años	44	TF	100/60	Ligera	20
12	23 meses	12,8	TF	85/50	Ligera	20
13	25 meses	9	TF, BTMD	80/35	Ligera	15
14	19 meses	10	TF, BTMD	80/60	Ligera	25
15	12 meses	10	TF	100/40	Ligera	25
16	9 meses	8	TF	75/40	Ligera	20
17	4 años	19	TF	75/40	Ligera	25
18	12 meses	8,6	TF	75/50	Ligera	25
19	11 meses	10	TF	75/30	Ligera	20
20	7 meses	10,5	TF	95/45	Ligera	20
21	11 meses	10	CAV, TF	100/50	Ligera	15

Edad y peso de los pacientes: mediana, 12 meses; 10 kg.
BTMD: fístula; CAV: canal auriculoventricular; ETT: ecografía transtorácica; Insuf. P ETE: insuficiencia pulmonar determinada por ecografía transesofágica.

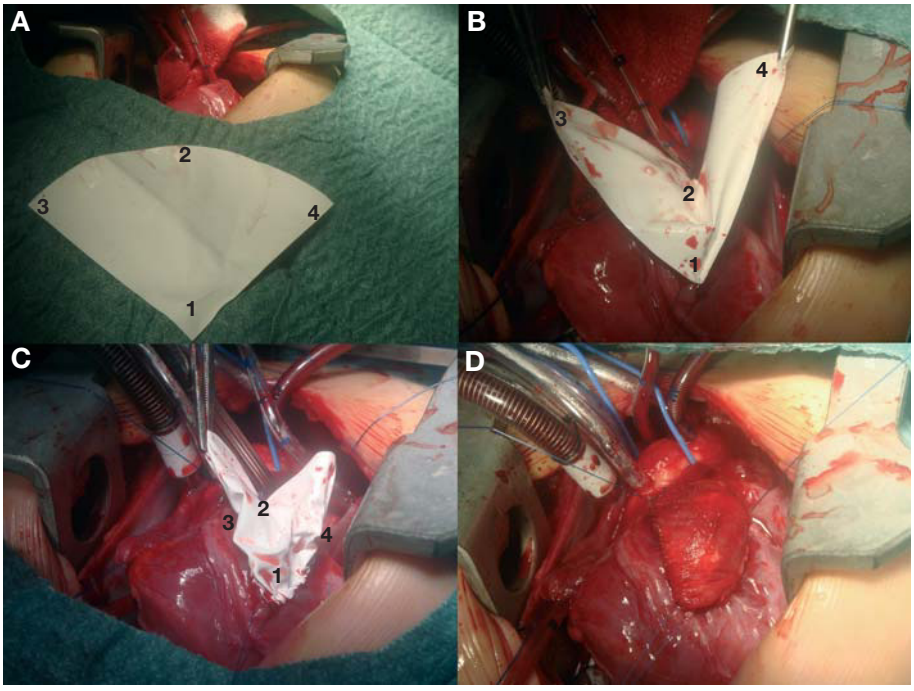

Fig. 1. A: parche de politetrafluoroetileno expandido (PTFE) en forma de «abanico». B: sutura de vértice del parche (1) y punto central del borde curvo (2). C: sutura de ambos bordes rectos del parche con los de la ventriculotomía (3,4). D: parche transanular de pericardio autólogo (que cubre la válvula de PTFE).

rismo previo se objetivó una insuficiencia neopulmonar mínima, que fue ligera por ecografía (fig. 3).

DISCUSIÓN

Actualmente, los resultados inmediatos de la cirugía del Fallot se consideran excelentes, con independencia del momento y la técnica quirúrgica[1,2,13]. El parche transanular produce insuficiencia pulmonar indefectiblemente. La fisiopatología consecuente es bien tolerada durante largo tiempo en la mayoría de los pacientes, aunque algunos presentan eventualmente fallo ventricular derecho.

El cambio brusco de la sobrecarga de presión a la sobrecarga de volumen asociado a la ventriculotomía puede afectar, además, de manera aguda en

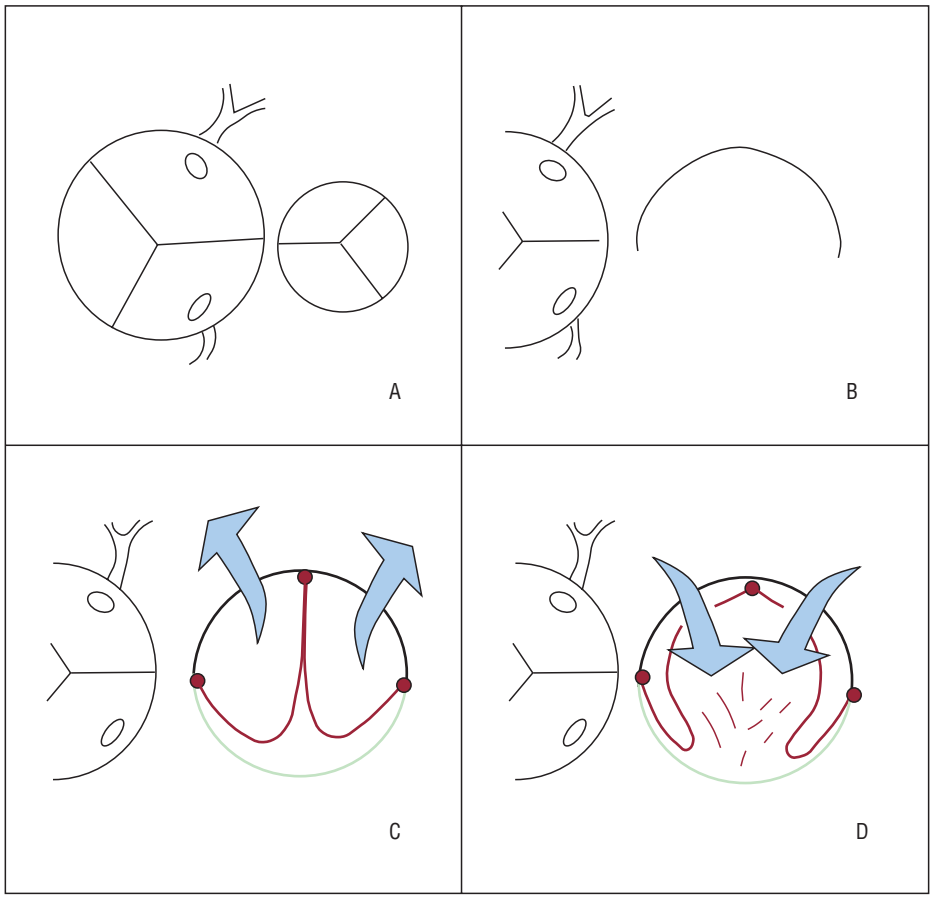

Fig. 2. A: tamaños relativos de aorta y pulmonar en Fallot. B: arteria pulmonar abierta y puesta a plano. C: válvula de politetrafluoroetileno expandido (PTFE) —rojo— fijada en punto central y bordes (forma de «3») con parche transanular (verde) en sístole (flechas, en azul). D: válvula de PTFE (rojo) en diástole (flechas, en azul), que se desplaza hacia el perímetro de la neoarteria pulmonar (arteria nativa —negro— más parche de pericardio —verde—).

el postoperatorio inmediato[1]. El interés por conseguir un mecanismo valvular pulmonar en la corrección de la tetralogía de Fallot es, pues, doble: mejor recuperación en el postoperatorio inmediato e, idealmente, mantenimiento de la competencia valvular a medio-largo plazo.

Una de las ventajas de la elaboración *in situ* del material quirúrgico es la posibilidad de modificarlo a medida. En nuestro caso, esto es aplicable a la forma y las dimensiones tanto del parche transanular como de la neoválvula pulmonar de PTFE. La fijación del punto central del borde curvo al plano comisural de la válvula pulmonar nativa obedece a la lógica de reproducir un anclaje para optimizar el mecanismo de cierre[10]. Así el radio de la neoválvula debe ser, como mínimo, igual a la distancia entre dicho plano (inmediatamente inferior a la bifurcación pulmonar) y el vértice de la ventriculotomía. Más discutible es el cálculo de la cuerda (borde libre curvo) y consiguiente ángulo del sector circular. Podemos aplicar fórmulas simples de trigonometría en función del diámetro que buscamos obtener con la ampliación tras el parche transanular, longitud total del parche, restar el tejido consumido con las líneas de sutura, etc. En la práctica, un sector circular con ángulo próximo a los 120° ofrece resultados correctos en nuestra serie y otras[10]. Por otro lado, el aspecto «excesivamente» redundante puede hacer temer un problema de obstrucción, hecho que no se ha producido debido a la elasticidad del material tan fino (0,1 mm) utilizado y que no precisa antiagregación plaquetaria[10,11].

Mecanismo valvular: la fijación distal de la neoválvula adquiere la forma de «3» o doble bóveda, asemejando su funcionamiento a una prótesis bivalva con orientación espacial anteroposterior (a diferencia de la monocúspide clásica[2], con orientación derecha-izquierda). Es, precisamente, la configuración bivalva lo que causa que el desplazamiento centro-periferia del borde libre sobre el perímetro de la arteria pulmonar (ampliada con el parche transanular) tenga lugar en la mitad de tiempo que las monocúspides clásicas (en las primeras equivale al radio, en las segundas equivale al diámetro). Este mecanismo optimiza la apertura y el cierre de la neoválvula en sístole y diástole, respectivamente[10] (fig. 2).

Dado el elevado perfil de la válvula (desde el vértice de la ventriculotomía hasta prácticamente la bifurcación pulmonar), se produce un fenómeno de «regurgitación contenida» (que no insuficiencia) semejante al de los senos de Valsalva. Una medición

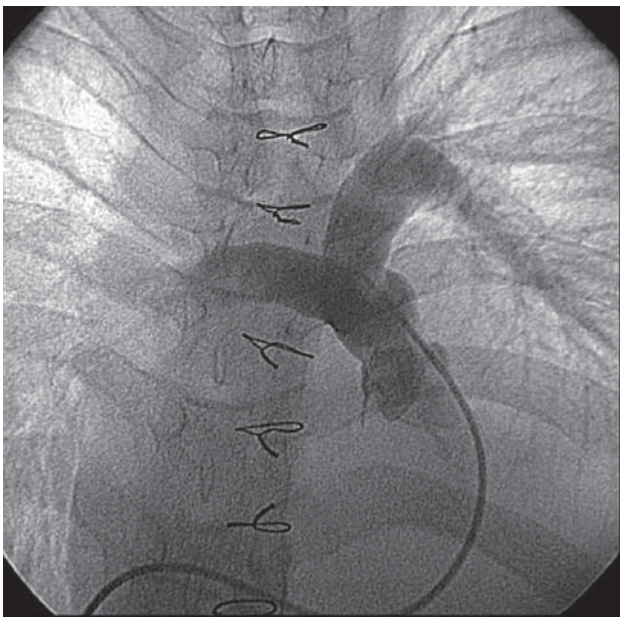

Fig. 3. Arteriografía pulmonar con mínima regurgitación.

ecográfica en el origen de las ramas pulmonares mostrará cierto grado de insuficiencia, pero no así en el infundíbulo. Esto puede explicar la discrepancia entre la insuficiencia ligera (por ecografía) y trivial (por cateterismo) para el mismo paciente reoperado en nuestra serie (fig. 3). Si la ecografía sobrestima el grado de insuficiencia en estos casos queda fuera del objetivo de este trabajo.

La técnica de implantación es sencilla y consume poco tiempo. Como norma, la efectuamos tras despinzar la aorta y revisar la sutura subaórtica de la CIV, cerrada previamente por vía transauricular. Tres puntos de presentación (vértice de ventriculotomía y ambos extremos del anillo pulmonar) ayudan a estabilizar el campo, aunque el corazón esté latiendo. Si se precisa ampliar la arteria pulmonar izquierda, fijamos los puntos distales del parche transanular previamente al despinzamiento; después se procede con la técnica descrita.

Habida cuenta de la necesidad de implantar un parche transanular (en los casos que lo precisen), es frecuente la tendencia a sobredimensionarlo, obteniendo un perímetro de la neoarteria pulmonar mayor del necesario (equivalente al de la aorta). En buena lógica, esto nos permite implantar una neoválvula pulmonar igualmente sobredimensionada. La duración de la competencia valvular será mayor en el tiempo cuanto mayor sea su tamaño en el momento de implantarla. Cabría plantearse la posibilidad de implantación definitiva en los casos de insuficiencia pulmonar posquirúrgica en adultos jóvenes[10,11,13].

Los autores no pretenden más que describir su experiencia inicial en la variante técnica descrita por Nunn et al[10] en términos de complejidad, reproducibilidad y resultados inmediatos. El seguimiento tardío de la serie confirmará la duración de la competencia valvular (idealmente, con estudios de resonancia magnética). El trabajo de Nunn et al[10] muestra unos resultados tardíos excelentes, con un 93% e insuficiencia pulmonar trivial o leve tan sólo (frente al 50% del grupo de Indianápolis[2]). El reto es interesante.

CONCLUSIONES

La implantación del parche transanular con válvula monocúspide modificada en reconstrucción del tracto de salida para la corrección completa de la tetralogía de Fallot es sencilla y reproducible. Los resultados iniciales son prometedores, en términos de regurgitación ligera y gradiente escaso, tanto en el registro intraoperatorio como en el postoperatorio inmediato. Es preciso un seguimiento a medio-largo plazo para confirmar estos resultados y compararlos con los de otras técnicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anagnostopoulos P, Azakie A, Natarajan S, Alphonso N, Brook M, Karl T. Pulmonary valve cusp augmentation with autologous pericardium may improve early outcome for tetralogy of Fallot. J Thorac Cardiovasc Surg. 2007;133:640-7.
2. Turrentine MW, McCarthy RP, Vijay P, McConnell KW, Brown JW. PTFE monocusp valve reconstruction of the right ventricular outflowtract. Ann Thorac Surg. 2002;73:871-80.
3. Gundry SR, Razzouk AJ, Boskind JF, Bansal R, Bailey LL. Fate of the pericardial monocusp pulmonary valve for right ventricular outflow tract reconstruction. Early function, late failure without obstruction. J Thorac Cardiovasc Surg. 1994;107:908-12.
4. Roughneen PT, DeLeon SY, Parvathaneni S, Cett F, Eidem B, Vitullo DA. The pericardial membrane pulmonary monocusp: surgical technique and early results. J Card Surg. 1999;14:370-4.
5. Yamagishi M, Kurosawa H. Outflow reconstruction of tetralogy of Fallot using a Gore-Tex valve. J Thorac Cardiovasc Surg. 1996;112:33-7.
6. Iemura J, Oku H, Otaki M, Kitayama H. Expanded polytetrafluoroethylene monocuspid valve for right ventricular outflow tract reconstruction. J Thorac Cardiovasc Surg. 2007;133:640-7.
7. Bigras JL, Boutin C, McCrindle BW, Rebevka IM. Short term effect of monocuspid valves on pulmonary insufficiency and clinical outcome after surgical repair of tetralogy of Fallot. J Thorac Cardiovasc Surg. 1996;112:33-7.
8. Bechtel JF, Lange PE, Sievers HH. Optimal size of a monocusp patch for reconstruction of a hypoplastic pulmonary root: an experimental study in pigs. Eur J Cardiothorac Surg. 2005;27:807-14.
9. Koh M, Yagihara T, Uemura H, Kagisaki K, Hagino I, Ishizaka T, et al. Long term outcome of right ventricular outflow tract reconstruction using a hand made tri-leaflet conduit. Eur J Cardiothorac Surg. 2005;27:807-14.

10. Nunn GR, Bennetts J, Onikul E. Durability of hand-sewn valves in the right ventricular outlet. J Thorac Cardiovasc Surg. 2008;136:290-7.
11. Quintessenza JA, Jacobs JP, Morell VO, Giroud JM, Boucek RJ. Initial experience with a bicuspid polytetrafluoroethylene pulmonary valve in 41 children and adults: a new option for right ventricular outflow tract reconstruction. Ann Thorac Surg. 2005;79:924-31.
12. Zoghbi WA, Enriquez-Sarano M, Foster E, Grayburn PA, Kraft CD, Levine RA, et al. American Society of Echocardiography. Recommendations for evaluation of the severity of native valvular regurgitation with two-dimensional and Doppler echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 2003;16:777-802.
13. Perich R, Albert DC, Zabala JI, Malo P. Temas de actualidad en cardiología pediátrica y cardiopatías congénitas. Rev Esp Cardiol. 2008;61 Supl 1:15-26.