



CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA - PRESENTACIÓN DE CASOS

## Implantación de *stent* en neonatos y lactantes menores con cardiopatía congénita cianosante *ductus* dependiente

Juan P. Rojas<sup>a,\*</sup>, Ernesto Vallejo<sup>b</sup>, Alfonso Valencia<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Libre Seccional, Cali, Colombia

<sup>b</sup>Servicio de Cardiología Pediátrica, Centro Médico Imbanaco, Cali, Colombia

Recibido el 26 de febrero de 2013; aceptado el 24 de enero de 2014

### PALABRAS CLAVE

*Stent* ductal;  
Cardiopatía  
cianosante;  
*Ductus* dependiente

### Resumen

**Introducción:** Los pacientes con cardiopatía congénita cianosante *ductus* dependiente, requieren de su permeabilidad para garantizar el flujo al sistema pulmonar o al sistémico.

En casos de permeabilidad del *ductus* arterioso, la implantación de un *stent* ductal mejora la sobrevida del paciente y acarrea complicaciones mínimas.

**Objetivos:** General: caracterizar neonatos y lactantes menores con cardiopatía congénita cianosante *ductus* dependiente tratados con la implantación de *stent* ductal. Específicos: determinar la morbilidad y mortalidad en neonatos y lactantes menores con cardiopatía congénita cianosante *ductus* dependiente, tratados con implantación de *stent* ductal.

**Materiales y métodos:** Se incluyeron 37 pacientes recién nacidos con cardiopatía congénita cianosante *ductus* dependiente tratados con implantación de *stent* ductal, entre el 1.º de enero de 2008 al 31 de diciembre de 2012 (5 años), en Cali, Colombia.

**Resultados:** La implantación del *stent* ductal fue exitosa en 26 pacientes; uno falleció inmediatamente después del procedimiento. No hubo complicaciones mayores durante el procedimiento de implantación del *stent*.

Diez pacientes fueron sometidos a cirugía de Blalock-Taussig modificada después de la implantación fallida del *stent* ductal.

**Conclusiones:** La implantación del *stent* ductal se convierte en una herramienta importante en el paciente con cardiopatía congénita cianosante *ductus* dependiente ya que ofrece menor tasa de morbilidad y mortalidad.

© 2013 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: juanpa8506@hotmail.com (J.P. Rojas).

**KEYWORDS**

Ductal stent;  
Cyanotic heart  
disease;  
Ductus dependent

## Stent implantation in neonates and young infants with ductus-dependent cyanotic congenital heart disease

**Abstract**

**Introduction:** Patients with ductus-dependent cyanotic congenital heart disease require its permeability to ensure the flow to the pulmonary or systemic system.

In cases of ductus arteriosus patency, the implantation of a ductal stent improves patient survival and carries minimal complications.

**Objectives: General:** characterize neonates and young infants with ductus-dependent cyanotic congenital heart disease treated with ductal stent implantation. **Specific:** To determine the morbidity and mortality in neonates and young infants with ductus-dependent cyanotic congenital heart disease treated with ductal stent implantation.

**Materials and Methods:** 37 newborn patients with ductus-dependent congenital cyanotic heart disease treated with ductal stent implantation, from January 1, 2008 to December 31, 2012 (5 years) in Cali, Colombia, were included.

**Results:** Ductal stent implantation was successful in 26 patients; one died immediately after the procedure. There were no major complications during stenting procedure.

Ten patients underwent modified Blalock-Taussig surgery after failed ductal stent implantation. **Conclusions:** Ductal stent implantation becomes an important tool in patients with ductus-dependent cyanotic congenital heart disease as it offers lower morbidity and mortality rate.

© 2013 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

Las cardiopatías congénitas cianosantes (CCC) son un diagnóstico frecuente y complejo en la niñez. De estas se destacan las dependientes de la circulación pulmonar a través del *ductus* arterioso persistente (DAP), las cuales necesitan un tratamiento urgente en los primeros días de vida para asegurar el flujo sanguíneo pulmonar antes del cierre ductal<sup>1</sup>.

La implantación de un *stent* ductal y *shunts* quirúrgicos son los procedimientos que más se realizan en niños que no tienen otra fuente efectiva arterial pulmonar como la del DAP. La persistencia de éste a través del *stent*, es tan eficaz como la cirugía de Blalock-Taussig modificada (MBTS)<sup>2</sup>.

Desde 1992 la implantación de *stent* ha ganado amplia aceptación como una alternativa fiable, que se considera tan segura y eficaz como la cirugía MBTS en pacientes de alto riesgo. Ofrece, además, las ventajas potenciales de la eliminación de la necesidad de cirugía paliativa, con la cual se reduce el número de operaciones y se optimiza el tiempo de la corrección quirúrgica definitiva<sup>3-5</sup>.

En los pacientes con diagnóstico de CCC, puede ocurrir cianosis por dos razones: el flujo sanguíneo a los pulmones es insuficiente o gran cantidad de sangre desoxigenada es bombeada hacia el cuerpo sin haber sido oxigenada en la circulación pulmonar. En estos casos la sangre oxigenada nuevamente es bombeada hacia los pulmones<sup>5</sup>.

Los defectos en los que se implanta un *stent* en el conducto arterial incluyen: atresia pulmonar con septo íntegro, estenosis pulmonar severa y defectos complejos asociados con reducción del flujo sanguíneo pulmonar<sup>6,7</sup>.

Un *stent* en el *ductus* arterial es tan eficaz como la cirugía de MBTS en la promoción de un crecimiento global de la arteria pulmonar. Además, se asegura una distribución

uniforme del flujo sanguíneo pulmonar, promoviendo así un desarrollo vascular pulmonar mayor que el que provee la cirugía MBTS en las cardiopatías congénitas cianosantes *ductus* dependientes<sup>8</sup>.

La cirugía MBTS se realiza principalmente como una operación paliativa en la CCC con reducción del flujo sanguíneo pulmonar antes de la cirugía definitiva. A pesar de una experiencia de más de 50 años con la cirugía MBTS, ésta tiene todavía alta morbilidad y mortalidad, especialmente en los recién nacidos y en la primera infancia<sup>9-12</sup>. En esta última, parece razonable mantener el DAP en lugar de intervenir quirúrgicamente. En 1992 Gibbs y colaboradores<sup>13</sup> describieron por primera vez el mantenimiento de la permeabilidad del DAP con la implantación del *stent* durante el cateterismo cardíaco.

En el artículo que se publica en este número de la revista se reporta y se compara con la literatura mundial, el manejo con implantación del *stent* ductal como herramienta útil e importante a utilizar en el paciente con cardiopatía cianosante *ductus* dependiente, como alternativa al tratamiento quirúrgico tradicional, con menor tasa de complicaciones, morbilidad y mortalidad.

## Métodos y materiales

Se trataron 37 pacientes recién nacidos con cardiopatía congénita cianosante *ductus* dependiente con implantación de *stent* ductal durante el 1.º de enero de 2008 y el 31 diciembre de 2012 (5 años), en el Centro Médico Imbanaco de Cali, Colombia.

Previo al cateterismo se realizaron exámenes ecocardiográficos bidimensionales y Doppler en todos los pacientes. El procedimiento de implantación del *stent* en el *ductus* ar-

terioso fue aprobado por el comité ético del Centro Médico Imbanaco. Así mismo, se obtuvo el consentimiento informado de los padres de todos los pacientes.

Las cirugías cardíacas se llevaron a cabo en casos de extrema tortuosidad del *ductus* arterioso, en presencia de alguna anomalía en las ramas pulmonares (estenosis, obstrucciones) o cuando se preveía un apoyo a largo plazo de la circulación pulmonar con una reparación quirúrgica planeada con conductos protésicos.

### Criterios de inclusión

- Pacientes recién nacidos y lactantes menores con cardiopatía congénita cianosante *ductus* dependiente manejados con implantación de *stent* ductal.
- Disponibilidad de la angiografía pulmonar, antes de los procedimientos paliativos y sobre un período de seguimiento.

### Criterios de exclusión

En este estudio no hubo criterios de exclusión.

### Procedimiento

La implantación del *stent* se realizó bajo anestesia general. La infusión de prostaglandina se detuvo una hora antes del procedimiento para lograr una constricción ductal estable y sujetar el *stent* después de su despliegue.

Parámetros hemodinámicos, como la presión sanguínea arterial y la saturación de oxígeno aórtico, se midieron antes y después de la implantación del *stent*. El acceso vascular arterial se utilizó para la imagen del *ductus* arterioso y para llevar a cabo el procedimiento de implantación del *stent*. La morfología del *ductus* arterioso, con el tamaño y longitud, se evaluaron en varias vistas angiográficas; para las mediciones se tomó el catéter como referencia.

Después de la visualización del *ductus* arterioso, se pasó una guía coronaria de 0,25 mm a través de éste hasta posicionarla en una rama del lóbulo distal inferior de la arteria pulmonar izquierda o derecha. El posicionamiento y despliegue de la implantación del *stent* se guiaron mediante angiografía por inyecciones repetidas a través de catéteres guías coronarios.

La longitud del *stent* se eligió de modo que éste cubriera toda la amplitud del ducto, mientras que el diámetro del *stent* se diseñó de forma individual, sobre la base del tamaño del *ductus* del paciente. Después del despliegue del *stent* se realizaron angiografías de repetición en varias proyecciones con el objetivo de excluir cualquier cubierta incompleta del *ductus* arterioso, así como para evaluar cualquier potencial estenosis de la AP.

Se define implantación exitosa del *stent* ductal, a todo procedimiento en el cual el *stent* ductal tiene permeabilidad completa con flujo adecuado hacia las ramas pulmonares, comprobado por medio de angiografía, asociado a niveles de saturación de oxígeno (saturación) por encima del 65%.

El seguimiento se realizó mediante exploración clínica, medición del pulso oximétrico y ecocardiograma inmediatamente después de la implantación del *stent* y cada 48 horas hasta el momento del egreso de la hospitalización.

### Resultados

La implantación del *stent* ductal fue exitosa en 26 pacientes. La edad de éstos varió entre 1 y 90 días con un promedio de 28 días; un paciente tenía 330 días de edad. El peso osciló entre 1,9 kilos y 5 kilos con un promedio de 3,4 kilos; el paciente de 330 días de edad tenía un peso de 11 kilos. Un paciente falleció inmediatamente después del procedimiento a una edad de 4 días y peso de 2,5 kilos. No hubo otras complicaciones mayores durante el procedimiento de implantación de los *stent*.

De los 37 pacientes sometidos a la implantación del *stent* hubo 10 fallecimientos hospitalarios en total. Un paciente falleció inmediatamente después del procedimiento, 4 ocurrieron entre 2 y 14 días después de la implantación del *stent* (2 por sepsis, 1 por falla renal aguda, 1 por falla ventricular severa) y 5 posteriores a la cirugía MBTS. De estos últimos 5 pacientes, 2 fallecieron por disfunción miocárdica severa y 3 por arritmias (2 por taquicardia supraventricular y 1 por actividad eléctrica sin pulso). 10 pacientes fueron sometidos a cirugía MBTS después de la implantación fallida del *stent* ductal con edad promedio de  $25 \pm 10,9$  días y peso promedio de  $3,4 \pm 0,5$  kilos.

Las muertes según patología fueron: 8 pacientes con cardiopatía congénita compleja atresia/estenosis pulmonar y 1 paciente con tetralogía de Fallot. La edad promedio de los fallecidos fue de  $20 \pm 13,5$  días y peso promedio  $3,1 \pm 0,6$  kilos.

La longitud promedio del *stent* fue de  $17 \pm 5,2$  mm (8 a 30 mm) y el diámetro de  $5 \pm 1,3$  mm (3,5 a 10 mm). El tiempo promedio del procedimiento fue de 60 minutos (rango 30 a 130 minutos) y el tiempo medio de fluoroscopia fue de 20 minutos (rango de 8 a 40 minutos).

La hospitalización promedio después de la implantación del *stent* ductal fue de 6 días.

Los datos demográficos y clínicos de los pacientes incluidos en este estudio se resumen en la tabla 1.

### Discusión

Los pacientes con conducto dependiente de la circulación pulmonar necesitan un tratamiento urgente en los primeros días de vida para asegurar el flujo sanguíneo pulmonar antes del cierre ductal. La prostaglandina E1 en infusión generalmente es eficaz en el mantenimiento de la permeabilidad del DAP. Después de lograr la permeabilidad del *ductus* arterioso, la implantación de un *stent* puede reducir la estancia hospitalaria y ser una alternativa a la cirugía de MBTS con mínimas complicaciones<sup>13</sup>.

La implantación de un *stent* ductal y *shunts* quirúrgicos son los procedimientos que más se realizan en pacientes que no tienen otra fuente efectiva arterial pulmonar que el *ductus* arterioso. La persistencia de este último a través del *stent*, es tan eficaz como la cirugía de MBTS en la promoción del crecimiento global de la arteria pulmonar en las cardiopatías congénitas *ductus* dependientes<sup>14-16</sup>.

A pesar de las tendencias actuales hacia la reparación primaria temprana, la derivación quirúrgica sistémico-pulmonar todavía es una opción paliativa invaluable en algunos recién nacidos de alto riesgo con cardiopatías congénitas *ductus* dependiente, que tienen probabilidades de lograr una reparación biventricular y en todos aquellos con fisiolo-

Tabla 1 Datos demográficos y clínicos de los pacientes	
Implantación del <i>stent</i> ductal (n = 27)	
Edad (días)	Entre 1 y 90 días con un promedio de 28 días
Peso (kilos)	Entre 1,9 kilos y 5 kilos con un promedio de 3,4 kilos
<b>Malformación cardiaca</b>	
Tetralogía de Fallot	3
Atresia pulmonar con <i>septum</i> íntegro	6
Cardiopatía congénita cianosante compleja con atresia/estenosis pulmonar	28
Cirugía de Blalock-Taussig modificada (MBTS) después de implantación fallida de <i>stent</i> ductal (n = 10)	
Edad (días)	Entre 14 y 35 días con un promedio de 25 días
Peso (kilos)	Entre 2,9 kilos y 3,9 kilos con un promedio de 3,4 kilos 3,4±0,5 kilos
<b>Malformación cardiaca</b>	
Tetralogía de Fallot	1
Atresia pulmonar con <i>septum</i> íntegro	1
Cardiopatía congénita cianosante compleja con atresia/estenosis pulmonar	8

gía de ventrículo único destinado a la realización de Fontan. Sin embargo, el efecto de *shunt* en la AP sigue siendo controvertido, especialmente respecto a distorsión y estenosis de la AP<sup>8</sup>, derrame pleural, quilotórax, parálisis del nervio frénico y del vago, y la diferencia de crecimiento de las arterias pulmonares<sup>17,18</sup>. En cuanto a este procedimiento, los estudios demuestran una mortalidad del 7,2%, con una tasa de morbilidad hasta del 13,1%<sup>19</sup>.

La estenosis usualmente se desarrolla dentro de los seis meses a un año después de la implantación del *stent*. Las intervenciones quirúrgicas tales como la operación de Glenn para corazón univentricular o la corrección total en los corazones biventriculares, se deben realizar tan pronto como sea posible. Sin embargo, es posible dilatar con éxito el *stent* en algunos de estos pacientes para ganar más tiempo antes de la cirugía; en los pacientes incluidos en el estudio no hubo necesidad de dilatar el *stent*.

Dentro de las complicaciones potenciales correspondientes a la realización quirúrgica de *shunt* sistémico pulmonar, se han reportado en 36% de los recién nacidos, y en niños pequeños<sup>20</sup> podría aumentar la morbilidad y la mortalidad en la cirugía correctiva posterior<sup>21-24</sup>. Sin embargo, incluso los *shunts* perfectos podrían dar lugar a un desarrollo desequilibrado de los vasos pulmonares centrales, con un crecimiento preferencial de la ipsilateral<sup>25-27</sup> o contralateral de la AP<sup>22,28</sup>.

En los últimos años, la implantación de *stent* en el *ductus* arterioso ha ganado amplia aceptación como una alternativa

fiable a la cirugía sistémico-pulmonar en pacientes con cardiopatías congénitas cianosantes *ductus* dependientes. Esta opción se considera más segura y eficaz que la cirugía paliativa en pacientes de alto riesgo<sup>29-32</sup>, ya que es posible adaptar la magnitud del *stent* para el tamaño del paciente y la anatomía pulmonar. Sin embargo, la capacidad del DAP para promover un crecimiento significativo de la AP y equilibrado en cardiopatías congénitas cianosantes *ductus* dependientes, a través de *stent*, hasta ahora no ha sido tratada específicamente<sup>8</sup>.

En teoría, con el *stent* adaptado para el tamaño y la angulación de la AP, podría darse lugar a una distribución uniforme del flujo sanguíneo pulmonar y de ese modo promover el desarrollo vascular uniforme. Por el momento, esta hipótesis está avalada sólo por escasos datos procedentes de grandes series de informes al crecimiento global del árbol vascular pulmonar<sup>33,34</sup>.

La re-dilatación del *stent* puede realizarse con éxito cuando las condiciones clínicas lo ameritan, a fin de prolongar la vida útil de esta opción terapéutica que constantemente se informa en los datos publicados<sup>34-36</sup>.

## Conclusiones

En pacientes con cardiopatías congénitas cianosantes *ductus* dependientes la implantación de *stent* ductal es una alternativa eficaz en comparación con la cirugía MBTS.

En este estudio la morbilidad de los neonatos y lactantes menores con cardiopatía congénita cianosante *ductus* dependiente tratados con implantación de *stent* ductal fue del 10%, resultados similares a los de estudios donde se reporta una morbilidad hasta del 13,1% para este procedimiento<sup>19</sup>.

Para la serie de estudio, la mortalidad de los neonatos y lactantes menores con cardiopatía congénita cianosante *ductus* dependiente manejados con implantación de *stent* ductal fue de 2,7%, en comparación con otros estudios donde se demuestra una mortalidad del 7,2% para dicho procedimiento<sup>19</sup>.

La implantación del *stent* ductal podría proponerse como el enfoque de primera elección en el tratamiento paliativo a corto plazo de estas malformaciones, en vista de la mejoría correctiva temprana y segura. Esta opción puede ser recomendable, si se presentara una intervención nueva a largo plazo, debido a que la re-dilatación del *stent* puede llevarse a cabo con éxito con miras a prolongar la vida útil del *ductus* arterioso<sup>8</sup>.

Aquellos pacientes con DAP muy largos y tortuosos o con estenosis o malformaciones de las ramas de la arteria pulmonar no son buenos candidatos para la implantación del *stent*.

Es probable que sea prudente repetir el cateterismo luego de tres a seis meses de la implantación del *stent*, en una base rutinaria, para prevenir la oclusión completa del mismo, hacer algún tipo de intervención o programar al paciente para su corrección definitiva.

La futura evolución de la tecnología de *stent*, específicamente en cuanto a su flexibilidad, podrá ampliar las opciones terapéuticas en conductos muy tortuosos y aumentará las opciones paliativas para el incremento del flujo sanguíneo pulmonar.

Se necesita más experiencia de este enfoque con la implantación del *stent* ductal, para el tratamiento de las cardiopatías congénitas cianosantes *ductus* dependientes.

## Financiamiento

No se recibió apoyo financiero para la investigación y/o la autoría de este artículo.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

- Gibbs JL, Rothman MT, Rees MR, Parsons JM, Blackburn ME, Ruiz CE. Stenting of the arterial duct: a new approach to palliation for pulmonary atresia. *Br Heart J*. 1992;67:240-5.
- Gibbs JL, Uzun O, Blackburn MEC, Wren C, Hamilton L, Watterson KG. Fate of the stented arterial duct. *Circulation*. 1999;99:2621-5.
- Schneider M, Zartner P, Sidiropoulos A, Konertz W, Hausdorf G. Stent implantation of the arterial duct in newborns with duct-dependent circulation. *Eur Heart J*. 1998;19:1401-9.
- Santoro G, Gaio G, Palladino MT, et al. Neonatal duct arteriosus stenting in congenital heart disease with duct-dependent pulmonary circulation. *Heart*. 2008;94:925-9.
- Santoro et al. Pulmonary growth in duct-dependent circulation. *J Am Coll Cardiol*. 2009;54:2180-6.
- Alwi M, Choo KK, Latiff HA, Kandavello G, Samion H, Mulyadi MD. Initial results and medium-term follow-up of stent implantation of patent ductus arteriosus in duct-dependent pulmonary circulation. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44:438-45.
- Gewillig M, Boshoff DE, Dens J, Mertens L, Benson LN. Stenting the neonatal arterial duct in duct-dependent pulmonary circulation: new techniques, better results. *J Am Coll Cardiol*. 2004;43:107-12.
- Michel-Behnke I, Akintuerk H, Thul J, Bauer J, Hagel KJ, Schranz D. Stent implantation in the ductus arteriosus for pulmonary blood supply in congenital heart disease. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2004;61:242-52.
- Blalock A, Taussig HB. Landmark article May 19, 1945: The surgical treatment of malformations of the heart in which there is pulmonary stenosis or pulmonary atresia. *JAMA*. 1984; 251:2123-38.
- Fermanis GG, Ekgankaki AK, Salmon AP, Keeton BR, Shore DF, Lamb RK, et al. Twelve year experience with the modified Blalock-Taussig shunt in neonates. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1992;6:586-9.
- Tamisier D, Vouhé PR, Vernant F, Lecá F, Massot C, Neveux JY. Modified Blalock-Taussig shunts: results in infants less than 3 months of age. *Ann Thorac Surg*. 1990;49:797-801.
- Sivakumar K, Shivaprakasha K, Rao SG, Kumar RK. Operative outcome and intermediate term follow-up of neonatal Blalock-Taussig shunts. *Indian Heart J*. 2001;53:66-70.
- Erdem et al. Evaluation of the efficacy of ductus arteriosus stenting in neonates and infants with severe cyanosis until the later stage palliative surgery or total repair time. *Turkish J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;19:192-6.
- Hussain A, Al-Zharani S, Muhammed AA, Al-Ata J, Galal OM. Midterm outcome of stent dilatation of patent ductus arteriosus in ductal-dependent pulmonary circulation. *Congenit Heart Dis*. 2008;3:241-9.
- Santoro G, Gaio G, Palladino MT, Iacono C, Carrozza M, Esposito R, et al. Stenting of the arterial duct in newborns with duct-dependent pulmonary circulation. *Heart*. 2008;94:925-9.
- Alwi M. Stenting the ductus arteriosus: Case selection, technique and possible complications. *Ann Pediatr Cardiol*. 2008;1:38-45.
- Fermanis GG, Ekgankaki AK, Salmon AP, Keeton BR, Shore DF, Lamb RK, et al. Twelve year experience with the modified Blalock-Taussig shunt in neonates. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1992;6:586-9.
- Tamisier D, Vouhé PR, Vernant F, Lecá F, Massot C, Neveux JY. Modified Blalock-Taussig shunts: results in infants less than 3 months of age. *Ann Thorac Surg*. 1990;49:797-801.
- Petrucci O, O'Brien S, Marshall L, Jacobs J, Manning P, Pirooz E. Risk factors for mortality and morbidity after the neonatal Blalock-Taussig shunt procedure. *Ann Thorac Surg*. 2011;92: 642-52.
- Godart F, Qureshi SA, Simha A, et al. Effects of modified and classic Blalock-Taussig shunts on the pulmonary arterial tree. *Ann Thorac Surg*. 1998;66:512-8.
- Alkhulaifi AM, Lacour-Gayet F, Serraf A, Belli E, Planche C. Systemic-pulmonary shunts in neonates: early clinical outcome and choice of surgical approach. *Ann Thorac Surg*. 2000;69:1499-504.
- Gladman G, McCrindle BW, Williams WG, Freedom RM, Benson LN. The modified Blalock-Taussig shunt: clinical impact and morbidity in Fallot's tetralogy in the current era. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1997;114:25-30.
- Tamisier D, Vouhé PR, Vernant F, Lecá F, Massot C, Neveux JY. Modified Blalock-Taussig shunts: results in infants less than 3 months of age. *Ann Thorac Surg*. 1990;49:797-801.
- Sachweh J, Dabritz S, Didilis V, Vazquez-Jimenez JF, Bernuth G, Messmer BJ. Pulmonary artery stenosis after systemic-to-pulmonary shunt operations. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1998;14:229-34.
- Laas J, Engesser U, Meisner H, et al. Tetralogy of Fallot. Development of hypoplastic pulmonary arteries and palliation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1984;32:113-38.
- Batra AS, Starnes VA, Wells WJ. Does the site of insertion of a systemic-pulmonary shunt influence growth of the pulmonary arteries? *Ann Thorac Surg*. 2005;79:636-40.
- Honda J. Growth of the pulmonary arteries and morphological assessment after Blalock-Taussig shunts. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg*. 1993;41:569-77.
- Ishikawa S, Takahashi T, Suzuki M, et al. Growth of pulmonary arteries after systemic-pulmonary shunt. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*. 2001;7:337-40.
- Santoro G, Cappelli Bigazzi M, Palladino MT, Russo MG, Carrozza M, Calabrò R. Transcatheter palliation of tetralogy of Fallot with pulmonary artery discontinuity. *Tex Heart Inst J*. 2005;32:102-4.
- Kampmann C, Wippermann CF, Schmid FX. Transcatheter recanalization and stenting of the closed ductus arteriosus in duct dependent lung perfusion. *Heart*. 1998;80:206-7.
- Santoro G, Gaio G, Palladino MT, et al. Transcatheter ductal stenting in critical neonatal Ebstein's anomaly. *J Cardiovasc Med*. 2008;9:419-22.
- Santoro G, Caianiello G, Russo MG, Calabrò R. Stenting of bilateral arterial ducts in complex congenital heart disease. *Ped Cardiol*. 2008;29:842-5.
- Michel-Behnke I, Akintuerk H, Thul J, Bauer J, Hagel KJ, Schranz D. Stent implantation in the ductus arteriosus for pulmonary blood supply in congenital heart disease. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2004;61:242-52.
- Santoro G, Gaio G, Palladino MT, et al. Neonatal duct arteriosus stenting in congenital heart disease with duct-dependent pulmonary circulation. *Heart*. 2008;94:925-9.
- Alwi M, Choo KK, Latiff HA, Kandavello G, Samion H, Mulyadi MD. Initial results and medium-term follow-up of stent implantation of patent ductus arteriosus in duct-dependent pulmonary circulation. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44:438-45.
- Behnke IM, Akintuerk H, Thul J, Bauer J, Hagel KJ, Schranz D. Stent implantation in the ductus arteriosus for pulmonary blood supply in congenital heart disease. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2004;61:242-52.