



Factores relacionados con mortalidad en pacientes pediátricos con derivación de Blalock-Taussig

Perla Roxana Aguilar-Segura,^a César Lazo-Cárdenas,^b
Lydia Rodríguez-Hernández,^b Horacio Márquez-González,^c
Juan Antonio Giménez-Scherer^d

Mortality-associated factors in pediatric patients with Blalock-Taussig shunt

Background: Congenital heart disease with decreased pulmonary flow survival has increased due to systemic pulmonary fistulae (SPF); nevertheless, complications may occur. The purpose of this study was to identify mortality-related surgical and biochemical factors in pediatric patients with modified Blalock-Taussig shunt.

Methods: A cohort was formed with congenital heart disease newborns who survived Blalock-Taussig-type palliative systemic pulmonary fistulae surgery. At admission to the intensive care unit, surgical time, diameter polytetrafluoroethylene vascular graft, arterial blood gases and central venous saturation were recorded. The patients were followed until discharge or death. For statistical analysis, central tendency and dispersion measures, chi-square tests, odds-ratios, Cox regression model and hazard ratios (HR) were used, and for the most independent variable, Kaplan-Meier curves.

Results: Out of 33 newborns who underwent the surgical procedure, 9 died (23%). The most common heart diseases were pulmonary atresia with intact ventricular septum (8 patients, 25%) and hypoplastic right ventricle (8, 25%). The most independent mortality-associated variable was hyperlactatemia > 3 mmol/L (HR = 8 [1.9 - 32], $p < 0.05$).

Conclusions: Lactate > 3 mmol/L was an independent predictor of mortality in patients who underwent Blalock-Taussig shunt.

Las cardiopatías congénitas corresponden al grupo de las malformaciones más frecuentes al nacimiento.^{1,2} Según la definición de Mitchell *et al.*³ se trata de anomalías estructurales evidentes del corazón o de los grandes vasos, con repercusiones reales o potenciales. Respecto a su incidencia existen diferencias geográficas, pero es muy similar en Estados Unidos, Canadá y los países europeos.⁴ En México, con base en la información de la base de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, durante 2007 constituyeron la primera causa directa de muerte en los niños menores de un año, con una tasa de 2.6 por cada 100 000 niños de ese grupo de edad.⁵

En 1944, el doctor Alfred Blalock realizó con éxito la primera cirugía paliativa en un bebé con estenosis pulmonar (“bebé azul”). Seis meses más tarde, Blalock y la doctora Helen Taussig presentaron un informe de serie de casos de esta cirugía, que proponían para el tratamiento de las cardiopatías congénitas cianógenas, como la estenosis pulmonar o la atresia pulmonar. Este logro histórico fue posible gracias a la colaboración de Alfred Blalock, Helen Taussig y Vivien Thomas.⁶

Desde la década de 1940, innumerables pacientes se han beneficiado de la derivación aortopulmonar, con mejoría en su supervivencia y calidad de vida.⁷

En la derivación modificada de Blalock-Taussig se emplea un injerto de polietrafluoroetileno. En 1980 se propuso la modificación que en la actualidad es el procedimiento más utilizado: por toracotomía, con un injerto vascular de polietrafluoroetileno se realiza la anastomosis de la arteria subclavia derecha o izquierda a una rama pulmonar homolateral; en algunos pacientes con cianosis grave, debido a ramas hipoplásicas, mediante esternotomía se lleva a cabo la fistula en el centro del tronco pulmonar; en ocasiones es necesario el apoyo con circulación extracorpórea.⁸

La realización de la derivación de Blalock-Taussig conlleva el riesgo de trombosis, estenosis de la fistula, hemorragia o hiperfunción. De presentarse alguna de estas complicaciones, el riesgo de mortalidad se incrementa.⁹

Keywords

Congenital heart defects	Cardiopatías congénitas
Pulmonary valve stenosis	Estenosis de la válvula pulmonar
Surgical arteriovenous shunt	Derivación arteriovenosa quirúrgica
Child	Niño
Cyanosis	Cianosis

Palabras clave

^aServicio de Pediatría, Hospital de Ginecología y Pediatría 7, Cancún, Quintana Roo

^bServicio de Cardiología Pediátrica, Hospital de Pediatría

^cServicio de Hospitalización Pediátrica, Hospital de Pediatría

^dUnidad de Investigación Médica en Inmunología

^{b,c,d}Centro Médico Nacional Siglo XXI, Distrito Federal, México

Instituto Mexicano del Seguro Social

Comunicación con: Perla Roxana Aguilar-Segura

Correo electrónico: perlardoc_roxana@yahoo.com.mx

Introducción: la supervivencia de los pacientes con cardiopatía congénita con flujo pulmonar disminuido ha aumentado debido a las técnicas de anastomosis quirúrgica entre la circulación sistémica y la pulmonar, sin embargo, pueden presentarse complicaciones. El objetivo de este estudio fue determinar los factores quirúrgicos y bioquímicos relacionados con la muerte en pacientes pediátricos en quienes se realizó derivación de Blalock-Taussig modificada.

Métodos: se integró una cohorte de neonatos con cardiopatía congénita sometidos a derivación tipo Blalock-Taussig que sobrevivieron a la cirugía. Al ingreso a cuidados intensivos se documentó tiempo quirúrgico, diámetro del injerto vascular de politetrafluoroetileno, gasometría arterial y saturación venosa central de oxí-

geno. Se dio seguimiento hasta el egreso o defunción. Para el análisis estadístico se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión, χ^2 , razón de momios, modelo de regresión de Cox, *hazard ratio* (HR) y curva de Kaplan-Meier, para la variable más independiente.

Resultados: de 33 neonatos sometidos a procedimiento quirúrgico, nueve murieron (23 %). Las cardiopatías más frecuentes fueron la atresia pulmonar con septo íntegro (ocho, 25 %) y ventrículo derecho hipoplásico (ocho, 25 %). La variable más independiente relacionada con mortalidad lo constituyó el nivel del lactato sérico $> 3 \text{ mmol/L}$ (HR = 8 [1.9-32], $p < 0.05$).

Conclusiones: el nivel del lactato sérico $> 3 \text{ mmol/L}$ fue un predictor independiente de mortalidad en los pacientes con derivación tipo Blalock-Taussig.

Resumen

Si bien los factores de riesgo son semejantes a los de cualquier cirugía cardiaca, es importante determinar los que en las primeras horas después de la cirugía se relacionan con evolución desfavorable. Por ello se llevó a cabo una investigación cuyo objetivo fue determinar los factores quirúrgicos y bioquímicos relacionados con la mortalidad en los pacientes pediátricos sometidos a derivación de Blalock-Taussig modificada en un hospital de tercer nivel de atención.

Métodos

Se realizó un estudio de cohorte en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social, en el que se incluyeron pacientes con cardiopatía congénita hemodinámicamente estables antes de ser sometidos a derivación paliativa tipo Blalock-Taussig, que sobrevivieron a la cirugía y cuyo tratamiento se continuó en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del mismo hospital, con expediente completo para establecer los riesgos pre, trans y posquirúrgicos.

Se excluyeron los niños que fallecieron durante el procedimiento quirúrgico y se eliminaron del estudio aquellos con datos incompletos, en los cuales no fue posible el seguimiento o que fallecieron por otra causa diferente a la realización de la derivación.

El tiempo inicial de la cohorte se determinó en el posquirúrgico inmediato y al ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos; el seguimiento se llevó a cabo hasta el egreso de la unidad o la muerte.

Al ingreso a la unidad, en todos los pacientes se obtuvieron los valores de la gasometría venosa completa y de las constantes vitales (tensión arterial con el manguito adecuado, frecuencia cardíaca y variables ventilatorias). Las fuentes de información fueron los expedientes, la hoja posquirúrgica (para los datos generales del paciente, diámetro del injerto vascular de

politetrafluoroetileno y tipo de cardiopatía). Durante el seguimiento se registró el uso y tipo de anticoagulante, así como el tiempo que requirieron ventilación mecánica asistida. En los neonatos que fallecieron se registraron las principales causas.

Se consideraron como riesgos los siguientes variables: valor de pH < 7.30 , saturación venosa central de oxígeno $< 60 \%$, injerto vascular de politetrafluoroetileno $< 3 \text{ mm}$ y nivel del lactato sérico $> 3 \text{ mmol/L}$.

Para el análisis estadístico se utilizaron medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y de dispersión (desviación estándar, valores mínimos y máximos).

La estadística analítica se realizó con las medidas de asociación obtenidas con la prueba de χ^2 y se calculó el riesgo por razón de momios. Las variables se introdujeron en un modelo de regresión de Cox y se estimó el riesgo por medio de *hazard ratio*. Con la variable más independiente se realizó análisis de supervivencia mediante el método de Kaplan-Meier para determinar probabilidad de estar libre de muerte. Se calculó la significación estadística con prueba de Breslow-Day. Los datos se analizaron con el programa estadístico SPSS versión 15.

Resultados

En un periodo de 18 meses se registraron 33 pacientes en quienes se realizó derivación de Blalock-Taussig, 20 de ellos (60 %) correspondieron al sexo femenino; la mediana de edad fue de 168 días (de tres a 3528 días).

Las cardiopatías más frecuentes fueron ventrículo derecho hipoplásico y atresia pulmonar sin comunicación interventricular (cuadro I).

La mediana de la estancia intrahospitalaria en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos fue de un día (de cinco a 59 días) y el tiempo de asistencia

Cuadro I Características generales de neonatos en quienes se llevó a cabo derivación Blalock-Taussing

	<i>n</i>	%
Sexo		
Hombre	13	40
Mujer	20	60
Cardiopatía		
Ventrículo derecho hipoplásico	8	25
Atresia pulmonar sin comunicación interventricular	8	2
Tetralogía de Fallot	5	14
Ventrículo único + atresia pulmonar	3	9
Atresia tricúpidea y estenosis pulmonar crítica	3	9
Doble vía de salida del ventrículo derecho + atresia pulmonar	2	6
Estenosis pulmonar crítica	2	6
Enfermedad de Ebstein severa + atresia pulmonar	1	3
Atresia pulmonar + comunicación interventricular	1	3
Funcionalidad de la fistula		
Hipofuncionante	2	6
Hiperfuncionante	2	6
No funcionante	29	8
Muerte		
No	24	73
Sí	9	27
Heparina		
Sí	18	55
No	15	45
Enoxaparina		
Sí	6	18
No	27	82
Ácido acetilsalicílico		
Sí	26	79
No	7	21
	Mediana	Rango
Edad* (meses)	14	2-27
Tamaño de la subclavia (mm)	4	3-5
Tamaño del injerto vascular de polietileno (mm)	4	3-5
Tamaño de la rama pulmonar izquierda (mm)	4	2.5-7
Tamaño de la rama pulmonar derecha (mm)	4	2.8-5
Estancia intrahospitalaria (días)	1	1-59
Saturación arterial de oxígeno posquirúrgica (%)	80	50-99
Tiempo de la AMV (horas)	24	2-375
Lactato sérico (mmol/L)	1.3	0.5-8.6

*Mediana (percentil 25-75), AMV = asistencia mecánica ventilatoria

mecánica ventilatoria fue de cinco horas (de dos a 375 horas).

El tamaño del injerto vascular de polietileno empleado para realizar la derivación tuvo una mediana de 4 mm (de 3 a 5 mm).

Se registraron nueve defunciones: la causa fue el choque cardiogénico en seis pacientes (18 %), tamponade cardíaca en uno (3 %), acidosis metabólica en uno (3 %) y choque séptico en uno (3 %).

Como manejo antitrombótico, una vez que salieron de quirófano a 26 pacientes (79 %) se les administró ácido acetilsalicílico, en nueve de ellos se utilizó como monoterapia; en 18 pacientes (55 %) se utilizó heparina, en uno como monoterapia; finalmente, en seis pacientes (18 %) se usó heparina de bajo peso molecular y solo en uno de ellos como monoterapia.

Al comparar los pacientes vivos con los que fallecieron, no se identificó diferencia estadísticamente significativa respecto al sexo, el nivel de pH < 7.30 después de la cirugía y la saturación de oxígeno < 60 % al egreso del quirófano (cuadro II). Existió diferencia en la estancia intrahospitalaria: 14 días (tres a 59 días) comparados con tres días (de 0 a 15), $p < 0.0001$. El tamaño del injerto vascular de polietileno fue < 3 mm en un paciente (4 %) entre aquellos que sobrevivieron, y en siete (79 %) de los que fallecieron ($p < 0.05$). En cuanto al valor del lactato sérico > 3 mmol/L después de la cirugía, se observó en un paciente (4 %) de los sobrevivientes y en cuatro (44 %) de los que fallecieron ($p = 0.04$).

El resultado del análisis de la supervivencia demostró que el lactato > 3 mmol/L fue la variable posquirúrgica más independiente predictora la mortalidad, con un *hazard ratio* de 8 (1.9-32), $p = 0.01$. La curva de supervivencia (figura 1) mostró 20 % de probabilidad de estar libre de muerte en los pacientes posoperados con lactato > 3 mmol/L, comparado con 73 % en los pacientes con valores < 3 mmol/L ($p < 0.001$).

Discusión

La anastomosis quirúrgica entre la circulación sistémica y la pulmonar es eficaz para la paliación inicial de las cardiopatías congénitas cianógenas. Con los avances en cirugía, anestesia y terapia intensiva pediátrica han mejorado los resultados en las cirugías paliativas. A medida que se registran los resultados en los pacientes con derivación sistémico-pulmonar, aumentan los esfuerzos para mejorar los resultados globales y se centra la atención en determinar las causas de las muertes mediadas e inmediatas.

El presente estudio demostró que no existieron diferencias significativas entre el sexo, la edad, el tamaño de las ramas pulmonares, la arteria subclavia y

Cuadro II Diferencias entre neonatos vivos y muertos en quienes se llevó acabo derivación Blalock-Taussig y la estimación de su riesgo

	Vivos (n = 24)		Muertos (n = 9)		RM (IC 95 %)	HR (IC 95 %)
	n	%	n	%		
Sexo						
Hombre	8	33	5	55	0.4 (0.08-1.9)	ns
Mujer	16	64	4	46		
pH < 7.30	9	37	5	56	2 (0.44-9.8)	ns
Tamaño del injerto vascular de polietetrauretano (< 3 mm)*	1	4	7	77	4.4 (2.3-8)	ns
Saturación arterial de oxígeno < 60 %	0	0	2	22	2.9(1-8.2)	ns
Lactato > 3 mmol/L*	1	4	4	44	18 (1.6-201)	8 (1.9-32)

*p < 0.001, RM = razón de momios, IC 95 % = intervalo de confianza de 95 %, HR= hazard ratio

el acceso quirúrgico, ya que todos los pacientes fueron sometidos a toracotomía derecha o izquierda. Algunos investigadores han estudiado la evolución negativa en los pacientes de menor edad y peso corporal en los primeros resultados de la paliación con la anastomosis quirúrgica entre la circulación sistémica y la pulmonar; determinaron que una mayor tasa de mortalidad en estos pacientes podría estar relacionada con el tamaño pequeño de las ramas de la arteria pulmonar.¹⁰ El peso corporal en el momento del procedimiento quirúrgico se ha identificado como un factor de riesgo independiente.^{11,12}

En el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI, la atresia pulmonar con septo íntegro (28 %) y la atresia pulmonar con comunicación interventricular (25 %) fueron las cardiopatías cianógenas más frecuentes, similar a lo informado en otras instituciones. Dado que en general se acepta que en los pacientes con atresia pulmonar y septo íntegro con un ventrículo derecho pequeño o con fistulas coronarias solo puede intentarse la paliación con derivación de tipo Blalock-Taussig,¹³ la atresia pulmonar con septo íntegro fue un factor de riesgo independiente de mortalidad hospitalaria.

La estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos fue de un día (cinco a 59 días) y el tiempo de asistencia mecánica ventilatoria fue de cinco horas (de dos a 375 horas). En un estudio realizado en 2007 en el Departamento de Cirugía Cardiaca Pediátrica del Hospital de Niños de Colombia Británica,¹⁴ Vancouver, Canadá, se realizó un estudio similar en el que se compararon dos grupos: pacientes sometidos a esternotomía o toracotomía para realizar anastomosis quirúrgica de la circulación sistémica y la pulmonar. La mediana del tiempo de intubación fue de 112 horas (de 12 a 1776 horas) en el grupo con esternotomía, en comparación con 30 horas (de cero a 454 horas) en el

grupo con toracotomía ($p < 0.0001$). La estancia en la unidad de cuidados intensivos fue significativamente mayor en los pacientes con esternotomía en comparación con el grupo con toracotomía: 148 horas (de 20 a 1874 horas) a diferencia de 54 horas (de 16 a 521 horas), respectivamente ($p < 0.0001$). En nuestro estudio, al igual que en el citado, existió diferencia estadísticamente significativa entre los pacientes vivos y los que fallecieron.

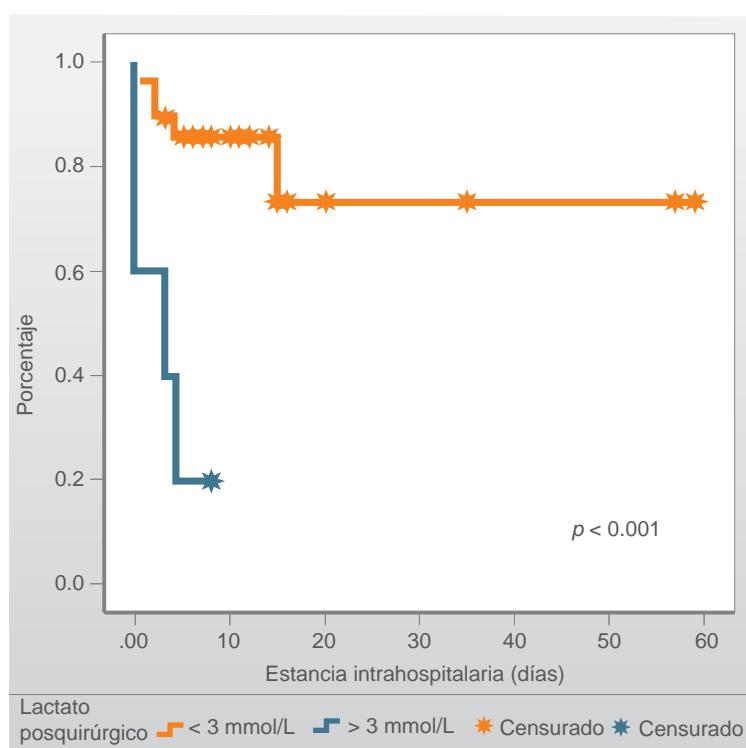


Figura 1 Curva de supervivencia en pacientes pediátricos sometidos a derivación tipo Blalock-Taussig con niveles de lactato > 3 mmol/L después de la cirugía

En nuestra investigación, entre los pacientes vivos y los fallecidos no identificamos diferencias estadísticamente significativas respecto al sexo, el pH posquirúrgico < 7.30 y la saturación de oxígeno $< 60\%$ al egreso del quirófano. Mohammadi *et al.*¹⁴ identificaron que la saturación de oxígeno no fue estadísticamente significativa ($p = 0.3$). Amigoni *et al.*¹⁵ concluyeron que la saturación disminuida de oxígeno tisular (valores individuales $< 20\%$ respecto a los valores basales) en los pacientes con cirugía cardiaca extracorpórea no tenía significación estadística, si bien reconocen que una limitante de su estudio fue el tamaño de la muestra. Mencionan que la saturación cerebral fue el único factor que pudieron correlacionar con el pH: la disminución de los valores del pH decrementó la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno (*efecto Bohr*).

El uso de un injerto de menor tamaño y la inserción más distal dependen de la técnica quirúrgica, que en nuestros pacientes fue a través de toracotomía. Se recomienda utilizar un injerto de 3.5 mm en las arterias pulmonares muy pequeñas o de 3 mm en los neonatos pretérmino que pesan menos de 3 kg, considerando que ese tamaño es suficiente en tanto el niño llega a la edad de seis o 12 meses, en la que se programa la corrección definitiva.^{16,17} En nuestro estudio, el diámetro menor del injerto vascular de politetrafluoroetileno se utilizó solo en un neonato.

En 2000, Charpie *et al.*¹⁸ llevaron a cabo un estudio en el que compararon el lactato sérico en dos grupos: pacientes sometidos a cirugía con circulación extracorpórea y pacientes sometidos a cirugía paliativa; en el último grupo solo un paciente murió y ninguno requirió oxigenación por membrana extracorpórea. El nivel del lactato fue de 18 mmol/L en el paciente que falleció y de 4.2 ± 1.5 mmol/L en los pacientes con buenos resultados. En nuestro estudio, un nivel de lactato sérico > 3 mmol/L después de la cirugía tuvo significación estadística. Alves *et al.*¹⁹ determinaron que después de las cirugías sin circulación extracorpórea, el aumento de los niveles de lactato arterial al ingreso en la unidad de cuidados intensivos pediátricos estuvo presente en los pacientes que presentaron complicaciones renales y en los que fallecieron.

El uso de un antiagregante plaquetario (ácido acetilsalicílico) no fue estadísticamente significativo en nuestro estudio. Se han identificado reportes a favor y en contra del beneficio o no del ácido acetilsalicílico. Centazzo *et al.*²⁰ no encontraron diferencias en el índice de permeabilidad de la derivación en los pacientes que recibieron ácido acetilsalicílico y en los que no lo recibieron. Li *et al.*²¹ sugieren que el tratamiento antiplaquetario con ácido acetilsalicílico mejora los resultados en los niños en quienes se realiza anasto-

mosis entre la circulación sistémica y la pulmonar. Los resultados multicéntricos de la evolución de los pacientes pediátricos con derivación de Blalock-Taussig modificada son pobres. Sin embargo, el uso de ácido acetilsalicílico parece estar relacionado con reducción de la mortalidad y trombosis en el segmento utilizado para la anastomosis. Las investigaciones sobre los mecanismos adicionales de los beneficios del tratamiento antiplaquetario y antitrombótico están justificados en esta población de pacientes con alto riesgo.

Los resultados finales son claros en mostrar que la principal causa de muerte es secundaria a la hipoperfusión tisular. La acidemia, hipoxemia e hiperlactatemia son variables intercurrentes que forman parte de la evolución del niño cardiópata hipóxico, que tienen como resultado final la falla ventricular. Esto puede considerarse como una limitación del estudio y motiva a la búsqueda y medición de una nueva serie de variables que predigan de manera más detallada la muerte.

Finalmente, aunque la anastomosis quirúrgica entre la circulación sistémica y la pulmonar es un procedimiento frecuente en los hospitales que atienden pacientes con cardiopatía, es evidente que existe mortalidad y esta no se explica solamente por el tipo de cardiopatía. Por lo tanto, se justifica la realización de nuevos estudios prospectivos que incluyan un mayor número de variables.

Conclusiones

- Los niveles elevados de lactato se relacionan con mortalidad en los pacientes con cardiopatías congénitas que requieren anastomosis quirúrgica entre la circulación sistémica y la pulmonar.
- El tamaño del injerto vascular de politetrafluoroetileno se relaciona con el éxito de la derivación; el diámetro se determina según las características de la cardiopatía.
- La cardiopatía que más se relacionó con la muerte fue la atresia pulmonar con septo íntegro.
- El pH, la saturación de oxígeno y el tamaño del injerto vascular no fueron predictores significativos de mortalidad en nuestra cohorte de seguimiento.
- El nivel de lactato sérico > 3 mmol/L fue estadísticamente significativo como predictor de muerte en los pacientes en quienes se realizó anastomosis quirúrgica entre la circulación sistémica y la pulmonar.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno en relación con este artículo.

Referencias

1. Calderón-Colmenero J, Cervantes-Salazar JL, Curi PJ, Ramírez-Marroquín S. Secuencia de estudio en el niño con cardiopatía congénita. PAC Pediatría I. México: Intersistemas; 2004. p. 504-605.
2. Samanek M. Congenital heart malformations: Prevalence, severity, survival and quality of life. *Cardiol Young.* 2000;10(3):179-85.
3. Mitchell SC, Korones SB, Berrendes HW. Congenital heart disease in 56,109 births. Incident and natural history. *Circulation.* 1971;43(2):323-32.
4. Calderón-Colmenero J, Ramírez MS, Cervantes SJ. Métodos de estratificación de riesgo en la cirugía de cardiopatías congénitas. *Arch Cardiol Mex.* 2008; 78(1):60-7.
5. Martínez OP, Romero C, Alzina AV. Incidencia de las cardiopatías congénitas en Navarra (1989-1998). *Rev Esp Cardiol.* 2005;58(12):1428-34.
6. Anderson RH, Weinberg PM. The clinical anatomy of tetralogy of Fallot. *Cardiol Young.* 2005;15(1):38-47.
7. Robert M, Freedom, Shi-Joon Yoo. Tetralogy of Fallot. En: Robert M, Freedom, Shi-Joo Yoo, Harverj M, editores. The natural and modified history of congenital heart disease. First edition. Nueva York, EIA: Blackwell Publishing; 2004. p. 186-211.
8. Jubair KA, Fagih MR, Jarallah AS, Yousef S, Ali Khan MA, Ashmeg A, et al. Results of 546 Blalock-Taussig shunts performed in 478 patients. *Cardiol Young.* 1998;8(4):423-7.
9. Calderón-Colmenero J, Ramírez R, Viesca R, Ramírez L, Casanova M, García-Montes JA, et al. Cirugía de Fontan. Factores de riesgo a corto y mediano plazo. *Arch Cardiol Mex.* 2005;75(4):425-34.
10. 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(5):1499-504.
11. Daubeney PE, Daubeney PE, Wang D, Delany DJ, Keeton BR, Anderson RH, Slavik Z, et al. UK and Ireland Collaborative Study of Pulmonary Atresia with Intact Ventricular Septum: Predictors of early and medium-term outcome in a population-based study. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;130(2):1071-708.
12. Ashburn DA, Blackstone EH, Wells WJ, Jonas RA, Pigula FA, Manning PB. Congenital Heart Surgeons Study Members. Determinants of mortality and type of repair in neonates with pulmonary atresia and intact ventricular septum. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004;127:1000-8.
13. Anderson RH, Anderson C, Zuberbuhler JR. Further morphologic studies on hearts with pulmonary atresia and intact ventricular septum. *Cardiol Young.* 1991;1:105-13.
14. Mohammadi S, Benhameid O, Campbell A, Potts J, Joza J, Al-Habib H, et al. Could we still improve early and interim outcome after prosthetic systemic-pulmonary shunt? A risk factors analysis. *Eur J of Cardio-thorac Surg.* 2008;54(4):545-9.
15. Amigoni A, Mozzo E, Brugnaro L, Tiberio I, Pittarello D, Stellin G, et al. Four-side near-infrared spectroscopy measured in a pediatric population during surgery for congenital heart disease. *Interact Cardio-vasc Thorac Surg.* 2011;12(5):707-12.
16. Karamlou T, Ashburn DA, Caldarone CA, Blackstone EH, Jonas RA, Jacobs ML, et al. Members of the Congenital Heart Surgeons' Society. Matching procedure to morphology improves outcomes in neonates with tricuspid atresia. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;130(3):1503-10.
17. Kitaichi T, Chikugo F, Kawahito T, Hori T, Masuda Y, Kitagawa T. Suitable shunt size for regulation of pulmonary blood flow in a canine model of univentricular parallel circulations. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003;125(2):71-8.
18. Charpie JR, Dekeon MK, Goldberg CS, Mosca RS, Bove EL, Kulik TJ. Serial blood lactate measurements predict early outcome after neonatal repair or palliation for complex congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2000;120(1):73-80.
19. Alves RL, Aragão e Silva AL, Kraychete NC, Campos GO, Martins Mde J, Módolo NS. Intraoperative lactate levels and postoperative complications of pediatric cardiac surgery. *Pediatric Anesthesia.* 2012;22(8):812-7.
20. Centazzo S, Montigny M, Davignon A, Chartrand C, Fournier A, Marchand T. Use of acetylsalicylic acid to improve patency of subclavian to pulmonary artery Gore-Tex shunts. *Can J Cardiol.* 1993;9(3):243-6.
21. Li JS, Yow E, Berezny KY, Rhodes JF, Bokesch PM, Charpie JR, Forbus GA, et al. Outcomes of palliative surgery including a systemic-to-pulmonary artery shunt in infants with cyanotic congenital heart disease. Does aspirin make a difference? *Circulation.* 2007;116(3):293-7.