

El método de Fick subestima el cálculo de flujo pulmonar en los enfermos operados de Glenn bidireccional

Carlos Alva,* Felipe David Gómez,** José Ortégón Cardeña,** Lucelli Yáñez Gutiérrez,**
Sonia Lazcano***

Resumen

En los enfermos operados de Glenn bidireccional, el flujo de la vena cava superior es la única fuente de flujo sanguíneo que va a ser oxigenado por los pulmones. Éste es igual al flujo pulmonar efectivo y al mismo tiempo su volumen no sobrecarga al ventrículo funcionante. El flujo desaturado que viene por la vena cava inferior no es oxigenado en el lecho vascular pulmonar, ya que pasa a través de la comunicación interauricular y se mezcla en el ventrículo izquierdo con la sangre proveniente de los pulmones. En este trabajo presentamos un caso de Glenn bidireccional con los datos hemodinámicos antes y después de la operación. Resultó evidente que, en pacientes postoperados de Glenn bidireccional, la aplicación del método de Fick para el cálculo del flujo pulmonar sin ninguna otra fuente de flujo pulmonar, es errónea. Para hacer la medición del flujo pulmonar es necesario utilizar otros métodos como la ecocardiografía Doppler o la resonancia magnética nuclear. Se revisa la literatura relacionada con el tema.

Summary

THE FICK METHOD UNDERESTIMATES PULMONARY FLOW CALCULATION IN PATIENTS SUBJECTED TO BIDIRECTIONAL GLENN PROCEDURE

In patients with Bidirectional Glenn who have undergone surgery, the superior caval venous flow provides the only pulmonary blood supply. This is the effective pulmonary flow and at the same time its volume is not enough to overflow the single ventricle. The unsaturated, inferior vena cava flow is not oxygenated, since it goes across the interatrial septal communication and gets mixed in the left ventricle with the pulmonary venous blood. In this work, a bidirectional Glenn case is analyzed. The hemodynamic data before and after the operation are shown. It was evident from this case that the use of the Fick method to measure pulmonary flow in patients with bidirectional Glenn operation is not appropriate. Alternative methods, such as Doppler echocardiography and Magnetic Resonance Imaging, are recommended. A literature review on this subject was carefully done.
(Arch Cardiol Mex 2008; 78: 305-308)

Palabras clave: Operación de Glenn bidireccional. Atresia tricuspídea. Método de Fick.
Key words: Glenn bidirectional operation. Tricuspid atresia. Fick method.

* Jefe del Servicio de Cardiopatías Congénitas.

** Médico de Base adscrito al Servicio de Cardiopatías Congénitas.

*** Alumna del Curso de Postgrado en Cardiopatías Congénitas para Médicos Especialistas, Facultad de Medicina, UNAM.

Servicio de Cardiopatías Congénitas, Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Correspondencia: Carlos Alva. Jefe del Servicio de Cardiopatías Congénitas, Servicio de Cardiopatías Congénitas, Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, Avenida Cuauhtémoc 330, Col. Doctores, Deleg. Cuauhtémoc, 06720. Correo electrónico: echoca@yahoo.com Tel. 5627-69-00 Ext. 22203, Cel. 5521293497

Recibido: 17 de julio de 2007

Aceptado: 27 de marzo de 2008

Introducción

La clásica anastomosis cavopulmonar de Glenn y su modificación a Glenn bidireccional entre la vena cava superior y la rama derecha de la arteria pulmonar, ha logrado, desde los cincuenta del siglo pasado, una muy buena paliación de diversas cardiopatías congénitas complejas. Los resultados a corto y largo plazo han mejorado con la modificación bidireccional.^{1,2} Curiosamente no fue Glenn el primero en concebir la idea ni en ponerla en práctica, el primero fue Carlo A Carlon, de la Escuela de Medicina de la Universidad de Padua.³ De cualquier manera, su utilización se ha generalizado y la experiencia es amplia. El grupo de Toronto, reportó 435 casos operados, la sobrevida estimada a 5 años fue de 81% y a 15 años de 64%.⁴ Con el crecimiento del enfermo los beneficios en la oxigenación y en la disminución de la precarga, se reducen, dado que la relación del retorno venoso sistémico entre vena cava superior e inferior disminuye progresivamente. Es a los 2.5 años de edad cuando la vena cava superior alcanza su máxima aportación de flujo, esto es el 55% del total del retorno venoso sistémico, sin embargo, cerca de los 7 años de edad, el volumen que proporciona, es sólo del 35% y así se mantiene en la vida adulta.⁵ Por estas razones entre otras, el Glenn bidireccional no ha podido demostrar una clara superioridad en el largo plazo cuando se le compara con la derivación cavopulmonar completa, mejor y más brevemente conocida como cirugía de Fontan⁶⁻⁸ y es por eso que muchos centros, incluyendo los de nuestro país han optado por hacer la derivación cavopulmonar total en dos tiempos: primero el Glenn bidireccional y luego el Fontan.^{11,12}

La evaluación del enfermo candidato a Fontan después de Glenn bidireccional es muy importante. El motivo de este trabajo tiene que ver precisamente con aquellos enfermos ya operados de Glenn bidireccional en los que no hay flujo de competencia a través de la válvula pulmonar ya sea por estar atréctica o porque fue cerrada durante el Glenn. La medición del flujo pulmonar y las unidades de resistencia pulmonar (URP), entre otras, son de capital importancia. Hemos observado que el tradicional método de Fick, para el cálculo de flujo pulmonar y a partir de éste el cálculo de las URP resultan erróneos. Esto es la razón de la presente comunicación.

Material y métodos

Se analizó cuidadosamente el último enfermo con atresia tricuspídea que fue operado de Glenn bidireccional, en nuestro hospital. Este enfermo ingresó para cateterismo electivo con el propósito de hacer una evaluación hemodinámica con la finalidad de realizar la derivación cavopulmonar total.

Se compararon los datos y cálculos de los cateterismos cardíacos realizados antes y después de la operación de Glenn (*Fig. 1*). Como puede observarse, antes de la operación, existía estenosis pulmonar que determinaba oligoemia pulmonar y como consecuencia de esto, una disminución de la saturación en la aorta. La medición del flujo pulmonar utilizando la fórmula clásica, $Q_p = VO_2 / V_p - AP$, donde Q_p es flujo pulmonar, VO_2 el consumo de oxígeno, V_p , volúmenes de oxígeno en la vena pulmonar y AP volúmenes de oxígeno en la arteria pulmonar, midió correctamente el flujo pulmonar al detectar el pequeño salto de oxígeno en la arteria pulmonar, flujo pulmonar de 2.1:l.

Después de la operación, la enferma mejora su saturación en aorta de 69% a 72% como resultado del incremento en flujo pulmonar, proporcionado por toda la sangre proveniente de la vena cava superior. Cuando en el cateterismo postoperatorio se calculó el flujo pulmonar aplicando la misma fórmula para Q_p , ($Q_p = VO_2 / V_p - Ap$) resultó que al no haber salto oximétrico en la arteria pulmonar (el contenido de oxígeno en cava superior y en las arterias pulmonares es el mismo), el flujo pulmonar fue aún más reducido que el calculado antes de la operación, Q_p de 1.65 l. La consecuencia de este valor de Q_p , es que los valores de URP postoperatorios, resultaron superiores a los estimados antes de la operación: 2.1 *versus* 5.9. En la *Tabla 1*, se resumen los cálculos obtenidos a partir de los datos de la *figura 1*.

Discusión

En los enfermos operados de Glenn bidireccional, el flujo de la vena cava superior es la única fuente de flujo sanguíneo que va a ser oxigenado por los pulmones, (en ausencia de colaterales aortopulmonares), es igual al flujo pulmonar efectivo, y es al mismo tiempo el volumen que no sobrecarga al ventrículo funcionante.

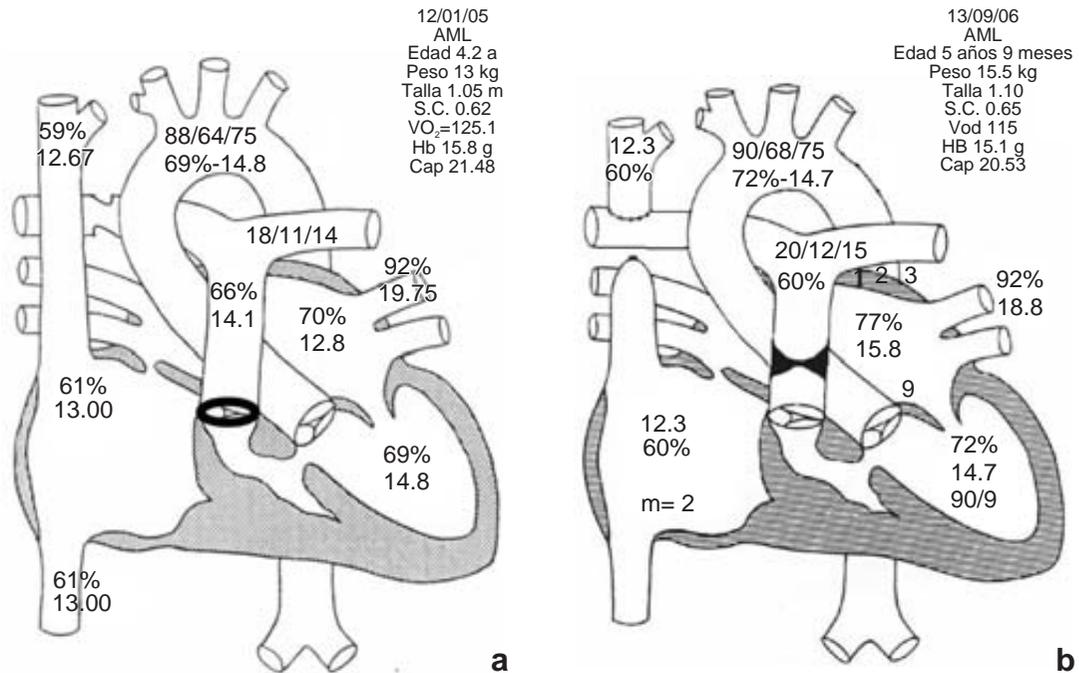


Fig. 1a. Esquema con los datos hemodinámicos del cateterismo antes de la operación de Glenn bidireccional. **1b.** Esquema con los datos hemodinámicos del cateterismo después de la operación de Glenn bidireccional.

Tabla I. Cálculos de Qp y URP, antes y después de la operación de Glenn, a partir de los datos de la figura 1.

Pre Glenn	Pos Glenn
Qp = VO ₂ /vp-TAP Qp = 125.1/19.75 - 14.1	Qp = VO ₂ /vp-TAP Qp = 115/18.8 - 12.3
Qp = 125.1/56.5 Qp = 2.2	Qp = 115/6.5 Qp = 1.76
URP = 1/2 TAP x SC/Qp URP = 14 x 0.62/2.2 URP = 3.9	URP = 1/2 TAP x SC/Qp URP = 15 x 0.65/1.76 URP = 5.5

El flujo desaturado que viene por la vena cava inferior, no es oxigenado en el lecho vascular pulmonar y se mezcla en el ventrículo con la sangre proveniente de los pulmones. Nos parece evidente que la aplicación del método de Fick para el cálculo del flujo pulmonar, en pacientes postoperados de Glenn bidireccional sin ninguna otra fuente de flujo pulmonar, resulta en una subestimación del flujo pulmonar: no hay salto oximétrico en la arteria pulmonar, la saturación en la vena cava superior es la misma que en las arterias pulmonares. Por esta razón en el caso analizado aquí, el flujo pulmonar es menor antes de la operación, no obstante, la saturación en la aorta mejora. Una

consecuencia más importante es el hecho de que a partir del cálculo del flujo pulmonar por Fick en esta situación, las URP son sobreestimadas. Esto es trascendente porque puede calificarse al enfermo como no candidato a la derivación cavopulmonar total debido a un valor de URP alto. Este hecho parece no ser considerado todavía por algún grupo,⁹ mientras que otros han utilizado otros métodos para la medición del flujo pulmonar. La ecocardiografía Doppler puede medir el flujo a nivel de la vena cava superior empleando la fórmula: área de sección de la vena cava superior a nivel de su unión con la aurícula derecha, en los casos no operados, como lo calculó Salim y colaboradores en 145 niños sanos. Nada impide que esto pueda hacerse después de la operación de Glenn, multiplicando el flujo medio a nivel de la vena cava superior por la frecuencia cardíaca. Se utiliza la superficie corporal para indexarlo.¹⁰ Este método tiene la ventaja de no ser invasivo. La alternativa es la utilización de cine angiorresonancia magnética con el mapeo de velocidades a nivel de la vena cava superior,¹¹ sin embargo, este estudio es mucho más costoso cuando se compara con la ecocardiografía Doppler y no todos los hospitales cuentan con este recurso tecnológico.

Después del Glenn bidireccional los enfermos mejoran su saturación y permite la remodelación del ventrículo funcionante al disminuir la precarga, sin embargo la circulación es ineficiente cuando el niño crece por el aumento del retorno de la vena cava inferior. También la proporción del metabolismo de la parte inferior del cuerpo se incrementa, entre otros factores que hacen el estado circulatorio complejo. Recien-

temente se hizo un excelente análisis para identificar el equilibrio ideal entre el flujo pulmonar y el sistémico después de Glenn bidireccional.¹² En conclusión, para la medición del flujo pulmonar después de la operación de Glenn bidireccional, es recomendable emplear métodos distintos al de Fick del cateterismo cardíaco como la ecocardiografía Doppler o la resonancia magnética nuclear.

Referencias

1. AEBA R, KATOJI T, KASHIMA I: *Factors influencing arterial oxygenation early after bidirectional cavopulmonary shunt without additional sources of pulmonary flow*. J Thorac Cardiovasc Surg 2000; 120: 589-595.
2. BRADLEY SM, MOSCA RS, HENNEIN HA: *Bidirectional superior cavopulmonary connections in young infants*. Circulation 1996; 94: 5-11.
3. KONSTANTINOV IE, ALEXEI-MESKISHVILI: Letter. Ann Thorac Surg 2000; 69: 311-312.
4. YEH T JR, WILLIAMS WG, MCCRINDLE BW: *Equivalent survival following cavopulmonary shunt: with or without the Fontan procedure*. Eur J Cardiothorac Surg 1999; 16: 111-116.
5. SALIM MA, CASE CL, SADE RM: *Pulmonary/systemic flow ratio in children after cavopulmonary anastomosis*. J Am Coll Cardiol 1995; 25: 735-738.
6. AZAKIE A, MCCRINDLE BW, VAN ARSD.LL G: *Extracardiac conduit versus lateral tunnel cavopulmonary connections at a single institution: impact on outcomes*. J Thorac Cardiovasc Surg 2001; 122: 1219-1228.
7. CALDERON C, RAMIREZ S, VIESCA R, RAMIREZ L, CASANOVA M, GARCÍA MONTES A, ET AL: *Cirugía de Fontan. Factores de riesgo a corto y mediano plazo*. Arch Cardiol Mex 2005; 75: 425-434.
8. CALDERÓN-COLMENERO J, CERVANTES JL, RAMÍREZ S, ATTIE F: *Exclusión del ventrículo venoso. Evolución y retos. A propósito de los primeros cien casos del procedimiento de Fontan en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez*. Arch Cardiol Mex 2006; 76(S4): 102-110.
9. FERNANDEZ PINEDA L, CAZZANIGA M, VILLAGRÁ F, DÍEZ BALDA JI, DAGHERO F, HERRAIZ SARACHAGA I, ET AL: *La operación de Glenn bidireccional en 100 casos con cardiopatías congénitas complejas: factores determinantes del resultado quirúrgico*. Rev Esp Cardiol 2001; 54: 1061-1074.
10. SALIM MA, DISSA G, ARHEART KL, ALPERT BS: *Contribution of superior vena caval flow to total cardiac output in children. A Doppler echocardiographic study*. Circulation 1995; 92: 1860-1865.
11. MERTENS EB, KUZO R, DE JAEGERE T, LAWRENSON J, DYMARKOWSKI S, BOGAERT J, ET AL: *The ratio of flow in the superior and inferior caval veins alter construction of a bidirectional cavopulmonary anastomosis in children*. Cardiol Young 2003; 13: 123-130.
12. DILLER GP, UEBING A, WILSON K, DAVIES LC, DIMOPOULOS K, THORNE SA, ET AL: *Analytical identification of ideal pulmonary-systemic flow balance in patients with bidirectional cavopulmonary shunt and univentricular circulation*. Circulation 2007; 114: 1243-1250.