

Revista Mexicana de Cardiología

Volumen
Volume **16**

Número
Number **2**

Abril-Junio
April-June **2005**

Artículo:

Patrones de perfusión pulmonar posterior a anastomosis cavopulmonar superior (Glenn bidireccional)

Derechos reservados, Copyright © 2005:
Asociación Nacional de Cardiólogos de México, AC

Otras secciones de este sitio:

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

Others sections in this web site:

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



Medigraphic.com

Patrones de perfusión pulmonar posterior a anastomosis cavopulmonar superior (Glenn bidireccional)[§]

José Rafael Parra-Bravo,* Eric Hernández-Villalón,* Heladia Josefa García,* Juan Carlos Rojas-Bautista,** Ma. Antonieta Romero-Navarrete,** Luisa G Beirana-Palencia,* Ana Luisa Girón-Vargas,* Joaquín Rodolfo Zepeda-Sanabria,*** Manuel Vera-Canelo***

RESUMEN

Objetivo: Examinar el efecto de la anastomosis cavopulmonar superior (ACPS) o Glenn bidireccional (GB), en la distribución del flujo sanguíneo pulmonar (FSP) en un grupo de pacientes, que fueron sometidos a dicho procedimiento como una etapa intermedia y antes de completar la cirugía de Fontan. **Pacientes y métodos:** Se realizaron estudios de perfusión pulmonar en 23 pacientes con un ventrículo único funcional con atresia pulmonar, quienes fueron sometidos a anastomosis cavopulmonar superior, como una etapa intermedia previa al procedimiento de Fontan, para establecer la distribución de perfusión intrapulmonar. Los estudios de seguimiento, se completaron con ecocardiografía bidimensional en todos los pacientes y cateterismo cardíaco en cinco de ellos. **Resultados:** En los estudios de perfusión pulmonar, se encontró una distribución simétrica del FSP en el 17% de los pacientes, mientras que una distribución asimétrica del FSP, en el 83% de los pacientes. Para el grupo total, se evidenció una mejor distribución del FSP hacia el pulmón derecho. El diámetro proximal entre las ramas pulmonares mostró una diferencia estadísticamente significativa. El cateterismo cardíaco no demostró elevación de la presión media pulmonar, excepto en dos pacientes. **Conclusiones:** Estos resultados sugieren que la distribución anormal del flujo sanguíneo pulmonar, puede desarrollarse en aquellos pacientes sometidos a una anastomosis cavopulmonar superior. El tamaño insuficiente de las ramas pulmonares podría ser responsable de estas anomalías en la perfusión pulmonar.

Palabras clave: Perfusión pulmonar, anastomosis cavopulmonar bidireccional (Glenn bidireccional), enfermedad cardíaca congénita.

ABSTRACT

Objective: To examine the effects of bidirectional cavopulmonary anastomosis (Glenn shunt) on pulmonary blood flow distribution in a group of patients who underwent the procedure as an intermediate stage before the Fontan procedure. **Patients and methods:** Perfusion lung scans were performed in 23 patients with a functional single ventricle with pulmonary atresia who underwent Glenn shunt anastomosis as an intermediate stage previous to the Fontan procedure, to determine the distribution of pulmonary blood flow. Follow-up studies included echocardiography in every patient and angiography in five of them. **Results:** Perfusion lung scans showed symmetric distribution of pulmonary blood flow in 17% of the patients, whereas an asymmetric distribution of pulmonary blood flow was found in 83% of the patients. Overall there was a better distribution of pulmonary blood flow toward the right lung. The proximal diameter of the main pulmonary arteries showed a significant difference between them. Angiography did not show an increase in mean pulmonary arterial pressure except in two patients. **Conclusions:** Our results suggest that an abnormal distribution of pulmonary blood flow might occur in those patients who underwent cavopulmonary anastomosis. Decrease in diameter of the main pulmonary arteries could be responsible of the perfusion abnormalities.

Key words: Lung perfusion, bidirectional cavopulmonary anastomosis (Glenn shunt), congenital heart disease.

INTRODUCCIÓN

Cada vez con mayor frecuencia, la anastomosis cavopulmonar superior (ACPS) o Glenn bidireccional (GB) es el procedimiento quirúrgico paliativo elegido para tratar a pacientes portadores de cardiopatías congénitas complejas. El espectro de los defectos subsidiarios de ser tratados con esta técnica no sólo

* Departamento de Cardiología Pediátrica.

** Departamento de Medicina Nuclear.

*** Departamento de Cirugía Cardiovascular.

Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional, Siglo XXI. IMSS, México, DF.

[§] Premio "Dr. Carlos Pérez Treviño", XI Congreso Nacional, ANCAM-Noviembre 2005.

se circumscribe a las cardiopatías con fisiología de corazón univentricular, sino también a aquéllas en las que la corrección biventricular se hace imposible.¹⁻³ La técnica, entendida actualmente como paso intermedio, es la preferida en la estrategia terapéutica destinada a una paliación más definitiva.⁴⁻⁶ Desde el punto de vista hemodinámico, la ventaja más importante del GB es la reducción de la sobrecarga del volumen ventricular, aspecto que, según algunos autores, contribuye de manera fundamental a preservar la función ventricular.⁷ Otros beneficios se derivan de la mejoría de los valores de la saturación sistémica de oxígeno y de la perfusión a los pulmones con un flujo venoso a baja presión, y de evitar la distorsión anatómica que las cirugías paliativas previas al GB provocan con elevada frecuencia en el árbol vascular pulmonar.^{8,9} Varios centros, han publicado su experiencia con el procedimiento de GB para documentar sus efectos benéficos y cómo influyen positivamente en los resultados del paciente, posterior al procedimiento de Fontan.^{4-6,10,11} Existen descripciones en niños con enfermedad cardíaca congénita, de un desarrollo anatómico anormal de los componentes respiratorio y vascular de los pulmones.^{12,13} En un estudio de perfusión pulmonar, realizado en un grupo de 45 pacientes posterior a anastomosis cavopulmonar bidireccional (Hemifontan), documentaron una distribución asimétrica del flujo sanguíneo pulmonar (FSP) en el 73% de los pacientes.¹⁴ Hay, sin embargo, poca información de los efectos funcionales y significado clínico de la perfusión pulmonar asimétrica al momento de la corrección definitiva de la cardiopatía. El estudio actual, fue diseñado retrospectivamente para examinar el efecto del GB, en la distribución del FSP en un grupo de pacientes quienes fueron sometidos a dicho procedimiento, como un paso intermedio a la cirugía de Fontan.

MATERIAL Y MÉTODOS

Pacientes

Se incluyeron en el estudio 23 pacientes con un ventrículo único funcional, a los que se les realizó anastomosis cavopulmonar superior como una etapa intermedia antes de completar el procedimiento de Fontan. En todos los pacientes se efectuaron estudios de ecocardiografía bidimensional Doppler/color y gammagrafía pulmonar perfusoria, como parte de su seguimiento de control. Los subgrupos anatómicos, basados en las lesiones cardíacas, incluyeron 5 pacientes con atresia tricuspídea, 6 pacientes con

atresia pulmonar sin CIV, 4 pacientes con ventrículo único, 5 pacientes con atresia pulmonar con CIV y 3 pacientes con otras patologías cardíacas. Ninguno de estos pacientes tenía dextrocardia o heterotaxia visceral. Los estudios realizados posterior a la ACPS incluyeron, ecocardiografía bidimensional y Doppler/color, cateterismo cardíaco y estudio gammagráfico perfusorio pulmonar.

Procedimiento quirúrgico

La anastomosis cavopulmonar superior o Glenn bidireccional, consistió en la anastomosis terminolateral de la vena cava superior derecha a la arteria pulmonar derecha, con plastía de la rama pulmonar derecha en los casos con estenosis condicionada por una fistula sistémico pulmonar derecha previa, así como también, ligadura de la fistula sistémico pulmonar. Ninguno de estos pacientes tenía una anastomosis cavopulmonar superior izquierda. Quedaron excluidos del estudio los casos con continuidad vena cava inferior-vena ácigos-vena cava superior, ya que la realización del GB supuso la derivación total de la sangre venosa sistémica hacia el circuito pulmonar.

Estudio gammagráfico pulmonar

El estudio de perfusión pulmonar se llevó a cabo bajo sedación del paciente, posterior a la administración intravenosa de 3mCi/1.73 m²SC de macroagregados de albúmina marcados con Tc^{99m}, estando el paciente en posición supina dentro de la cámara gamma. La perfusión pulmonar relativa se determinó con el trazo de áreas de interés sobre cada campo pulmonar en la proyección posterior. Imágenes en proyecciones múltiples permitieron la evaluación de la distribución del flujo sanguíneo dentro de cada pulmón.

Una distribución normal del flujo sanguíneo pulmonar (FSP) se definió, si un pulmón recibió del 45-55% del FSP total (el otro pulmón puede también recibir 45-55% del FSP total). Una disminución leve se definió, si un pulmón recibió del 35-44% del FSP total. Una disminución moderada se definió, si un pulmón recibió del 25-34% del FSP total y una disminución severa si un pulmón recibió < 24% del FSP total.

Ecocardiografía

Cada paciente se sometió a seguimiento ecocardiográfico bidimensional y Doppler color bajo sedación con midazolam intranasal (50 µg/kg). El equipo utilizado fue un ultrasonido Toshiba Sonolayer 500 con

un transductor de 5 MHz. Todos los estudios fueron grabados en un cassette formato VHS. El diámetro proximal de las ramas pulmonares fue medido en tomas de eje corto paraesternal alto.

Estudio hemodinámico y angiográfico

Posterior al GB se efectuó cateterismo cardiaco en 5 pacientes. En todos los casos se registró la presión media de la VCS y presiones sistólica y media de la arteria pulmonar derecha. También se obtuvieron la saturación sistémica de oxígeno, la relación de flujo pulmonar y sistémico, la resistencia arteriolar pulmonar y las presiones del ventrículo izquierdo. Así mismo, se examinaron con detalle las angiografías realizadas para visualizar el árbol vascular pulmonar, detectando y valorando así la presencia de estenosis en las ramas de la arteria pulmonar.

Análisis estadístico

Las variables continuas se expresan como media o mediana, desviación estándar (DE) y rango. Se utilizó prueba t-Student para la comparación de los grupos en las variables cuantitativas y para la comparación de variables cualitativas se usó Chi cuadrada de Mantel-Haenszel. Se consideró estadísticamente significativo un valor de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Fueron 14 hombres y 9 mujeres. La mediana de edad fue de 60 meses (rango de 18-270 meses). La media de peso y talla fue de 16.4 ± 4.3 kg (rango 9 - 24.5 kg) y de 102 ± 14 cm (rango 75-125 cm) respectivamente. Se realizó una cirugía paliativa inicial en 18 pacientes: fistula sistémico-pulmonar derecha (Bla-lock-Taussig modificado) en 15 pacientes y cerclaje de la arteria pulmonar en 3 pacientes. La mediana de edad de la cirugía paliativa inicial fue de 2 meses (rango 1-24 meses). La media de edad de la ACPS fue de 36.6 ± 20 meses (rango 11-88 meses).

Distribución del flujo sanguíneo pulmonar

Para el grupo total, se observó una menor distribución del FSP hacia el pulmón izquierdo que hacia el pulmón derecho ($40.9 \pm 21.4\%$ versus $59.0 \pm 21.5\%$, respectivamente).

Basados en la distribución relativa del FSP entre los pulmones izquierdo y derecho, realizamos una distribución de los pacientes en cinco grupos (*Cuadro I*).

Grupo I. Cuatro pacientes mostraron una distribución normal del FSP entre los pulmones izquierdo y derecho $52.2 \pm 3.4\%$ (rango 48.8-56%) versus $47.7 \pm 2.4\%$ (rango 44-51.2%), respectiva-

Cuadro I. Características clínicas de 23 pacientes agrupados de acuerdo a su patrón de perfusión pulmonar.

Grupo	Patrón de perfusión pulmonar	Edad de la ACPS (meses)	FSP al pulmón derecho (%)	FSP al pulmón izquierdo (%)	Diámetro de RPD (mm)	Diámetro de RPI (mm)	Saturación sistémica (%)
I (n = 4)	Normal	32 ± 15.5 (21-55)	47.7 ± 3.4 (44-51.2)	52.2 ± 3.4 (48.8-56)	14.8 ± 2.6 (11-16.8)	11.6 ± 2.7 (9.2-15.3)	76.7 ± 4.9 (73-84)
II (n = 4)	Disminución de perfusión leve al pulmón izq.	48.5 ± 32.6 (17-88)	60.9 ± 3.3 (57.1-64.9)	39.1 ± 3.3 (35.1-42.9)	9.4 ± 2.6 (5.8-12)	9.4 ± 3.0 (5.3-11.8)	70.7 ± 5.9 (65-79)
III (n = 5)	Disminución de perfusión moderada al pulmón izq.	35.2 ± 22.5 (11-70)	69.7 ± 3.7 (65.9-75.2)	30.2 ± 3.7 (24.8-34.1)	11.7 ± 2.4 (8.3-14.1)	10.1 ± 3.0 (7.5-14.1)	74.0 ± 11.8 (58-85)
IV (n = 5)	Disminución de perfusión severa al pulmón izq.	37.8 ± 14.2 (17-53)	86.2 ± 3.7 (81.9-89.5)	13.7 ± 3.7 (10.5-18.1)	10.6 ± 3.2 (6.0-14.7)	10.4 ± 1.5 (8.7-12.4)	77.2 ± 5.3 (71-84)
V (n = 5)	Disminución de perfusión al pulmón derecho	30.8 ± 21.5 (11-67)	28.6 ± 11.6 (8.0-35.5)	71.4 ± 11.6 (64.5-94.0)	13.3 ± 3.7 (8.7-19.0)	11.9 ± 4.0 (7.2-18.0)	75.2 ± 5.0 (70-80)
Total (n = 23)		36.6 ± 20.0 (11-88)	59.0 ± 21.4 (8.0-89.5)	40.9 ± 21.5 (10.5-92.0)	11.9 ± 3.3 (5.8-19)	10.7 ± 2.8 (5.3-18)	75 ± 7 (58-85)

mente, $p > 0.05$] (*Figura 1*). Dos pacientes mostraron una mejor perfusión del pulmón izquierdo, que del derecho en este grupo.

Grupo II. Cuatro pacientes mostraron una disminución leve del FSP hacia el pulmón izquierdo comparada con el pulmón derecho: $39.1 \pm 3.3\%$ (rango 35.1-42.9%) versus $60.9 \pm 3.3\%$ (rango 57.1-64.9%) respectivamente, $p < 0.05$, (*Figura 2A*).

Grupo III. Cinco pacientes mostraron una disminución moderada del FSP hacia el pulmón izquierdo, comparado con el pulmón derecho: $30.2 \pm 3.7\%$ (rango 24.8-34.1%) versus $69.8 \pm 3.7\%$ (rango 65.9-75.2%) respectivamente, $p < 0.05$ (*Figura 2B*).

Grupo IV. Cinco pacientes mostraron una disminución severa del FSP hacia el pulmón izquierdo, comparado con el pulmón derecho: $13.7\% \pm 3.8\%$ (rango 10.5-18.1%) versus $86.3 \pm 3.8\%$ (rango 81.9-89.5%) respectivamente, $p < 0.05$ (*Figura 2C*).

Grupo V. En los restantes 5 pacientes, se observó una mejor perfusión hacia el pulmón izquierdo, que hacia el pulmón derecho: $71.4 \pm 11.6\%$ (rango 64.5-92.0%) versus $28.6 \pm 11.6\%$ (rango 8.0-35.5%) respectivamente, $p < 0.05$, (*Figura 2D*).

Del total de pacientes, 34.8% (8/23) mostraron una distribución normal o ligeramente disminuida del FSP posterior a la ACPS, y 65.2% (15/23) mostraron una anormalidad moderada a severa de la distribución del FSP entre los dos pulmones.

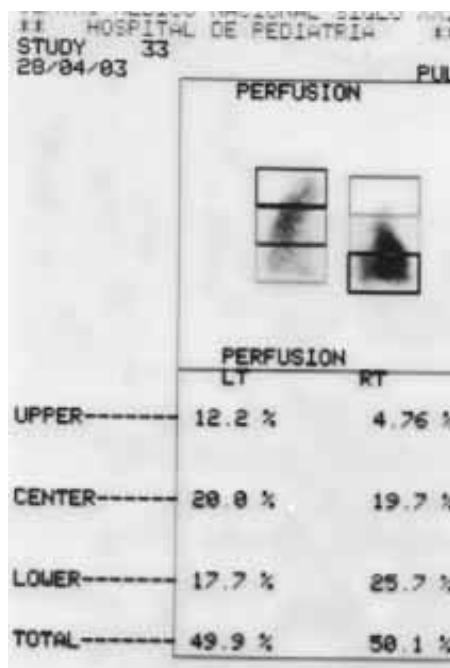


Figura 1. Gamagrama de perfusión pulmonar (en proyección antero-posterior) de un paciente, posterior al procedimiento de anastomosis cavopulmonar superior y con distribución simétrica del flujo sanguíneo pulmonar.

Analizando la distribución del FSP en cada uno de los pulmones, se encontró lo siguiente: un patrón de FSP normal ($> 45\%$) hacia el pulmón derecho se observó en 16 pacientes ($68.8 \pm 13.9\%$) y un patrón disminuido ($< 44\%$) en 7 pacientes ($28.0 \pm 3.6\%$), $p = 0.04$. Mientras que un patrón de FSP normal al pulmón izquierdo se observó en 9 pacientes ($59.7 \pm 6.8\%$) y un patrón disminuido en 14 pacientes ($27.4 \pm 12.0\%$), $p = 0.08$.

Diámetro proximal de las arterias pulmonares

El diámetro proximal de la rama pulmonar izquierda (RPI) medido por ecocardiografía bidimensional para el grupo total varió de 5.3-18.0 mm (10.7 ± 2.8 mm) comparado con la rama pulmonar derecha (RPD) el cual varió de 5.8-19 mm (11.9 ± 3.3 mm), $p < 0.05$ (*Cuadro I*).

Estudio hemodinámico y angiográfico

Los valores hemodinámicos del cateterismo cardíaco posterior a la ACPS, se obtuvieron en 5 pacientes. La presión media de la arteria pulmonar derecha varió de 5-16 mmHg (11.0 ± 4.6 mmHg) y de la arteria pulmonar izquierda varió de 5-19 mmHg (10.6 ± 5.2 mmHg), $p < 0.05$. Hubo sólo 2 pacientes con una presión media pulmonar mayor de 15 mmHg. La presión diastólica final del VI varió de 2-8 mmHg (5.8 ± 2.4 mmHg). La saturación sistémica para el grupo total varió de 58-85% ($75 \pm 7\%$). En ninguno de los pacientes se evidenció estenosis u obstrucción en las ramas pulmonares o colaterales venosas, posterior a la cavografía superior derecha o angiograma de la rama pulmonar derecha.

DISCUSIÓN

Debido a que el procedimiento de Fontan crea un estado hemodinámico, en el cual la fuerza que lleva el flujo sanguíneo pulmonar es en gran parte, un residuo de la fuerza contráctil de la cámara ventricular principal.¹⁵ La resistencia vascular pulmonar y la función ventricular son los principales determinantes de los resultados del estado hemodinámico creado por el procedimiento de Fontan. Con el incremento en la aplicación del procedimiento de Fontan para lesiones cardíacas congénitas complejas y en niños pequeños, varias modificaciones han sido realizadas para mejorar los resultados en este grupo de pacientes. Una de estas modificaciones, ha sido la reintroducción del concepto de Glenn como parte del proce-

dimiento, con anastomosis bidireccional de la vena cava superior a ambas arterias pulmonares.^{1-5,10,11}

Varios investigadores han evaluado los aspectos de ventilación y perfusión pulmonar a través de gammagráfia pulmonar, posterior a la anastomosis cavopulmonar (Glenn clásico)^{16,17} o procedimiento de Hemifontan o Fontan.^{14,18} Los estudios de ventilación pulmonar han sido reportados como normales posterior al GB o cirugía de Fontan.^{14,16} Las anor-

malidades en la perfusión pulmonar, han sido observadas posterior a ambos procedimientos y se ha especulado, que son un factor de base para el desarrollo de fistulas arteriovenosas pulmonares.^{16,18} A pesar del incremento en la realización de la anastomosis cavopulmonar superior para anomalías cardíacas complejas, la distribución del flujo sanguíneo pulmonar, bajo condiciones de un flujo pulsátil a baja presión, es aún controvertido. Diversos estu-

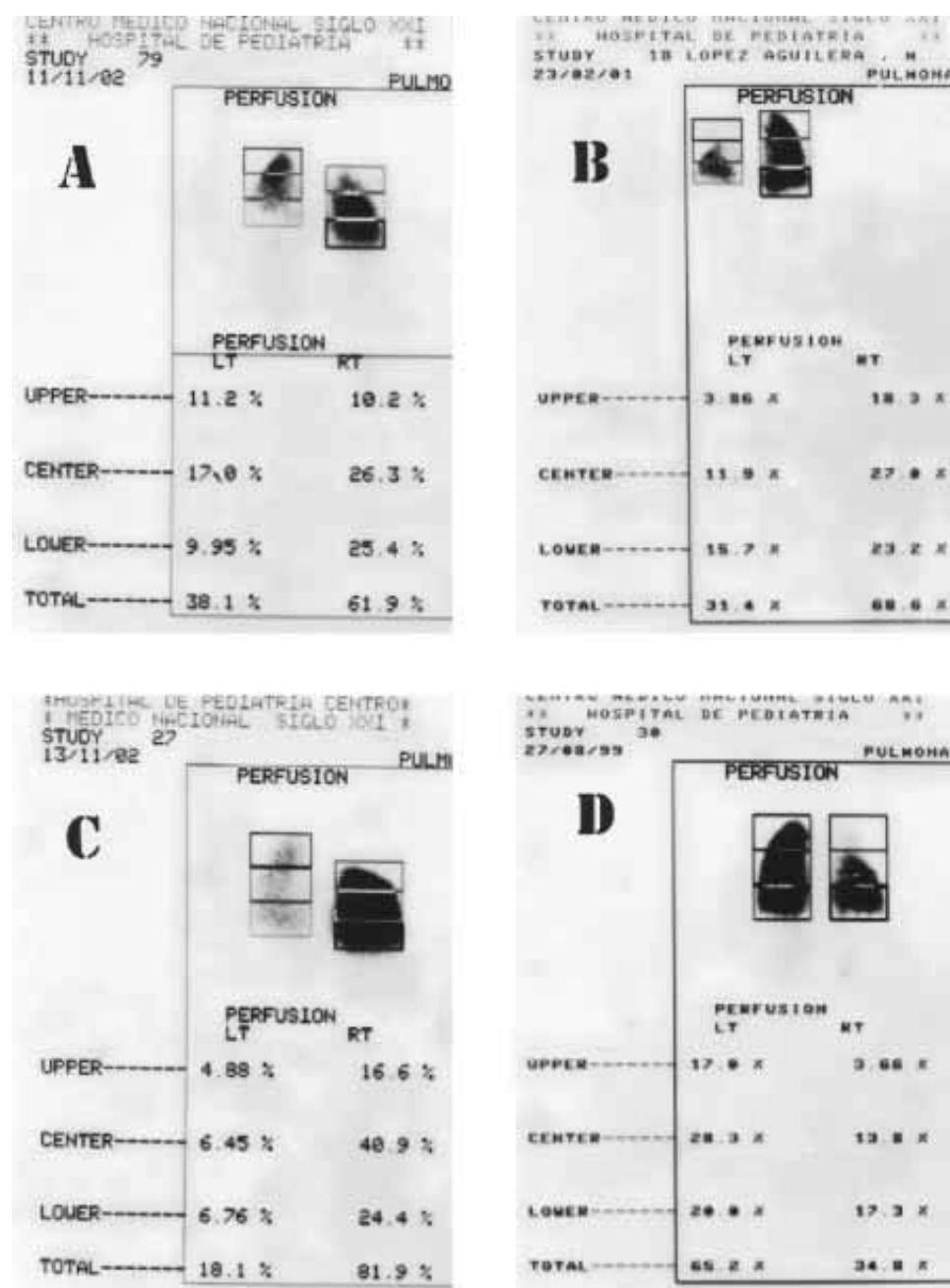


Figura 2. Gammagramas de perfusión pulmonar (en proyección antero-posterior) de cuatro pacientes, posterior a la anastomosis cavopulmonar superior y con alteraciones de la perfusión pulmonar. (A) Paciente con leve disminución del flujo sanguíneo pulmonar (FSP) al pulmón izquierdo. (B) Paciente con disminución moderada del FSP al pulmón izquierdo. (C) Paciente con disminución severa del FSP al pulmón izquierdo. (D) Paciente con mejor perfusión al pulmón izquierdo, que al derecho.

dios,^{17,19} han demostrado que el flujo sanguíneo intrapulmonar posterior al Glenn, fue predominantemente a los segmentos pulmonares inferiores. Pennington et al.²⁰ reportan que la distribución del flujo sanguíneo pulmonar es más homogénea en pacientes posterior a la cirugía de Fontan, que al procedimiento de Glenn bidireccional.

Otros autores,²¹ han demostrado mediante estudios patológicos, que la mala distribución del flujo sanguíneo pulmonar pudiera estar relacionada a varias causas, tales como la hipoxia alveolar, el aumento del flujo sanguíneo pulmonar, la hipertensión pulmonar y la presión venosa pulmonar elevada. Tomando en cuenta los mecanismos de esta mala distribución del flujo sanguíneo pulmonar, la resistencia vascular pulmonar puede ser, uno de los más importantes factores que afectan la distribución de la perfusión intrapulmonar.^{18,22}

En el presente estudio retrospectivo, para el grupo total observamos una mejor distribución del FSP hacia el pulmón derecho, excepto en 5 pacientes. Sólo 4 de 23 pacientes (17.4%) mostraron una distribución simétrica del FSP entre ambos pulmones, y en los restantes 19/23 (82.6%) se observó una distribución asimétrica, la cual fue moderada a severa en 10 de los 23 pacientes (43.5%). Los datos de distribución asimétrica del FSP encontrados en este estudio, son en pequeño mayor porcentaje que lo reportado por otros autores,^{9,15} ya que en dichos estudios reportan un porcentaje promedio de 73% de FSP asimétrico y 27% de FSP simétrico.

Aunque el diámetro de la rama pulmonar izquierda (RPI) fue ligeramente menor que el diámetro de la rama pulmonar derecha (RPD) (medido por ecocardiografía), esto no lo consideramos como un factor de base para la asimetría en la perfusión pulmonar a pesar de que hubo una diferencia estadísticamente significativa. Debemos tomar en cuenta que el estado vascular preoperatorio, incluyendo el desarrollo del lecho vascular pulmonar, puede ser un determinante importante de la distribución del flujo sanguíneo posoperatorio,^{18,23} más que el diámetro de las ramas.¹⁴

La mejor perfusión hacia el pulmón derecho posterior a la ACPS pudiera, en parte, estar relacionada con uno o más de los siguientes factores:

1. Un volumen pulmonar derecho mayor; se conoce que el pulmón derecho es mayor en volumen que el pulmón izquierdo. Utilizando xenón-133, Pennington et al.¹⁹ encontraron que el porcentaje de volumen pulmonar aportado por el pulmón derecho fue de 57% (rango 50-65%) comparado al 43% (rango 35-50%) aportado por el pulmón izquierdo.

Un moderado grado de cardiomegalia, podría influir en el volumen pulmonar izquierdo y disminuir relativamente su perfusión.

La vena cava superior derecha está anatómicamente relacionada a la rama pulmonar derecha (y pulmón derecho), lo cual puede contribuir al flujo preferencial del retorno venoso de la vena cava superior al pulmón derecho.

Estos factores pueden interrelacionarse de tal manera, que el FSP sea más favorecido hacia el pulmón derecho.⁹ Es también altamente probable, que las fistulas previas contribuyan a estas anormalidades en la perfusión, especialmente cuando existan distorsiones en la anatomía de las ramas pulmonares.

Algunos autores han reportado¹⁴ un incremento en la mortalidad, posterior a la realización de la cirugía de Fontan, en donde se ha observado una disparidad accentuada en la distribución del flujo pulmonar, sin embargo debe tenerse en cuenta que el número de pacientes es muy pequeño, y que el análisis estadístico no documentó diferencias significativas. En nuestro estudio, el pequeño número de pacientes en cada grupo, no nos permite utilizar métodos estadísticos más avanzados. Es necesario contar con estudios de seguimiento a largo plazo, con análisis estadísticos más avanzados, para respondernos la siguiente pregunta: ¿las alteraciones en el flujo sanguíneo pulmonar, influyen en la mortalidad, posterior a la cirugía de Fontan?

CONCLUSIONES

Aunque los procedimientos de anastomosis cavopulmonar superior y el Hemifontan son generalmente realizados como un paso intermedio, éstos generalmente son de corta duración (6-12 meses), antes de completar la cirugía de Fontan. El efecto a largo plazo de estas anormalidades en la perfusión pulmonar, es por tanto, una parte del resultado global de estos pacientes, posterior a completar el procedimiento de Fontan.

Los estudios de seguimiento a largo plazo pueden ayudarnos a clarificar, si las anormalidades del flujo sanguíneo pulmonar afectan la sobrevida de los pacientes sometidos a Fontan, o si las anormalidades en el flujo sanguíneo pulmonar deberán ser consideradas como un factor de riesgo, en aquellos pacientes candidatos a cirugía de Fontan.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kopf GS, Laks H, Stansel HC, Hellenbrand WE, Kleinman ChS, Talner NS. Thirty-year follow up of superior vena cava-pulmonary artery (Glenn) shunts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 100: 662-671.

2. Mainwaring RD, Lamberti JJ, Moore JW. The bidirectional Glenn and Fontan procedures integrated management of the patient with a functionally single ventricle. *Cardiol Young* 1996; 6: 198-207.
3. Quero M, Maitre MJ, Brito JM, Pérez de León I, López M, Rubio D. Anastomosis cavo-atriopulmonar. *Rev Esp Cardiol* 1993; 46: 101-118.
4. Castañeda AR. From Glenn to Fontan: a continuing evolution. *Circulation* 1992; 86 (Suppl II): 80-84.
5. Pridjian AK, Mendelsohn AM, Lupinetti FM, Beekman RH, Dick M, Server G et al. Usefulness of the bidirectional Glenn procedure as staged reconstruction for the functional single ventricle. *Am J Cardiol* 1993; 71: 959-962.
6. Day RW, Baker ChM, Caton JR, Hawkins JA, McGough EC. Bidirectional cavopulmonary shunt with additional source of pulmonary flow: an interim or final stage of palliation. *Cardiol Young* 1997; 7: 63-70.
7. Freedom RM, Nykanen D, Benson LN. The physiology of the bidirectional cavopulmonary connection. *Ann Thorac Surg* 1998; 66: 664-667.
8. Allgood NL, Alejos J, Davis C, Drinkwater DC, Lacks H. Effectiveness of the bidirectional Glenn shunt procedure for volume unloading in the single ventricle patient. *Am J Cardiol* 1994; 74: 834-836.
9. Mazzera E, Corno A, Picardo S, Di Donato R, Marino D, Costa D et al. Bidirectional cavo-pulmonary shunts: clinical applications as staged or definitive palliation. *Ann Thorac Surg* 1989; 47: 415-420.
10. Chang AC, Hanley FL, Wernovsky G, Rosenfeld HM, Wessel DL, Jonas RA et al. Early bi-directional cavopulmonary shunt in young infants. Postoperative course and early results. *Circulation* 1993; 88: 149-158.
11. Bridges ND, Jonas RA, Mayer JE. Bidirectional cavopulmonary anastomosis as interim palliation for high risk Fontan candidates-early results. *Circulation* 1990; 80(Suppl IV): 170-176.
12. Haworth SG, Reid L. Quantitative structural study of pulmonary circulation in the newborn with pulmonary atresia. *Thorax* 1977; 32: 129-133.
13. Ravinovitch M, Herrera-De León V, Constenda AR, Reid L. Growth and development of the pulmonary vascular bed in patients with Tetralogy of Fallot with and without pulmonary atresia. *Circulation* 1981; 64: 1234-1249.
14. Seliem MA, Murphy J, Vetter J, Heyman S, Norwood W. Lung perfusion patterns after bidirectional cavopulmonary anastomosis (Hemi-Fontan procedure). *Pediatr Cardiol* 1997; 18: 191-197.
15. Hopkins R, Armstrong B, Serwer G, Peterson R, Oldham N. Physiological rationale for a bi-directional cavopulmonary shunt. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 90: 391-398.
16. Cloutier AS, Ash JM, Smallhorn JF. Abnormal distribution of pulmonary blood flow after the Glenn shunt or Fontan operation: risk of development of arteriovenous fistulae. *Circulation* 1985; 72: 471-479.
17. Laks H, Mudd G, Standeven J, Fagan L, Willman VL. Long-term effect of the superior vena cava-pulmonary artery anastomosis on pulmonary blood flow. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1977; 74: 253-260.
18. Matsushita T, Matsuda H, Ogawa M, Ohno K, Sano T, Nakano S et al. Assessment of the intrapulmonary ventilation-perfusion distribution after the Fontan procedure for complex cardiac anomalies: relation to pulmonary hemodynamics. *JACC* 1990; 15: 842-848.
19. Samanek M, Oppelt A, Kasalicky J, Voriskova M. Distribution of pulmonary blood flow after cavopulmonary anastomosis (Glenn operation). *Br Heart J* 1969; 31: 511-516.
20. Pennington DG, Nouri S, Ho J. Glenn shunt: long term results and current role in congenital heart operations. *Ann Thorac Surg* 1981; 31: 532-539.
21. Dollery C, West J, Wilcken D, Goodwin J, Hugh-Jones P. Regional pulmonary blood flow in patients with circulatory shunts. *Br Heart J* 1961; 23: 225-235.
22. Dunn J, Kirsh M, Harness J, Carroll M, Straker J, Sloan H. Hemodynamic, metabolic and hematologic effects of pulsatile cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1974; 68: 138-147.
23. Nakazawa M, Nojima K, Okuda H. Flow dynamics in the main pulmonary artery after the Fontan procedure in patients with tricuspid atresia or single ventricle. *Circulation* 1987; 75: 1117-1123.

Dirección para correspondencia

Dr. J. Rafael Parra Bravo

Av. Revolución No. 1122 Col. San José Insurgentes

C.P. 03900 México, DF.

Teléfono 5660.0622.

Correo electrónico: (rafaparra_bravo@hotmail.com).