

El flujo colateral aortopulmonar como un factor de riesgo para el *bypass* de corazón derecho

Aortopulmonary collateral flow as a risk factor for right heart bypass operation

H. ICHIKAWA, T. YAGIHARA, Y. KAWASHIMA

National Cardiovascular Center, Osaka, Japan
Trabajo recibido para su publicación: 10/94 Aceptado: 10/94

Se midió el retorno cardíaco durante el paro cardíaco en 33 pacientes operados con un cortocircuito del corazón derecho. El volumen del retorno cardíaco se relacionó con la presión venosa sistémica luego de la cirugía. En 4 de los 6 pacientes cuyo porcentaje de retorno cardíaco (porcentaje de retorno cardíaco: relación del retorno cardíaco durante el paro cardíaco con el flujo total del *bypass* cardiopulmonar) fue mayor del 30% la cirugía no fue exitosa. Aquellos pacientes cuyo porcentaje de retorno cardíaco fue mayor del 30% tenían el índice de área de la arteria pulmonar menor de 0,55, pero no se observó la relación contraria. Seis de los 11 pacientes cuyo índice de área de la arteria pulmonar era menor de 0,55 y la saturación arterial de oxígeno mayor del 75%, tenían un retorno cardíaco mayor del 30%. El monto del retorno cardíaco se relacionó con la edad de los pacientes, excepto en aquellos cuyas arterias colaterales aortopulmonares mayores fueron embolizadas en el preoperatorio. Se concluye que el flujo colateral aortopulmonar es uno de los factores de riesgo para el *bypass* del corazón derecho, causando elevación de la presión venosa sistémica luego de la cirugía y que es posible predecir el volumen del flujo colateral mediante evaluaciones preoperatorias. *Rev Arg Cardiol* 1995; 63 (6): 583-588.

Palabras clave Flujo colateral aortopulmonar - Factor de riesgo - *Bypass* de corazón derecho

Cardiac return during cardiac arrest was measured in 33 patients who underwent right heart bypass operation. The extent of cardiac return related to post-repair systemic venous pressure. In 4 out of 6 patients with percent cardiac return (percent cardiac return: ratio of cardiac return during cardiac arrest to total cardiopulmonary bypass flow) of more than 30% had pulmonary artery area index less than 0.55, but not vice versa. Six out of 11 patients, whose pulmonary artery area index was less than 0.55 and SaO₂ was more than 75%, had cardiac return more than 30%. Extent of cardiac return related to the age of patient except those whose major aortopulmonary collateral arteries were embolized preoperatively. It is concluded that aortopulmonary collateral flow is one of the risk factors for right heart bypass operation causing elevation of post-repair systemic venous pressure and the extent of aortopulmonary collateral flow is possible to be predicted by the preoperative examinations.

Key words Aortopulmonary collateral flow - Risk factor - Right heart bypass

Existen numerosos factores de riesgo para el *bypass* del corazón derecho.

En 1978 Choussat y Fontan describieron los diez mandamientos para esta operación. (1) Sin embargo,

There are numerous risk factors in right heart bypass operation.

Choussat and Fontan described ten commandments for this operation in as early as 1978. (1) However, some of

algunos de ellos no se consideran cruciales en la actualidad. Los factores de riesgo se han agrupado en tres categorías: función ventricular, circulación pulmonar y arritmia. En relación con la circulación pulmonar, los factores de riesgo son: la presión arterial pulmonar preoperatoria elevada, el aumento de las resistencias vasculares pulmonares y el diámetro de las arterias pulmonares. Por experiencias clínicas previas teníamos la impresión de que los pacientes con retorno cardíaco aumentado durante la cardioto-mía tenían frecuentemente resultados pobres. Por eso en los últimos pacientes consecutivos estudiamos el retorno intracardíaco en relación con varios parámetros, para definir su significado como factor de riesgo en el *bypass* del corazón derecho, y si ello fuera así, encontrar el método para predecir el volumen del retorno intracardíaco en el preoperatorio. (2)

PACIENTES

Treinta y tres pacientes consecutivos que fueron sometidos a *bypass* del corazón derecho se estudiaron entre noviembre de 1987 y enero de 1990. La edad osciló entre 1 y 16 años, con un promedio de $6,7 \pm 3,8$ años ($\pm = DS$: desviación estándar). Dieciséis pacientes tenían un ventrículo único, atresia tricuspídea 9 pacientes, 3, atresia mitral, 3, un doble tracto de salida del ventrículo derecho, uno, atresia pulmonar y otro estenosis pulmonar. Quince pacientes tenían situs solitus, 2 situs inversus y 16 situs ambiguo. Dieciocho pacientes habían sido sometidos a una o más operaciones previas: anastomosis de Blalock-Taussig en 16 pacientes, uno un Glenn, otro con un Waterston y un paciente con una comunicación interauricular. En 4 pacientes se había realizado una embolización preoperatoria de las arterias colaterales aortopulmonares mayores (MAPCA).

El flujo pulmonar osciló entre 1,6 y 8,3, con un promedio de $4,0 \pm 2,0$ l/min/m². La resistencia vascular pulmonar osciló entre 0,4 y 3,7, con un promedio de $2,1 \pm 1,7$ Um². El índice de área de la arteria pulmonar (PAAI: área seccional media de la arteria pulmonar dividido por el área seccional de la arteria pulmonar derecha normal) osciló entre 0,35 y 1,36, con un promedio de $0,67 \pm 0,29$. El área normal de la arteria pulmonar derecha fue calculada mediante la ecuación de Castellanos y colaboradores. (3)

METODO DE LA OPERACION Y MEDICIONES

En 20 pacientes se realizó una conexión atriopulmonar directa y en los 13 restantes una conexión cavopulmonar total.

Luego del clampeo de la aorta durante el *bypass* cardiopulmonar, se midió el flujo colateral aortopulmonar, recolectando la sangre que retornó al corazón por vía de las venas pulmonares. El volumen de sangre se midió en un reservorio aislado de cardioto-

these commandments are no more considered to be crucial at present. These risk factors are categorized into three, namely, ventricular function, pulmonary circulation and arrhythmia. Concerning to the pulmonary circulation, preoperative high pulmonary artery pressure, high pulmonary vascular resistance and the size of pulmonary arteries have been considered to be the risk factors relating to pulmonary circulation. As we have the impression from the previous clinical experiences that the patients who had a large amount of intracardiac return during cardiectomy had often poor results, we have studied the intracardiac return in the recent consecutive patients in relation to various parameters to elucidate the meaning of intracardiac return as a risk factor of the right heart bypass operation and if it is so, to find out the method predicting the amount of intracardiac return preoperatively. (2)

PATIENTS

Thirty-three consecutive patients who underwent right heart bypass operation between November 1987 and January 1990 are the subject of this study. The age ranged from 1 to 16 years with an average of 6.7 ± 3.8 years (SD: standard deviation). There were 16 patients with single ventricle, 9 patients with tricuspid atresia, 3 patients with mitral atresia, 3 patients with double outlet right ventricle, 1 patient with pulmonary atresia and 1 patient with pulmonary stenosis. Fifteen patients had situs solitus, 2 patients situs inversus and 16 patients situs ambiguous. Eighteen patients had one or more previous operations: namely Blalock-Taussig shunt in 16, Glenn shunt in 1, Waterston in 1 and creation of atrial septal defect in 1. Preoperative embolization of major aortopulmonary collateral arteries (MAPCA) had been performed in 4 patients.

Pulmonary blood flow ranged from 1.6 to 8.3 with an average of 4.0 ± 2.0 l/min/m². Pulmonary vascular resistance index ranged from 0.4 to 3.7 with an average of 2.1 ± 1.7 Um². Pulmonary artery area index (PAAI: mean pulmonary artery sectional area divided by normal right pulmonary artery sectional area) ranged from 0.35 to 1.36 with an average of 0.67 ± 0.29 . Normal right pulmonary artery area was obtained from Castellanos et al's equation. (3)

METHOD OF OPERATION AND MEASUREMENT

Direct atriopulmonary connection was performed in 20 patients and total cavopulmonary connection was performed in the remaining 13 patients.

After cross clamping the aorta during cardiopulmonary bypass, the amount of aortopulmonary collateral flow was measured by collecting the blood returning to the heart via the pulmonary veins. The volume of this blood was measured in an isolated cardiectomy reservoir over a 1 minute period on more than 3 separate occasions and an average rate was calculated. The extent of this collateral flow was expressed by the percentage (percent cardiac return: %CR) of this flow rate to the total cardiopulmonary

Tabla 1

Retorno cardíaco durante la cardiectomía y presión venosa sistémica después del *bypass* cardiopulmonar

%RC	Nº	PVS	Fracaso
0-9%	7	13,6 ± 1,4	2 (29%)
10-19%	11	13,5 ± 1,9	3 (27%)
20-29%	9	15,1 ± 1,5	0 (0%)
30-39%	4	16,5 ± 2,9	2 (50%)
> 40%	2	18,0 ± 1,4	2 (100%)
Total	33	14,6 ± 2,2	9 (27%)

%RC: porcentaje del retorno cardíaco. PVS: presión venosa sistémica medida 6 horas después de la operación. Fracaso: muerte operatoria y retiro del *bypass* de ventrículo derecho.

mía, durante un período de 1 minuto en más de tres ocasiones y se calculó la tasa promedio.

La magnitud de este flujo colateral se expresó como el porcentaje de esta tasa en relación con el flujo total del *bypass* cardiopulmonar (porcentaje de retorno cardíaco: %RC).

La significación de la relación entre las variables se evaluó por medio del análisis de regresión lineal y se consideró significativo un valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

El %RC osciló entre el 6 y el 55%, con un promedio de $19,2 \pm 11,6\%$. Hubo 8 muertes posoperatorias intrahospitalarias y en 4 pacientes, incluyendo 3 que fallecieron después de la cirugía, el cortocircuito derecho fue suprimido. En 4 de 6 pacientes con %RC mayor del 30% el resultado fue malo, con muerte hospitalaria o supresión del cortocircuito.

Hubo una correlación significativa entre la presión de retorno venoso 6 horas después de la operación y el %RC ($p < 0,01$). Los valores de la presión venosa sistémica en cada grupo de %RC se muestran en la Tabla 1 junto con el número de fracasos.

Hubo una correlación significativa ($p < 0,01$) entre la presión venosa sistémica y el %RC medido. El %RC no mostró ninguna correlación con la presión en la aurícula izquierda en el posoperatorio, ni con el gradiente entre las presiones venosa sistémica y auricular izquierda.

Tabla 2

Retorno cardíaco durante la cardiectomía y área de la arteria pulmonar en el preoperatorio

PAAI	%RC	menos del 30%	30% o más
	0,55 o más	19	0
Menos de 0,55	6	6	

%RC: porcentaje de retorno cardíaco; PAAI: índice de área de la arteria pulmonar. Los datos estuvieron disponibles en 31 pacientes.

Table 1

Cardiac return during cardiectomy and systemic venous pressure after cardiopulmonary bypass

%CR	n	SVP	Unsuccessful
0-9%	7	13.6 ± 1.4	2 (29%)
10-19%	11	13.5 ± 1.9	3 (27%)
20-29%	9	15.1 ± 1.5	0 (0%)
30-39%	4	16.5 ± 2.9	2 (50%)
> 40%	2	18.0 ± 1.4	2 (100%)
Total	33	14.6 ± 2.2	9 (27%)

%CR: percent cardiac return. SVP: systemic venous pressure measured 6 hours after operation. Unsuccessful: operative death and take down of right ventricular bypass.

bypass flow rate.

The significance of relations between variable was evaluated by linear regression analysis and a p value of less than 0.05 was considered significant.

RESULTS

%CR ranged from 6 to 55% with an average of $19.2 \pm 11.6\%$. There were 8 postoperative hospital deaths and in 4 patients including 3 patients expired after surgery the right heart bypass was taken down.

Four out of 6 patients with the %CR of more than 30% were unsuccessful, which means hospital death or take down of the bypass procedure. There was a significant correlation between systemic venous pressure 6 hours after operation and %CR ($p < 0.01$). The values of systemic venous pressure in each group of %CR are shown in Table 1 together with the number of unsuccessful cases.

There was a significant correlation ($p < 0.01$) between the systemic venous pressure and %CR thus measured. %CR did not show any correlation with postoperative left atrial pressure or the pressure gradient between systemic venous pressure and left atrial pressure.

%CR did not show any significant correlation with preoperative anatomical parameters such as end-diastolic ventricular volume or pulmonary arterial area index. However, as shown in Table 2, all patients with %CR of more than 30% had PAAI of less than 0.55. %CR also showed no significant correlation with pulmonary vascular resistance. On the other hand, all 6 patients with %CR

Table 2

Cardiac return during cardiectomy and preoperative pulmonary arterial area

PAAI	%CR	less than 30%	30% or more
	0,55 o más	19	0
Menos de 0,55	6	6	

%CR: percent cardiac return. PAAI: pulmonary artery area index. Data were available in 31 patients.

Tabla 3
Parámetros preoperatorios de los pacientes y porcentaje de retorno cardíaco

SaO ₂ \ %PAAI	%PAAI	
	< 0,55	≥ 0,55
Más del 75%	6/10	0/15
75% o menos	0/2	0/4

Denominador: número de pacientes con tal combinación de parámetros preoperatorios. Numerador: número de pacientes con %RC de 30% o más. SaO₂: saturación arterial de O₂. Los datos estuvieron disponibles en 31 pacientes.

El %RC no mostró una correlación significativa con los parámetros anatómicos en el posoperatorio, como el volumen ventricular de fin de diástole o el PAAI. Sin embargo, como se muestra en la Tabla 2, todos los pacientes con un %RC mayor del 30% tuvieron una PAAI menor de 0,55. El %RC también mostró una correlación no significativa con la resistencia vascular pulmonar. Por otro lado, los 6 pacientes con un %RC mayor del 30% tuvieron una saturación de oxígeno arterial en el preoperatorio de más del 75%. Estos resultados se resumen en la Tabla 3.

El %RC tuvo una correlación significativa con la edad al operarlos ($P < 0,01$), excluyendo a 4 pacientes a los que se les efectuó una embolización de las arterias colaterales aortopulmonares mayores en el preoperatorio.

DISCUSION

Hemos publicado previamente que la presión media en la aurícula derecha por encima de 18 mmHg en el posoperatorio inmediato parecía ser un signo de pronóstico desfavorable. (4) Analizando los resultados de la operación de Fontan en 176 pacientes con atresia tricuspídea, Mair y colaboradores publicaron que los pacientes cuya presión media intraoperatoria en la aurícula derecha, una vez finalizada la reparación, fue 20 mmHg o menor, tuvieron una mortalidad global del 11%, mientras que aquellos con una presión en la aurícula derecha mayor de 20 mmHg tuvieron una mortalidad global tan alta como el 55%. (5) El efecto perjudicial de una presión venosa sistémica elevada luego del *bypass* derecho fue publicado por muchos investigadores. (6, 7) Los factores que contribuyen a una presión venosa sistémica elevada luego del *bypass* derecho son la función del ventrículo sistémico y la circulación pulmonar. Los factores relacionados con la circulación pulmonar han sido descritos por Choussat y Fontan como los mandamientos para este tipo de cirugía. (1) Ellos son: una presión media en la arteria pulmonar de 15 mmHg o menos, una resistencia pulmonar menor de 4 Um² y una relación entre los diámetros pulmonar y aórtico

Table 3
Preoperative parameters of the patients and % CR

SaO ₂ \ %PAAI	%PAAI	
	Less than 0.55	0.55 or more
Más del 75%	6/10	0/15
75% o menos	0/2	0/4

Denominator: number of patients with respective preoperative parameters. Numerator: number of patients with % CR of 30% or more. Data were available in 31 patients.

of more than 30% had preoperative arterial oxygen saturation of more than 75%. These results are summarized in Table 3.

%CR also had significant correlation with the age at operation ($p < 0.01$) excluding 4 patients who underwent embolization of the major aortopulmonary collateral arteries preoperatively.

DISCUSSION

Previously, we have reported that the immediate postoperative mean right atrial pressure above 18 mmHg seemed to be a sign of poor prognosis. (4) Analyzing the results of Fontan operation for 176 patients with tricuspid atresia, Mair and his associates reported that the patients, whose intraoperative post-repair right atrial mean pressure was 20 mmHg or less, had the overall mortality of 11%, whereas those with right atrial pressure of more than 20 mmHg have the overall mortality of as high as 55%. (5) The vicious effect of high systemic venous pressure after right heart bypass operation had been reported by many investigators. (6, 7) The factors contributing to the high systemic venous pressure after right heart bypass operation are the function of the systemic ventricle and pulmonary circulation. These factors in relation to pulmonary circulation are described as the commandments for this kind of operation by Choussat and Fontan. (1) They are mean pulmonary artery pressure of 15 mmHg or less, pulmonary resistance less than 4 Um², and pulmonary-aortic diameter ratio of 0.75 or more. These criteria are still alive although the numerical values have been the subject to modification by many investigators. From the experiences with other surgeries for cyanotic patients as well as with initial experience of this operation, we had strong suspicion that the amount of intracardiac return during cardiectomy is one of the risk factors relating the pulmonary circulation. Present investigation was thus designed.

It was proved clearly that there is a significant correlation between the amount of intracardiac return during cardiac arrest and the post-repair systemic venous pressure. In the present study, %CR was more than 30% in 6 patients. Four out of these 6 patients had postoperative systemic venous pressure of 17 mmHg or more. The operation was unsuccessful in all these 4 patients. Thus it is made clear that the large amount of intracardiac

de 0,75 o más. Estos criterios siguen vigentes, a pesar de que los valores numéricos han sido modificados por muchos investigadores. Por la experiencia con otras cirugías en pacientes cianóticos, así como por la experiencia inicial con esta operación, teníamos una presunción fuerte de que el monto del retorno intracardíaco durante la cardiectomía es uno de los factores de riesgo relacionados con la circulación pulmonar. Por ello se diseñó esta investigación.

Se ha probado claramente que hay una correlación significativa entre el monto del retorno intracardíaco durante el paro cardíaco y la presión venosa sistémica luego de la reparación. En este estudio, el %RC fue > 30% en 6 pacientes. Cuatro de ellos tuvieron una presión venosa sistémica posoperatoria de 17 mmHg o más. La operación fracasó en estos 4 pacientes. Por lo tanto se pone claramente de manifiesto que el monto del retorno intracardíaco durante la cirugía es uno de los factores de riesgo.

El motivo por el cual un retorno intracardíaco abundante agrava el riesgo puede ser controvertido, pero la explicación más simple es la siguiente. Las vías de circulación colateral preexistentes, desde las arterias sistémicas a la circulación pulmonar, están conectadas usualmente al área precapilar de las arterias pulmonares, como una compensación efectiva a la circulación pulmonar pobre. Estas vías persisten luego de la operación de *bypass* del corazón derecho y llevan la sangre desde las arterias sistémicas a los precapilares de la circulación pulmonar, sumándose al flujo sanguíneo a través de la arteria pulmonar después de la reparación. Dado que la resistencia vascular pulmonar permanece igual luego del *bypass* del corazón derecho, como hemos probado experimentalmente y publicado previamente, (8) este flujo adicional y ahora innecesario a través de las vías colaterales causa la elevación de la presión arterial pulmonar y venosa sistémica.

Además, el ventrículo sistémico debe bombear esta cantidad adicional de sangre después de la reparación, cuando este flujo colateral no está dirigido a proveer de oxígeno a los órganos y tejidos del cuerpo. Si la función del ventrículo sistémico no es suficientemente buena como para tolerar esta sobrecarga, puede causar la elevación de la presión en la aurícula izquierda y también de la presión venosa sistémica. No obstante, esta hipótesis no ha sido probada, dado que no ha habido una correlación significativa entre la presión auricular izquierda posoperatoria y el %RC.

La edad de los pacientes mostró correlación con el %RC. Esto sugiere que una edad mayor puede ser también un factor de riesgo para esta operación, a pesar de que Choussat y Fontan sólo mencionaron límites de edad menores en sus diez mandamientos. Es bien conocido que en pacientes con flujo pulmonar reducido las vías colaterales aumentan con la edad.

return during surgery is one of the risk factors.

The reason why the large amount of intracardiac return becomes one of the risk factors may be controversial. However the simplest way of explanation is as follows. Preexisted collateral pathways from systemic artery to pulmonary circulation are usually connected to the precapillary area of pulmonary arteries as an effective compensation of poor pulmonary circulation. These pathways remain after right heart bypass operation and carry the blood from systemic artery to precapillary of pulmonary circulation in addition to the blood flow through the post-repair pulmonary artery. Since the pulmonary vascular resistance remains the same after right heart bypass operation as we have proved experimentally and reported previously, (8) this additional and now useless blood flow through collateral pathway causes the elevation of pulmonary artery and systemic venous pressures.

Moreover, systemic ventricle must pump out this additional amount of blood after repair as this collateral flow is not delivered to supply the oxygen to the organ and tissues of the body. If the function of the systemic ventricle is not good enough to tolerate this burden, it may cause the elevation of the left atrial pressure and then of the systemic venous pressures as well. However, this hypothesis was not proved as there was no significant correlation between postoperative left atrial pressure and %CR.

The age of the patient was also found to have correlation with %CR. This suggests that higher age may be also one of the risk factors of this operation although Choussat and Fontan just mentioned lower age limits in their ten commandments. It is well known that the collateral pathways in patients with reduced pulmonary blood flow grow with age. This is a simple explanation of larger amount of intracardiac return in higher age group.

As it is proved that the large amount of intracardiac return during cardiac arrest is one of the risk factors for right heart bypass operation, it is now mandatory to find out the clue to predict the amount of intracardiac return before surgery.

Although there is no independent parameter which predicts the amount of %CR, the combination of PAAI and SaO_2 before surgery is proved to be useful means to predict %CR. As the collateral pathway from systemic artery to pulmonary artery is the compensation for scanty pulmonary circulation, the combination of low PAAI and high SaO_2 is the proof that there are well-developed collateral arteries to elevate the SaO_2 despite the poorly developed original pulmonary artery.

Esta es una explicación simple para el retorno intracardiaco mayor en el grupo de edad más alta.

Está comprobado que un retorno intracardiaco elevado durante el paro cardiaco es uno de los factores de riesgo para la cirugía de *bypass* del corazón derecho, por lo que ahora es mandatorio encontrar la clave para predecir el monto de este retorno antes de la cirugía.

A pesar de que no hay un parámetro independiente que prediga el monto del %RC, está probado que la combinación del PAAI y la saturación de oxígeno arterial antes de la cirugía es útil para pronosticar este porcentaje. Como las vías de flujo colateral desde la circulación sistémica a la arteria pulmonar son una compensación frente a la circulación pulmonar escasa, la combinación de una PAAI baja y una saturación arterial de O₂ elevada es la prueba de que existen arterias colaterales bien desarrolladas para elevar la saturación de oxígeno, a pesar de un desarrollo inicial pobre de la arteria pulmonar.

BIBLIOGRAFIA

1. Choussat A, Fontan F, Besse P, Vallot F, Chauve A, Bricaud H. Selection criteria for Fontan procedure. *En: Anderson RH, Shinbourne EA (eds). Paediatric Cardiology. Edinburgh, Churchill Livingstone, 1978; 559-566.*
2. Ichikawa H, Yagihara T, Kishimoto H, Isobe F, Yamamoto F, Nishigaki K y col. The extent of aorto-pulmonary collateral blood flow as a risk factor for Fontan operations. *Ann Thorac Surg* (en prensa).
3. Hernández F, Castellanos AW. The pulmonary artery segment in normal and in valvular pulmonary stenosis. *Angiology* 1981; 32: 311-320.
4. Matsuda H, Kawashima Y, Kishimoto H, Hirose H, Nakano S, Kato H y col. Problems in the modified Fontan operation for univentricular heart of the right ventricular type. *Circulation* 1987; 76: III45-52.
5. Mair DD, Hagles DJ, Puga FJ, Schaff HV, Danielson GK. Fontan operation in 176 patients with tricuspid atresia: Results and a proposed new index for patient selection. *Circulation* 1990; 82: IV-164-169.
6. Matsuda H, Covino E, Hirose H, Nakano S, Kishimoto H, Miyamoto Y y col. Acute liver dysfunction after modified Fontan operation for complex cardiac lesions: Analysis of the contributing factors and its relation to the early prognosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1988; 96: 219-226.
7. Laks H, Breda MA. Tricuspid atresia. *En: Baue AE, Geha AS, Hammond GL, Laks H, Naunheim KS (eds). Glenn's Thoracic and Cardiovascular Surgery. Inglewood, Prentice-Hall, 1991; 1259-1272.*
8. Kawashima Y, Matsuda H, Takano H, Miyamoto K, Mori T. Experimental evaluation of atrial function in right atrium-pulmonary artery conduit operation for tricuspid atresia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1981; 81: 762-767.