

# Simposio Internacional

## "Bypass del Ventrículo Derecho"

### Distribución y dinámica del flujo pulmonar en los diferentes *bypass* de ventrículo derecho

E. A. KREUTZER\* \*\* <sup>Δ</sup>, A. H. QUILINDRO\*, M. I. ROMAN\* \*\*, H. VAZQUEZ\*, M. I. SICURELLO\*, M. NIREMBERG\*\*\*, A. SCHLICHTER\* \*\* <sup>Δ</sup>, G. O. KREUTZER\* \*\* <sup>Δ</sup>

\* Departamento Cardiovascular, Hospitales de Niños "Ricardo Gutiérrez" y "Pedro de Elizalde". \*\* Centro Cardiovascular Infantil, Clínica Bazterrica. \*\*\* Medicina Nuclear, Hospital de Niños "Ricardo Gutiérrez"

Trabajo recibido para su publicación: 10/94 Aceptado: 10/94

Dirección para separatas: Hospital de Niños "Ricardo Gutiérrez". Sánchez de Bustamante 1399. Buenos Aires. Argentina.

<sup>Δ</sup> Miembro Titular SAC

Se estudia la distribución y dinámica del flujo pulmonar en 98 pacientes con diferentes tipos de *bypass* del ventrículo derecho: total en 33 pacientes y parcial en 65. Se demuestra mediante centellografía de perfusión pulmonar que con las técnicas actuales de *bypass* del ventrículo derecho, tanto en la anastomosis cavopulmonar total (X: 88/12), como en la cavopulmonar bidireccional no pulsátil (X: 84/16), pulsátil (X: 87/13) y corrección biventricular parcial (X: 88/12), el flujo del retorno venoso sistémico correspondiente es derivado en forma dominante hacia la rama pulmonar donde fue efectuada la anastomosis, tanto en reposo como en máximo esfuerzo. El motivo de dicha perfusión desbalanceada es la ausencia de cámara de mezcla y ello permite explicar, en la evolución alejada, el menor desarrollo de la arteria pulmonar contralateral en la anastomosis cavopulmonar bidireccional no pulsátil, que podría prevenirse con flujo competitivo pulsátil. En cambio, en la anastomosis atriopulmonar con cámara de mezcla pulsátil, la distribución del flujo pulmonar es homogénea y similar en ambos pulmones en reposo (X: 52/48) y esfuerzo, siendo ligeramente desbalanceada por vía superior en la anastomosis cavo-atriopulmonar (X: 68-32). Por ecocardiografía 2-D Doppler transtorácica se demuestra que en la anastomosis atriopulmonar normofuncionante (17/20 pacientes) el flujo en la arteria pulmonar es hipopulsátil, de baja velocidad, trifásico anterógrado. Los componentes sistólico-diafásico son pasivos y de menor velocidad. El componente presistólico es activo por la sístole auricular derecha y de mayor velocidad. En venas pulmonares el flujo anterógrado es dominante diafásico (succión diafásica ventricular), contribuyendo también la sístole auricular derecha. La disminución del componente sistólico es secundaria a la falta de eyección ventricular derecha. Con el estrés del ejercicio los pacientes con *bypass* total del ventrículo derecho no pueden aumentar la energía cinética (velocidad de los flujos) como en el corazón biventricular y, por consiguiente, no aumenta la velocidad del flujo transmitral como normalmente. En la anastomosis atriopulmonar disfuncionante (3/20 pacientes) el flujo en vena cava inferior es retrógrado espiratorio, así como también en arteria pulmonar, mientras que en venas pulmonares es anterógrado solamente en protodiafásico, con velocidad aumentada y con gradiente de velocidad con el flujo transmitral, seguramente por restricción auricular izquierda, o bien con patrón restrictivo en un paciente con disfunción ventricular. En la anastomosis cavopulmonar total normofuncionante (6/6 pacientes) el flujo pulmonar es continuo y fásico, de baja velocidad, con aumento de la velocidad inspiratoria y mínimas aceleraciones en sístole y diafásico, mientras que en venas pulmonares es bifásico anterógrado, diafásico predominante y protosistólico. En el *bypass* parcial se pueden diferenciar los no pulsátiles (6/65 pacientes) de los hipopulsátiles (20/65 pacientes), pulsátiles (22/65 pacientes) e hiperpulsátiles (17/65 pacientes), de acuerdo con la repercusión del flujo competitivo en la velocidad de los flujos en vena cava superior y en las ramas de la arteria pulmonar. Rev Arg Cardiol 1995; 63 (6): 565-581.

*Palabras clave* Flujo pulmonar - Bypass - Ventrículo derecho

La función primordial del ventrículo derecho consiste en la capacidad de aumentar el volumen minuto pulmonar con el esfuerzo, sin aumento de la presión venosa sistémica y de la presión diastólica ventricular derecha. (1) Por dicho motivo, en la evolución de las especies, hace 165 millones de años, aparecen la septación ventricular y el ventrículo derecho en los reptiles y las aves, a fin de poder adaptarse al esfuerzo en la vida terrestre y el vuelo. (2)

Desde la introducción terapéutica exitosa en el año 1958 del *bypass* parcial del ventrículo derecho mediante la anastomosis cavopulmonar u operación de Glenn (3) y del *bypass* total del ventrículo derecho en el año 1971 con la operación de Fontan, anastomosis atriopulmonar o Fontan-Kreutzer, (4, 5) en cardiopatías congénitas complejas con hipoflujo pulmonar no pasibles de corrección biventricular, se han desarrollado sucesivas variantes técnicas de estos nuevos modelos anatomohemodinámico-quirúrgicos (filogenéticamente más primitivos que los reptiles).

Así, en el *bypass* parcial surgen como alternativas la anastomosis cavopulmonar bidireccional (6) y la anastomosis cavopulmonar bidireccional pulsátil, (7) así como la anastomosis cavo-atriopulmonar (6) y la anastomosis cavopulmonar total (8-10) en el *bypass* total o bien fenestrado inicialmente (11, 12) en los pacientes de alto riesgo.

El centellograma de perfusión pulmonar es un método reconocido para el estudio de la distribución regional del flujo pulmonar, siendo la captación de los macroagregados radiactivos directamente proporcional a la división del flujo en la arteria pulmonar. (13)

La distribución del flujo pulmonar en el *bypass* parcial y total del ventrículo venoso ha sido estudiada por centellografía de perfusión pulmonar (14-17) y la dinámica de los flujos mediante ecocardiografía 2-D Doppler transtorácica (18-20) y transesofágica, (21, 22) así como por mapeo de velocidad de los flujos por resonancia magnética. (23)

La distribución y dinámica de los flujos en los diferentes *bypass* del ventrículo derecho o venoso, diferenciando los pulsátiles de los no pulsátiles, tanto en reposo como ante diferentes variables fisiológicas (respiración, cambios posturales y estrés del ejercicio), así como también la diferenciación de los *bypass* normofuncionantes y disfuncionantes, es el motivo de este trabajo, continuando estudios anteriores. (24)

## MATERIAL Y METODO

### Pacientes

Se estudiaron 98 pacientes con edades comprendidas entre 6 meses y 38 años (X: 7 años) y un tiempo de evolución posoperatorio X: 23 meses. Tenían conexión auriculoventricular univentricular 54 pacientes; cardiopatías congénitas complejas no pasibles de corrección biventricular 29 y atresia pulmonar con septum interventricular intacto 15. La restricción al flujo pulmonar era secundaria a estenosis o atresia pulmonar en 78 pacientes, a cerclaje pulmonar en 13 y a enfermedad de Ebstein en 7.

### Cirugía de bypass

**Bypass total del ventrículo venoso** (33 pacientes): 20 casos fueron operados mediante anastomosis atriopulmonar (AAP) con técnica posterior; (25)

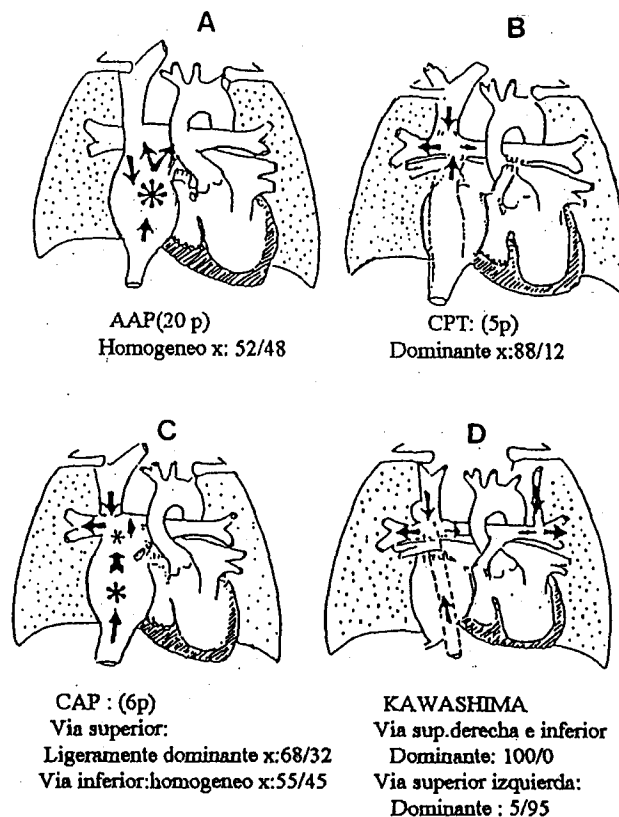


Fig. 1. Perfusión pulmonar en el *bypass* total del ventrículo derecho: A) Anastomosis atriopulmonar (AAP); perfusión homogénea en ambos pulmones, por presencia de cámara de mezcla (\*). B) Anastomosis cavopulmonar total (CPT); perfusión dominante en pulmón derecho. C) Anastomosis cavo-atriopulmonar (CAP); perfusión ligeramente dominante por vía superior con esbozo de cámara de mezcla (\*) y homogénea por vía inferior con cámara de mezcla (\*). D) Operación de Kawashima bilateral; perfusión dominante o exclusiva del pulmón derecho por vía superior derecha o piernas y del pulmón izquierdo por vía superior izquierda.

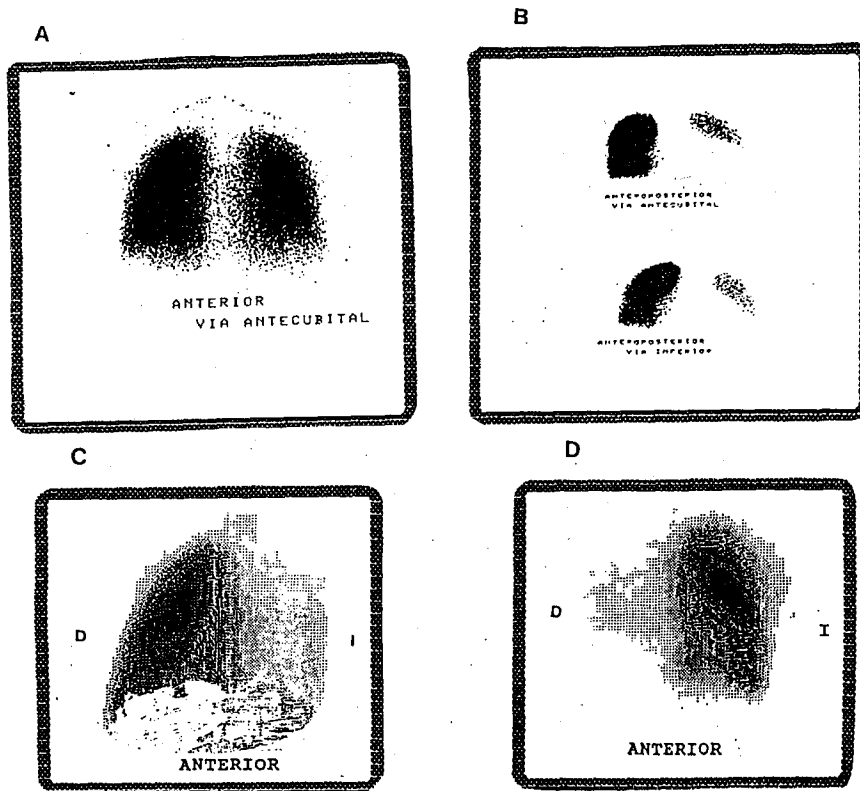


Fig. 2. Perfusión pulmonar en el *bypass* total del ventrículo derecho: A) Perfusión homogénea bilateral en anastomosisatriopulmonar. B) Perfusión pulmonar dominante en pulmón derecho en anastomosis cavopulmonar total, tanto por vía superior (arriba) como inferior (abajo). C) Operación de Kawashima bilateral con perfusión exclusiva del pulmón derecho por vía inferior o superior derecha. D) El mismo paciente, con perfusión exclusiva del pulmón izquierdo, por vía superior izquierda.

5 pacientes tenían cavopulmonar total (CPT) con túnel lateral auricular y cavopulmonar bidireccional (CP2-D), 6 tenían anastomosis cavo-atriopulmonar, o sea AAP con técnica posterior y CP2-D y 2 pacientes con levoisomerismo e interrupción de vena cava inferior y continuación con vena álgos fueron operados con técnica de Kawashima. (8)

**Bypass parcial del ventrículo venoso** (65 pacientes): 46 fueron operados con CP2-D pulsátil por anastomosis sistémico-pulmonar y/o flujo anterógrado pulmonar, 6 con CP2-D no pulsátil y 13 con corrección biventricular parcial (CP2-D y conexión no restrictiva del ventrículo derecho con la arteria pulmonar).

**Centellografía de perfusión pulmonar**

Fueron efectuados centellogramas de perfusión pulmonar en los 98 pacientes en posición acostada, con tecnecio-99m (MMA) como radioisótopo, en dosis totales de 200-300 microcurie/kg inyectado por una vena del brazo (vía superior) en 98 pacientes y por una vena de la pierna (vía inferior) en 61, utilizando una cámara gamma Ohio Sigma 400 y un procesador de imágenes IM 512, con vistas anteroposterior, posteroanterior y oblicua posterior; los porcentajes fueron calculados sobre la proyección posteroanterior, expresado el resultado en porcentaje pulmón derecho/pulmón izquierdo.

Fue considerada perfusión dominante de un pul-

món a los valores > del 70%; ligeramente dominante > del 60%; homogénea entre 40-60% y exclusiva cuando el 100% de la perfusión se localizó en un pulmón.

Fueron estudiados también con esfuerzo 10/98 pacientes, repitiendo el estudio con la inyección del radiofármaco por vía superior, al finalizar el máximo esfuerzo (cinta ergométrica); 9 tenían perfusión disbalanceada (X: 92/8) (3 con CP2-D; 2 con CPT; 3 con cavo-atriopulmonar; uno con operación de Kawashima) y un paciente con AAP tenía perfusión homogénea.

**Eco2-D Doppler transtorácico**

En los 98 pacientes se evaluó mediante ecocardiografía 2-D Doppler transtorácica la velocidad de los flujos de vena cava superior e inferior (hepática), así como el flujo a través de la o las válvulas auriculoventriculares y el flujo en arteria pulmonar (ramas) y/o en venas pulmonares. La pulsatilidad en los *bypass* parciales con flujo competitivo se detectaba en la arteria pulmonar por la aparición de un flujo sistólico o continuo de mediana velocidad (0,5-1 m/seg) o de alta velocidad (> 1 m/seg).

Se designaba hipopulsátil cuando no se modificaba el flujo continuo anterógrado de baja velocidad en vena cava superior; pulsátil cuando disminuía la velocidad o desaparecía en sístole el flujo anterógrado en dicha vena; hiperpulsátil por la apa-

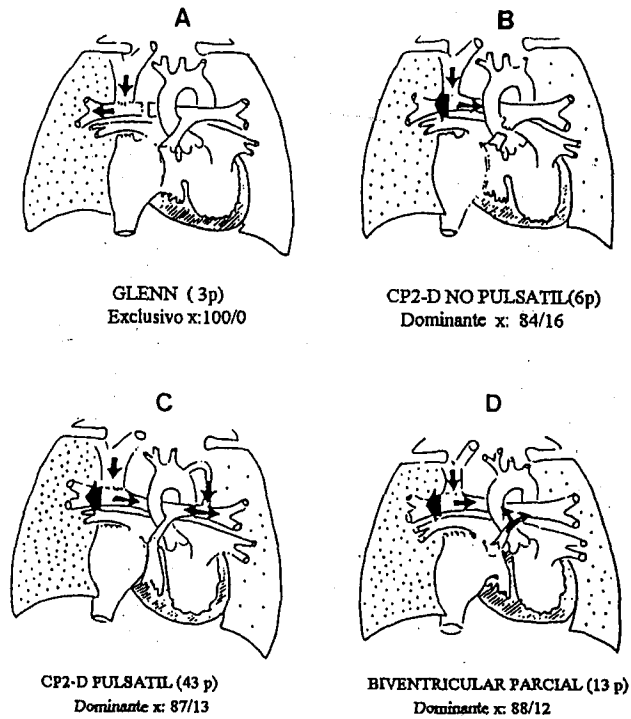


Fig. 3. Perfusión pulmonar en el *bypass* parcial del ventrículo derecho: A) Operación de Glenn clásica: por vía superior perfusión exclusiva del pulmón derecho. B) Anastomosis cavopulmonar bidireccional (CP2-D) no pulsátil: por vía superior perfusión dominante en el pulmón derecho. C) Anastomosis cavopulmonar bidireccional pulsátil: perfusión dominante en el pulmón derecho por vía superior. D) Corrección biventricular parcial: por vía superior perfusión dominante en el pulmón derecho.

rición de un flujo retrógrado sistólico en vena cava superior.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Distribución del flujo pulmonar en reposo y esfuerzo

En el *bypass* total del ventrículo venoso (Figuras 1 y 2), tanto por vía superior como inferior, la perfusión pulmonar era homogénea en la AAP (X: 52/48) por tener cámara de mezcla auricular, antes de la distribución del flujo pulmonar. En cambio, en ausencia de cámara de mezcla la perfusión pulmonar era dominante en el pulmón derecho en la CPT (X: 88/12) ( $p < 0,001$ ), tanto por vía superior como inferior, dominante o exclusiva en la operación de Kawashima y ligeramente dominante por vía superior en la cavo-atrionpulmonar (X: 68/32) ( $p < 0,01$ ) por tener un esbozo de cámara de mezcla.

En el *bypass* parcial del ventrículo venoso (Figuras 3 y 4) la perfusión pulmonar por vía superior era exclusiva en el pulmón derecho en el Glenn clásico, dominante en el CP2-D pulsátil (X: 87/13) o no pulsátil (X: 84/16) y en el biventricular parcial (X: 88/12).

Cuadro 1  
Perfusión pulmonar en reposo y esfuerzo  
(n: 10)

	n	Reposo X (%)	Esfuerzo X (%)
Dominante	9	92/8	88/12
Homogénea	1	52/48	54/46

Con el máximo esfuerzo los pacientes con perfusión pulmonar dominante (X: 88/12) no mostraron diferencias significativas con respecto a la perfusión pulmonar en reposo (X: 92/8) (Cuadro 1); en cambio persistió homogénea en la AAP.

Nuestros resultados por centellografía pulmonar en reposo, en el *bypass* total del ventrículo derecho mediante anastomosis atrionpulmonar con técnica posterior, han sido similares a los de estudios anteriores (14-17), en cuanto a la distribución homogénea y semejante del flujo pulmonar en ambos pulmones, demostrando además que persiste homogénea con el esfuerzo.

En cambio, en la anastomosis cavopulmonar, tanto por vía superior como inferior, el predominio de la perfusión en el pulmón derecho ha sido la regla, al igual que por vía superior en la anastomosis cavopulmonar bidireccional pulsátil o no pulsátil, incluyendo las correcciones biventriculares parciales. La causa de esta perfusión dominante unilateral (tanto en reposo como en el esfuerzo) en estos modelos anatómicos diferentes seguramente obedece a razones técnicas, por ser la anastomosis de la vena cava superior efectuada directamente con la rama derecha de la arteria pulmonar, tanto en la anastomosis cavopulmonar bidireccional (6) como en la anastomosis cavopulmonar total, (10) dado que en esta última la tunelización de la vena cava inferior intraauricular con el cabo proximal de la vena cava superior se anastomosa también directamente con la rama derecha de la arteria pulmonar.

Reafirma lo anterior la distribución menos dominante del flujo pulmonar en un paciente al efectuar-

Cuadro 2  
Perfusión pulmonar

—AAP	Homogénea. Cámara de mezcla
—CP2-D y CPT	Dominante en reposo y esfuerzo Sin cámara de mezcla
—CP2-D pulsátil	Dominante en reposo y esfuerzo Sin cámara de mezcla

AAP: anastomosis atrionpulmonar; CP2-D: anastomosis cavopulmonar bidireccional; CPT: anastomosis cavopulmonar total.

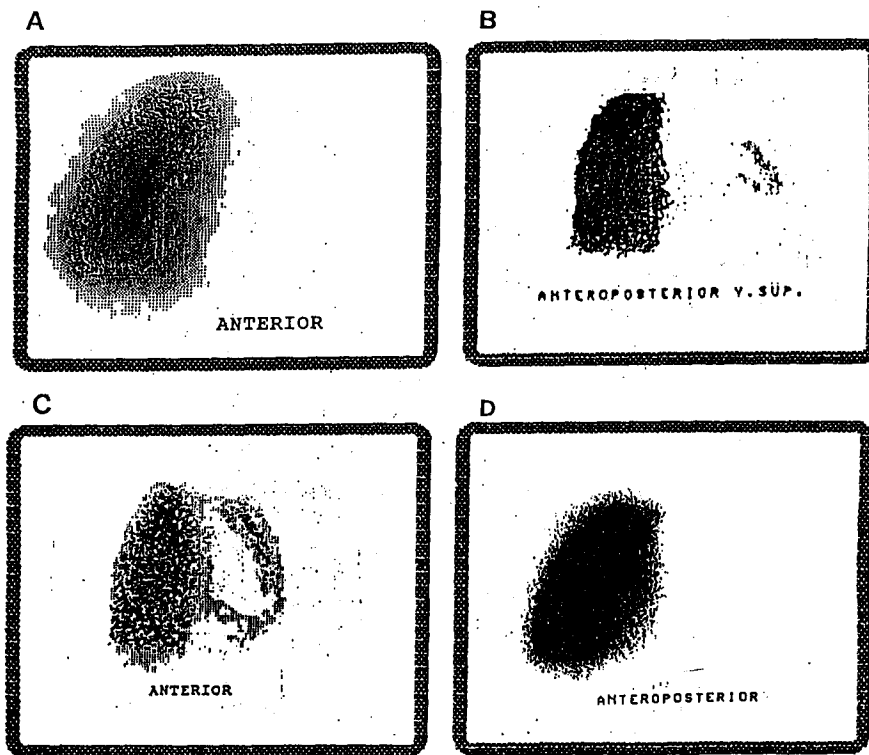


Fig. 4. Centellograma de perfusión pulmonar en anastomosis cavopulmonar (Glenn clásico), cavopulmonar bidireccional (CP2-D) no pulsátil y biventricular parcial, efectuado por vía superior, vista anteroposterior. A) Glenn clásico: perfusión exclusiva del pulmón derecho. B) Cavopulmonar bidireccional no pulsátil, perfusión dominante en pulmón derecho. C) Cavopulmonar bidireccional pulsátil, perfusión dominante en pulmón derecho. D) Biventricular parcial, perfusión dominante en pulmón derecho.

se la CP2-D pulsátil con el tronco de la arteria pulmonar, al igual que en otro paciente con anastomosis cavo-atrionpulmonar y que previamente con la anastomosis cavopulmonar bidireccional tenía perfusión casi exclusiva del pulmón derecho (Figura 5).

Estos hechos revalorizan la importancia de la cámara de mezcla pulsátil, (26) a fin de obtener una distribución más fisiológica y homogénea en ambos pulmones, tanto en reposo como en esfuerzo, finalidad solamente lograda con las técnicas actuales mediante la AAP. En la anastomosis cavo-atrionpulmonar se mantiene una perfusión homogénea por vía inferior y levemente desbalanceada por vía superior.

La importancia de estos hallazgos no es posible valorarla en el momento actual, aunque no parecen influir en la capacidad funcional de estos pacientes. (27)

Concluimos (Cuadro 2) que la AAP determina la distribución del flujo pulmonar más fisiológica por tener cámara de mezcla, mientras que en la CP2-D pulsátil o no pulsátil y la CPT la perfusión pulmonar es dominante en reposo y esfuerzo en el pulmón que corresponde a la rama de la arteria pulmonar que recibe la anastomosis, por no tener cámara de mezcla.

Estos hallazgos avalan los resultados de la disminución del índice de Nakata (28) y el hipodesarrollo de la arteria pulmonar contralateral en la evolución

a mediano plazo de los CP2-D no pulsátiles. (29) Este mismo hecho también podría ocurrir en la CPT; quedaría por demostrar si el flujo asociado pulsátil en la CP2-D puede prevenir otra complicación, o si deberían intentarse otras variaciones en la técnica quirúrgica. (30-32)

### Dinámica del flujo pulmonar normal y en el *bypass* del ventrículo derecho normofuncionante y disfuncionante

La dinámica del flujo pulmonar normal en un corazón biventricular se caracteriza en arteria pulmo-

Cuadro 3  
Dinámica de flujos AAP (Eco 2-D Doppler transtorácico)

Normofuncionante	Disfuncionante
VCI Bifásico anterógrado S/D < 0,5 m/seg. ↑ inspiración	Anterógrado inspiratorio Retrógrado espiratorio
AP Trifásico anterógr. S/D < PS A ≈ 0,5 m/seg. ↑ inspiración	Anterógrado inspiratorio < 0,5 m/seg. Retrógr. espiratorio
VP Bifásico anterógrado D > S < 0,6 m/seg. ↑ inspiración	Anterógrado diastólico > 1 m/seg. ↑ inspiración. Retrógrado S
M E > A < 0,6 m/seg. ↑ inspiración	E restrictiva ≥ 1 m/seg. ↑ inspiración. Gradiente VP - VM

A: llenado diastólico tardío; AAP: anastomosis atrionpulmonar; AP: arteria pulmonar; D: diastólico; E: llenado diastólico precoz; M: flujo transmitral; S: sistólico; VCI: vena cava inferior; PS: presistólico; VM: válvula mitral; VP: venas pulmonares.

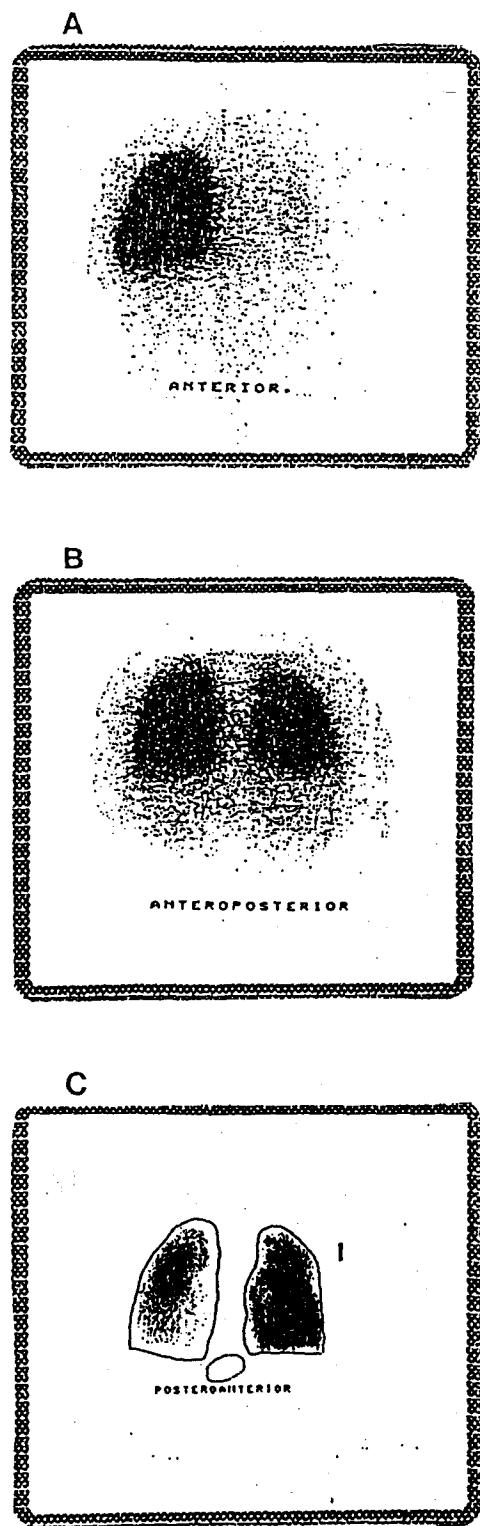


Fig. 5. A) Centellograma de pulmón en vista anteroposterior en anastomosis cavopulmonar bidireccional, hiperpulsátil. Por vía superior, perfusión casi exclusiva del pulmón derecho (95/5). B) Posanastomosis atriopulmonar: la perfusión es similar en ambos pulmones por vía superior (54/46). C) Perfusión pulmonar ligeramente dominante derecha (64/36) en anastomosis cavopulmonar bidireccional, efectuada en el tronco de la arteria pulmonar (vista posterior).

nar por ser pulsátil, monofásico anterógrado sistólico (Figura 6), de mediana velocidad (1 m/seg) y dependiente del gradiente tensional sistólico entre el ventrículo derecho y la aurícula izquierda (Figura 7). En venas pulmonares el flujo es bifásico anterógrado; sistólico (en relación con la eyección ventricular derecha, relajación de la aurícula izquierda y descenso del piso de la mitral) y diastólico (en relación con la succión diastólica ventricular), de baja velocidad ( $< 0,65$  m/seg) y retrógrado presistólico. Dentro de las variables fisiológicas, en inspiración aumenta normalmente la velocidad del flujo anterógrado en vena cava inferior, transtricuspídea y en arteria pulmonar, como consecuencia de la bomba abdominotorácica, (33) sin cambios significativos o con leve disminución de la velocidad del flujo en inspiración en los fenómenos izquierdos, (34) venas pulmonares y flujo transmitral (Figura 6).

En niños normales en posición de pie, por disminución del volumen minuto y precarga disminuida, disminuye la cavidad del ventrículo izquierdo y la velocidad del llenado diastólico de la onda "E", (35) aumentando proporcionalmente la contribución auricular en el llenado ventricular (Figura 8).

Con el estrés del ejercicio (bicicleta ergométrica) y en decúbito aumentan normalmente en forma significativa las velocidades del llenado precoz y especialmente tardío, (36) superando 1,20 m/seg las ondas "E" y "A" (Figura 9).

La dinámica del flujo pulmonar en el *bypass* total del ventrículo derecho con AAP normofuncionante, en 17/20 pacientes (Figuras 10 y 11) se caracterizaba en arteria pulmonar (21, 22, 37) por ser hipopulsátil, de baja velocidad:  $< 0,5$  m/seg; trifásico anterógrado: de tipo pasivo el flujo sistólico y diastólico, siendo activo y de mayor velocidad presistólica por la contracción auricular derecha. El flujo es dependiente del gradiente tensional sistólico-diastólico entre la conexión atriopulmonar y la aurícula izquierda (Figura 12), con leve reflujo protosistólico de la arteria pulmonar a la aurícula derecha (insuficiencia pulmonar), seguramente por la relajación auricular derecha.

Asimismo, los valores tensionales y dinámica de los flujos en venas pulmonares y transmitral, dependen de la relación masa/volumen ventricular, (38) de la función sistólica y diastólica del ventrículo sistémico, del funcionamiento valvular auriculoventricular, así como de la válvula aórtica y del libre pasaje a nivel del tracto subaórtico (incluyendo el foramen bulboventricular).

En venas pulmonares (Figuras 11 y 12) el flujo era predominantemente diastólico y de baja velocidad ( $< 0,65$  m/seg), trifásico anterógrado, protomesodiastólico por succión diastólica ventricular y tele-diastólico porque, a la inversa del presistólico retró-

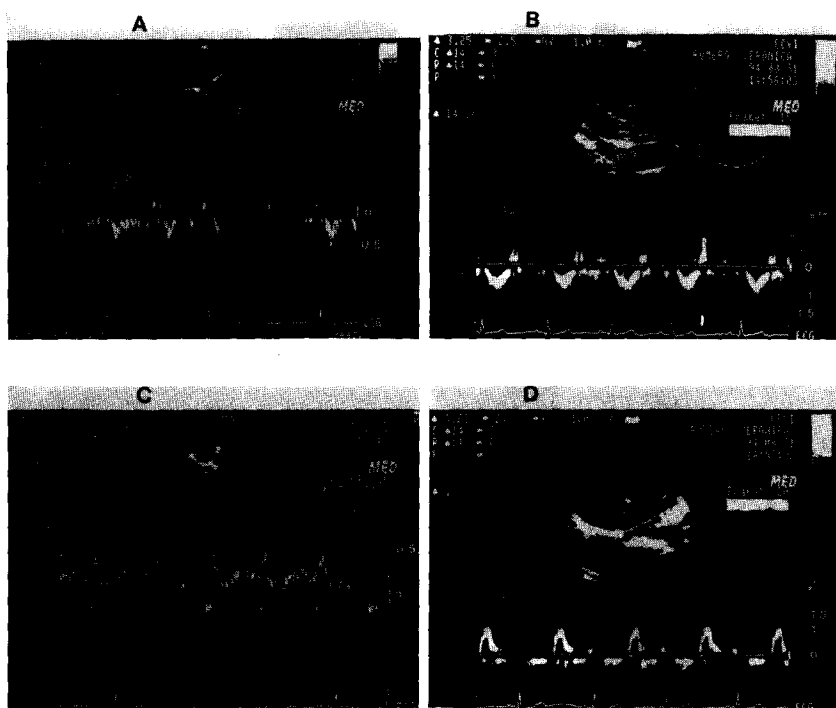


Fig. 6. Dinámica de los flujos normales en el corazón biventricular por ecocardiografía 2-D Doppler y respiración. Aumento de la velocidad del flujo anterógrado en inspiración (trazado ascendente), en vena cava inferior (A) y en arteria pulmonar (B), sin cambio significativo en vena pulmonar (C) y flujo transmitral (D).

grado normal, la sístole auricular derecha determina que el flujo sea anterógrado (39) telediastólico con una desaceleración por el cierre de la válvula mitral y nuevo pico anterógrado coincidiendo con la relajación auricular izquierda y descenso del piso auriculoventricular. (40)

La disminución de la velocidad del flujo sistólico en venas pulmonares debe ser atribuida a la ausencia de eyección ventricular derecha. (39)

El flujo transmitral tiene menor velocidad que lo normal (< 0,65 m/seg), con ligero predominio de la "E" sobre la "A", pero en general con tendencia al patrón de precarga disminuida.

La bomba abdominotorácica actúa simultáneamente en la dinámica de los flujos en la conexión

atriopulmonar y fenómenos izquierdos; por consiguiente aumenta en inspiración no solamente la velocidad del flujo en la vena cava inferior y arteria pulmonar sino también en venas pulmonares y en el flujo transmitral (paradojal invertido a la normal), en forma similar al flujo transtricuspidéico normal. En posición de pie en la AAP (Fig. 13) el llenado precoz disminuye menos que en el normal y la contribución auricular tampoco aumenta como en el normal. Con el estrés del ejercicio en la AAP (Figura 14) aumenta la velocidad del llenado diastólico, pero no superando 0,70 m/seg. Ello se debe a que, si bien aumenta el volumen minuto con el esfuerzo en base al aumento de presión en la aurícula derecha y arteria pulmonar, (41) este sistema hemodinámico no

Cuadro 4  
Dinámica de flujos CP2-D (Eco 2-D Doppler transtorácico)

Pulsátil	VCS	AP	Complicaciones
—	Continuo < 0,5 m/seg ↑Inspiración	Continuo < 0,5 m/seg ↑Inspiración	Fístulas AV pulmonares Hipodesarrollo AP contralateral
+	Continuo ↓Sístole < 0,5 m/seg -↑Inspiración	RD continuo < 0,5 m/seg ↑Inspiración RI pulsátil > 0,5 m/seg	
Híper	Retrógrado sistólico Anterógrado diastólico ↑Inspiración	RD continuo < 0,5 m/seg ↑Inspiración RI hiperpulsátil > 1 m/seg	Disfunción CP2-D

AP: arteria pulmonar. AV: arteriovenosas. CP2-D: anastomosis cavopulmonar bidireccional. RD: rama derecha de la arteria pulmonar. RI: rama izquierda de la arteria pulmonar.

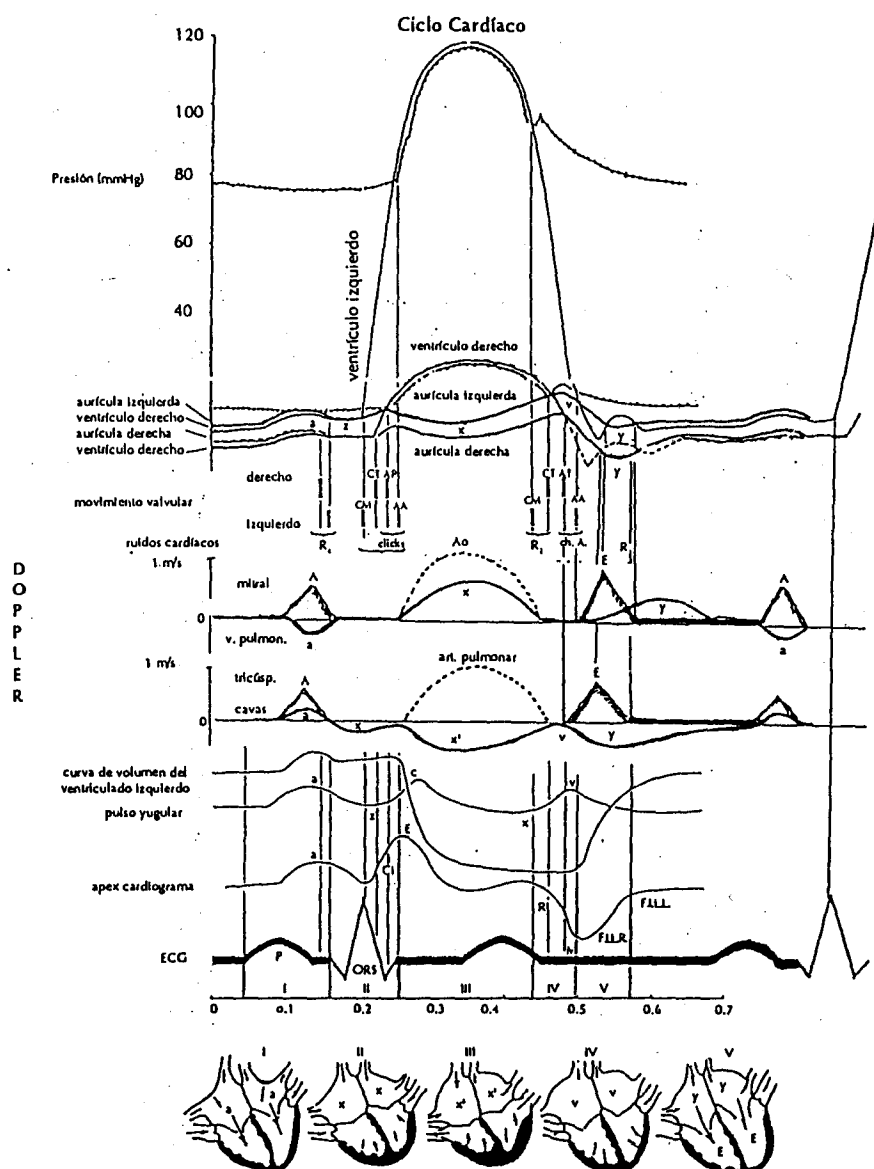


Fig. 7. Ciclo cardíaco biventricular. Curvas de presiones y velocidades de los flujos (Doppler). I: sístole auricular; II: isovolumétrico; III: eyección ventricular; IV: isovolumétrico diastólico; V: lleno ventricular rápido. La eyección ventricular derecha determina un flujo monofásico de mediana velocidad en arteria pulmonar, por gradiente tensional sistólico entre el ventrículo derecho y la arteria pulmonar. A su vez contribuye al flujo anterógrado sistólico (x) en venas pulmonares.

consigue aumentar significativamente la energía cinética o velocidad del sistema. (42)

En 6 pacientes con anastomosis cavo-atriopulmonar normofuncionante los flujos en vena cava inferior y rama izquierda de la arteria pulmonar fueron similares a los de las AAP normofuncionantes, y en rama derecha de la arteria pulmonar eran continuos, de baja velocidad por el flujo de la CP2-D y con leve superposición del flujo hipopulsátil de la AAP. En vena cava superior el flujo era sistólico-diastólico anterógrado, de baja velocidad, con reflujo presistólico.

En la anastomosis CPT normofuncionante (5/5 pacientes) el flujo anterógrado en la arteria pulmonar y cavas era continuo (Figura 15), de baja velocidad (< 0,5 m/seg), con mayores variaciones fásicas respiratorias que en la AAP, a predominio inspira-

torio, pudiendo desaparecer al comienzo de la espiración. Dichos flujos tenían leves aumentos en la velocidad en sístole y diástole, sin componente sistólico auricular. En venas pulmonares el flujo era bifásico: diastólico (succión ventricular) y protosistólico (relajación de la aurícula izquierda), sin contribución auricular derecha y con aumento de velocidad inspiratoria.

En 3/20 pacientes la AAP era disfuncionante (Figuras 10 y 11, y Cuadro 3), de regla con megaurícula derecha, aleteo o fibrilación auricular. En 2 pacientes el flujo en venas pulmonares era sistólico retrógrado y diastólico anterógrado de alta velocidad (> 1,5 m/seg); en cambio, con velocidad del flujo transmitral baja (0,5 m/seg), o sea, con gradiente de velocidad entre el flujo de venas pulmonares y la mitral, seguramente por restricción de la aurícula iz-



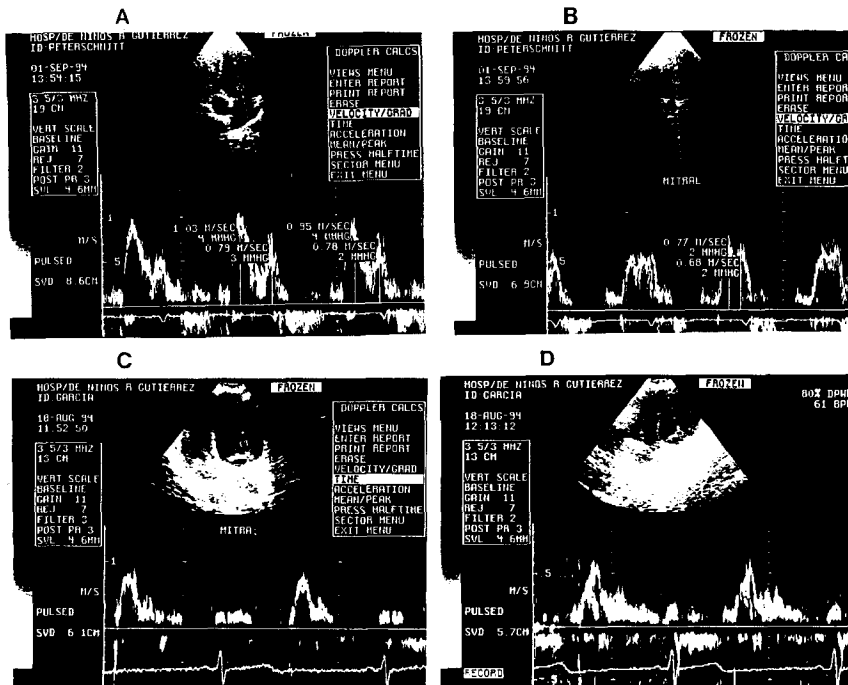


Fig. 8. Lleno ventricular con los cambios posturales. A) Niño normal en decúbito: flujo transmital con relación E/A normal. B) En posición de pie disminuye significativamente la onda E y aumenta proporcionalmente la contribución auricular. C) Paciente con síncope vasovagal y *tilt test* positivo: en decúbito con bradicardia sinusal, flujo transmital con onda mesodiastólica y onda A de baja velocidad. D) En posición de pie disminuye la onda E y no aumenta la contribución auricular.

quiera por desplazamiento del tabique interauricular. Un paciente presentaba un patrón restrictivo (ascenso y descenso rápido de la onda "E") por disfunción del ventrículo sistémico (Figura 16). Característicamente en la AAP disfuncionante en espiración el flujo era retrógrado en venas cavas (> 30% del ciclo respiratorio) y en arteria pulmonar (Figura 16); ello ocurre con respiración asistida (22) (en inspiración a presión positiva) en las AAP disfuncionantes en el posoperatorio inmediato.

En 6 pacientes con CP2-D (Figura 17) no pulsátil,

en vena cava superior y arteria pulmonar el flujo era continuo, de baja velocidad (< 0,5 m/seg) y de tipo fásico respiratorio, con aumento inspiratorio. En 20 pacientes con CP2-D o corrección biventricular parcial el flujo pulmonar era hipopulsátil (flujo competitivo de velocidad > 0,5 m/seg sistólico o continuo en rama izquierda de la arteria pulmonar), sin repercusión en el flujo continuo en vena cava superior. En 17 pacientes con anastomosis CP2-D el flujo era hiperpulsátil (flujo en arteria pulmonar de mediana velocidad: 1-1,5 m/seg), con flujo retrógrado

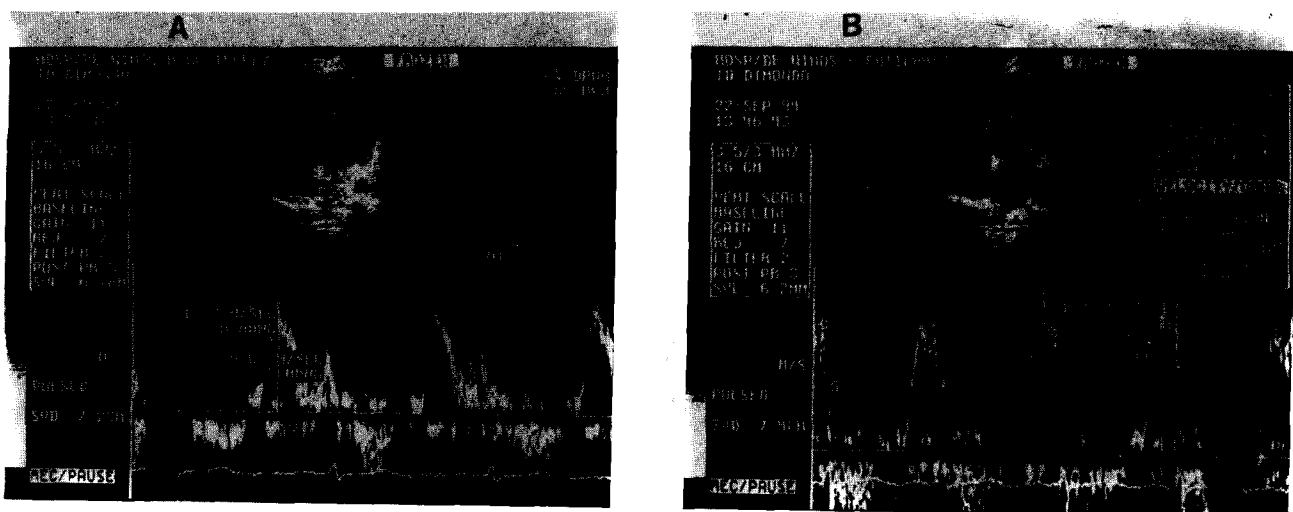
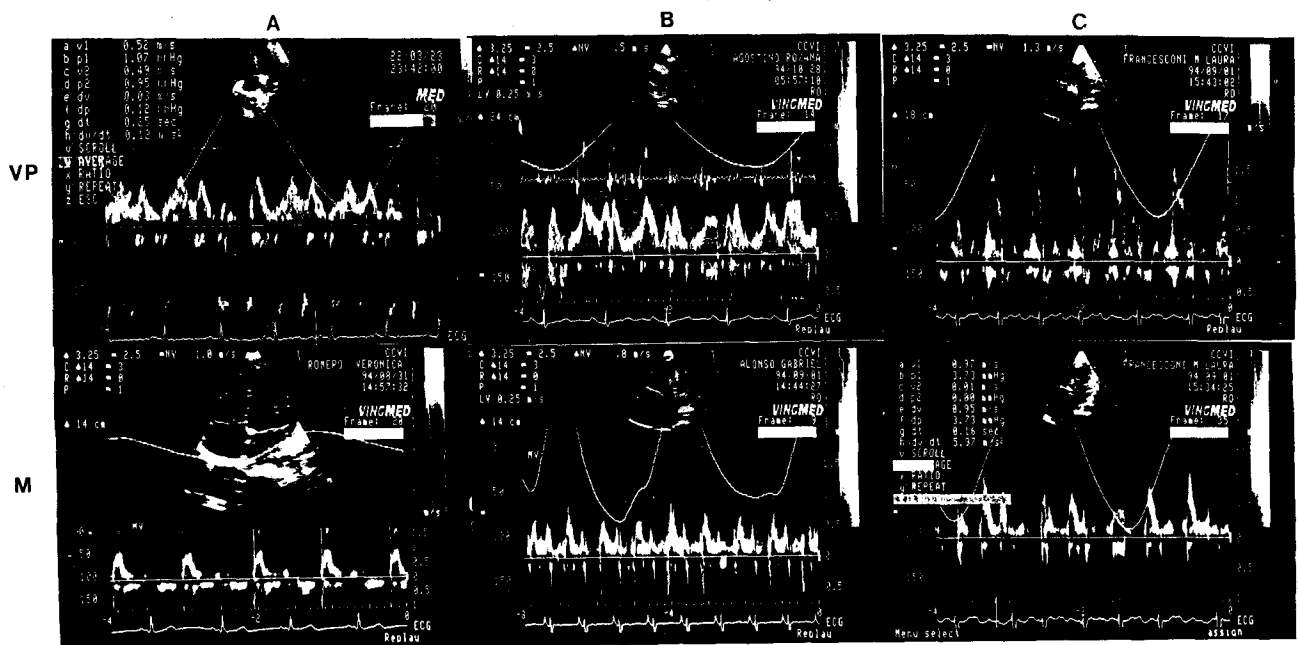
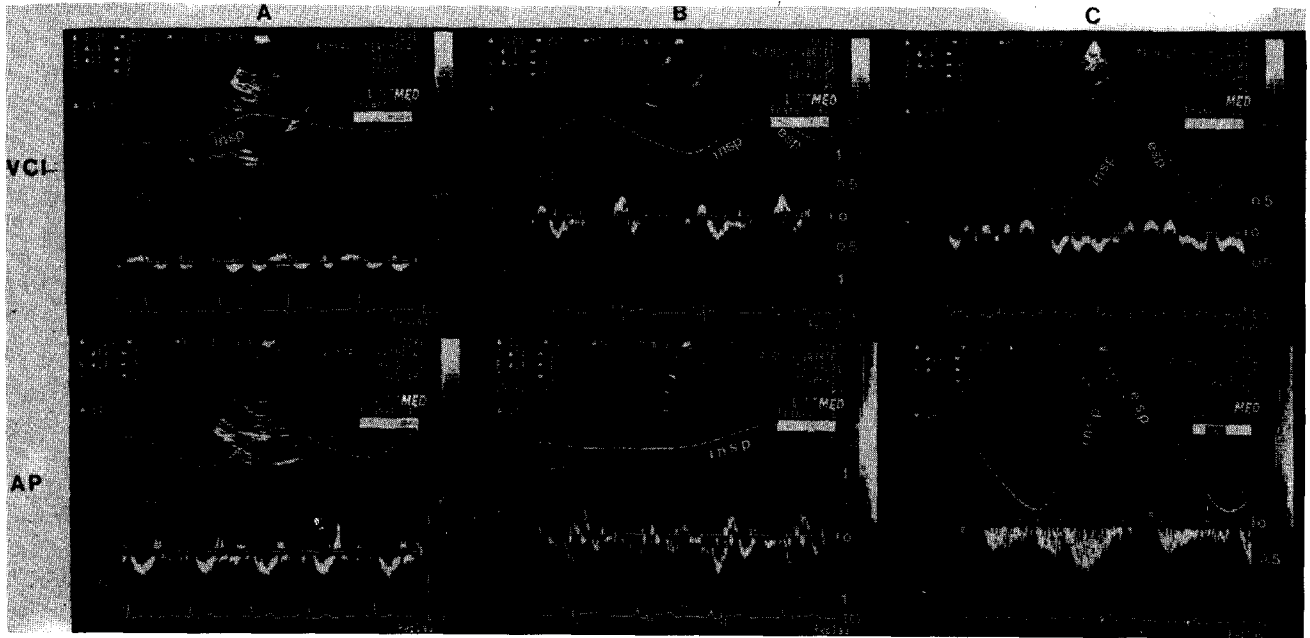


Fig. 9. Llenado ventricular normal con el estrés del ejercicio. A) Flujo transmital en decúbito y reposo con relación E/A normal. B) Con ejercicio, aumento de la velocidad de las ondas E y A, superando 1,25 m/seg.



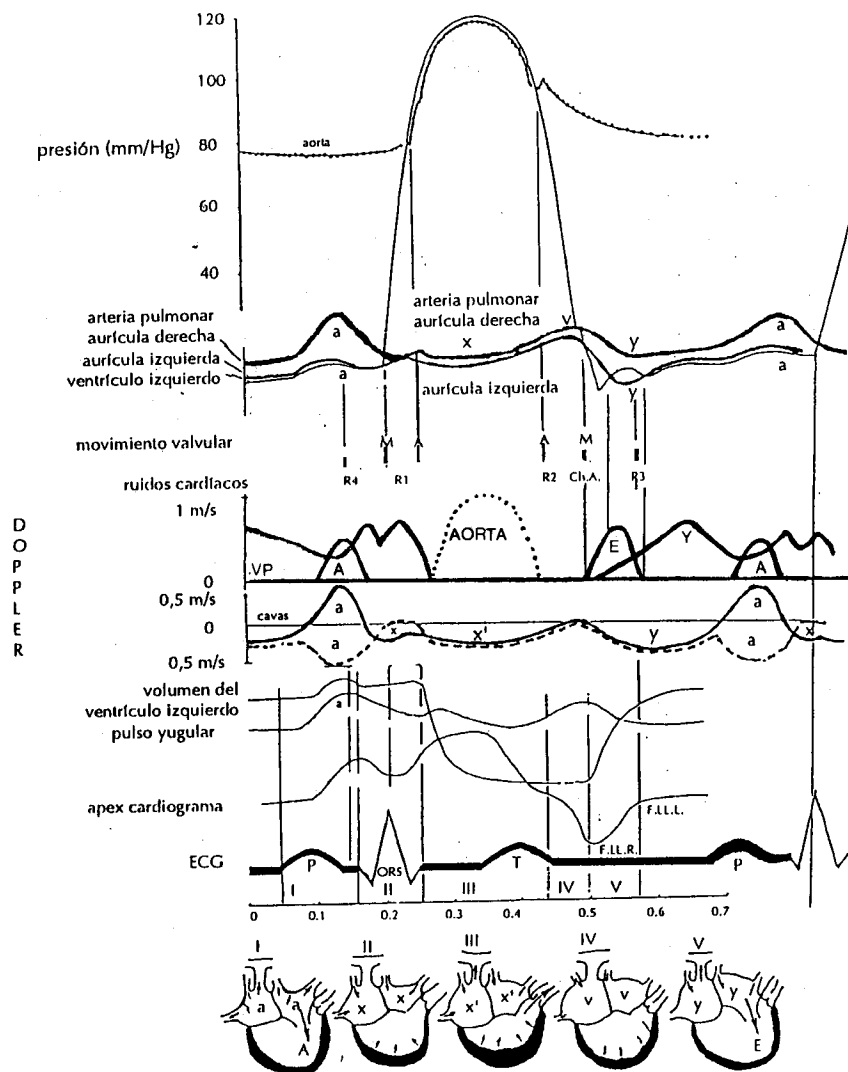


Fig. 12. Ciclo cardíaco univentricular en anastomosis atriopulmonar. El gradiente tensional entre la conexión atriopulmonar y la aurícula izquierda permite un flujo anterógrado en arteria pulmonar de baja velocidad (Doppler) bifásico sistólico y diastólico, a predominio presistólico. I: sistole auricular. II: isovolumétrico sistólico. III: eyeción ventricular. IV: isovolumétrico diastólico. V: lleno ventricular rápido. El flujo pulmonar trifásico anterógrado: sistólico (x'), diastólico (y) a predominio presistólico (a), es dependiente del gradiente tensional sistólico-diastólico entre la conexión atriopulmonar y la aurícula izquierda. El flujo en venas pulmonares presenta tres picos de mayor velocidad: protodiastólico, telediastólico por la contribución auricular derecha y protosistólico.

sistólico en vena cava superior. En 22 pacientes con CP2-D el flujo era pulsátil en la arteria pulmonar, con ligeras desaceleraciones o desaparición del flujo anterógrado sistólico en vena cava superior (Figura 17). En los *bypass* parciales de ventrículo derecho el flujo en venas pulmonares era similar al de la anastomosis cavopulmonar total; bifásico anterógrado diastólico y protosistólico, pero en los hiperpulsátiles el flujo es también anterógrado sistólico (Figura 18).

**Complicaciones alejadas del *bypass* del ventrículo derecho**

Dentro de las complicaciones alejadas del *bypass* del ventrículo derecho, las fístulas arteriovenosas de pulmón han sido atribuidas a la distribución anormal del flujo pulmonar, así como a la falta permanente y prolongada de la pulsatilidad del flujo pulmonar, (45, 48) y aparecen en el 11-21% de los pa-

cientes con Glenn clásico, (46) así como también han sido descritas en la anastomosis CP2-D (49) y hasta en el 60% de los pacientes con operación de Kawashima. (50, 51) Por otra parte, se ha reconocido que las fístulas arteriovenosas del pulmón son similares a las que ocurren en el síndrome hepático-pulmonar en pacientes con cirrosis hepática y que desaparecen luego del trasplante hepático exitoso, (52) lo que sugiere que algún factor desconocido, originado en el hígado normal, juega un papel inhibitorio en la formación de fístulas arteriovenosas del pulmón. Las fístulas arteriovenosas del pulmón no han sido descritas en la AAP, salvo con Glenn previo (48) y localizadas solamente en el pulmón derecho. La evolución alejada de la anastomosis CPT no tiene aún suficiente tiempo posoperatorio para saber si las fístulas arteriovenosas de pulmón complicarán este tipo de *bypass*. Asimismo, queda por demostrar si la pulsatilidad de un flujo competitivo

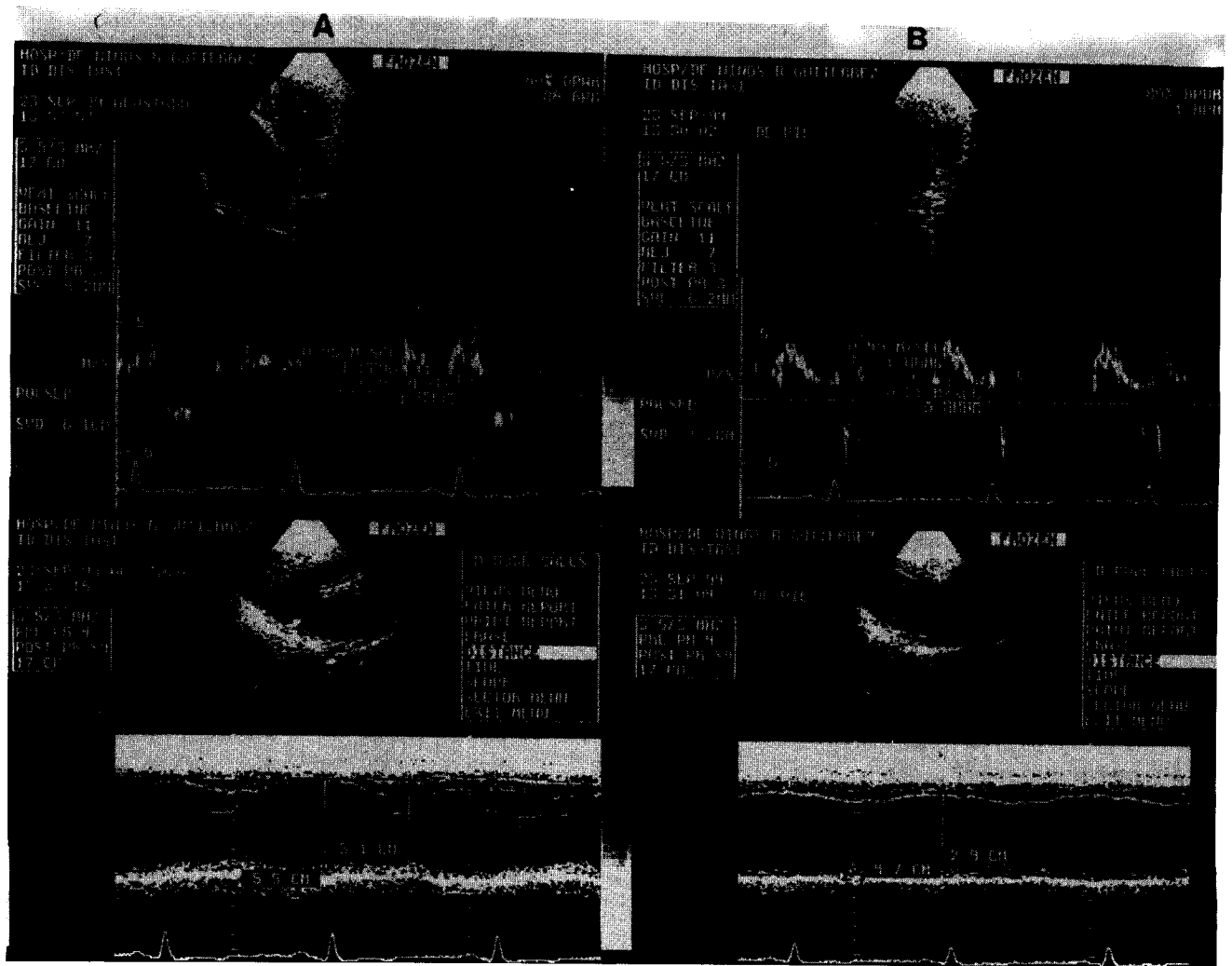


Fig. 13. Anastomosisatripulmonar normofuncionante en decúbito: A) flujo transmital con patrón de precarga disminuida. En posición de pie: B) disminuye el volumen ventricular como en el normal, pero no disminuye la onda E y en cambio disminuye la contribución auricular.

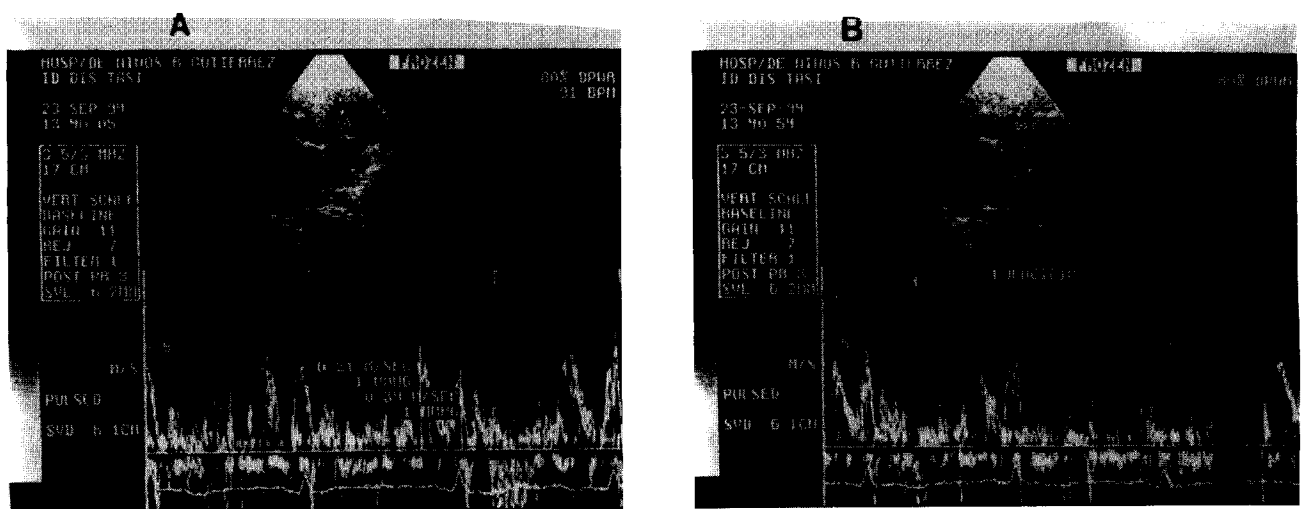


Fig. 14. Anastomosisatripulmonar normofuncionante en reposo: A) flujo transmital con patrón de precarga disminuida. Con estrés del ejercicio: B) aumenta el llenado ventricular, especialmente la onda A, pero no superando 0,70 m/seg.

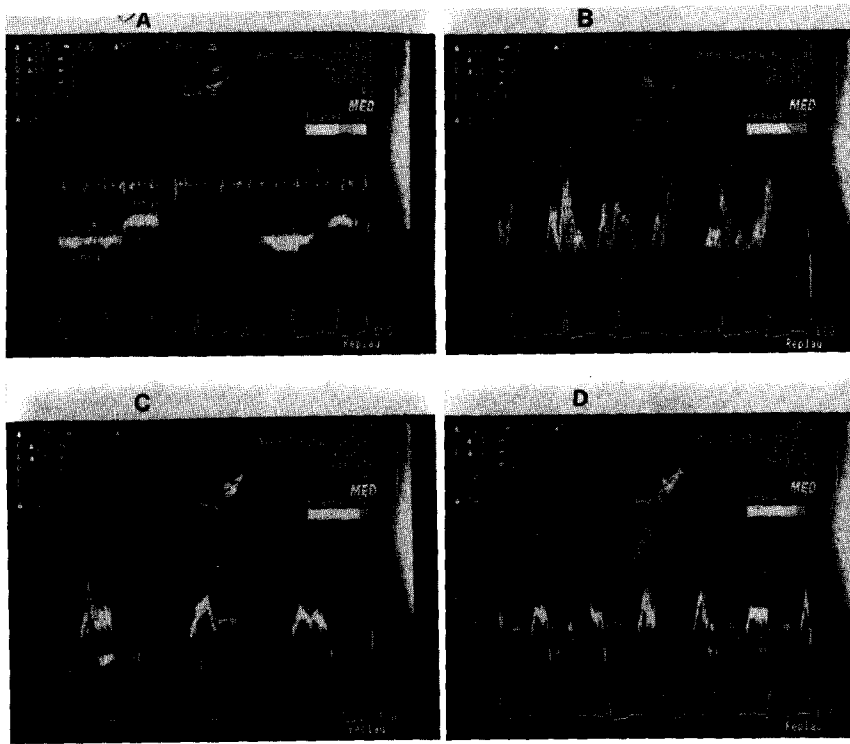


Fig. 15. Anastomosis cavopulmonar total. El flujo en vena cava inferior (A) es continuo, de baja velocidad, anterógrado inspiratorio y retrógrado con Valsalva o espiración forzada. En venas pulmonares (B) el flujo es bifásico anterógrado: diastólico y protosistólico. El flujo transmitral (C, D) tiene significativos aumentos de la velocidad en inspiración.

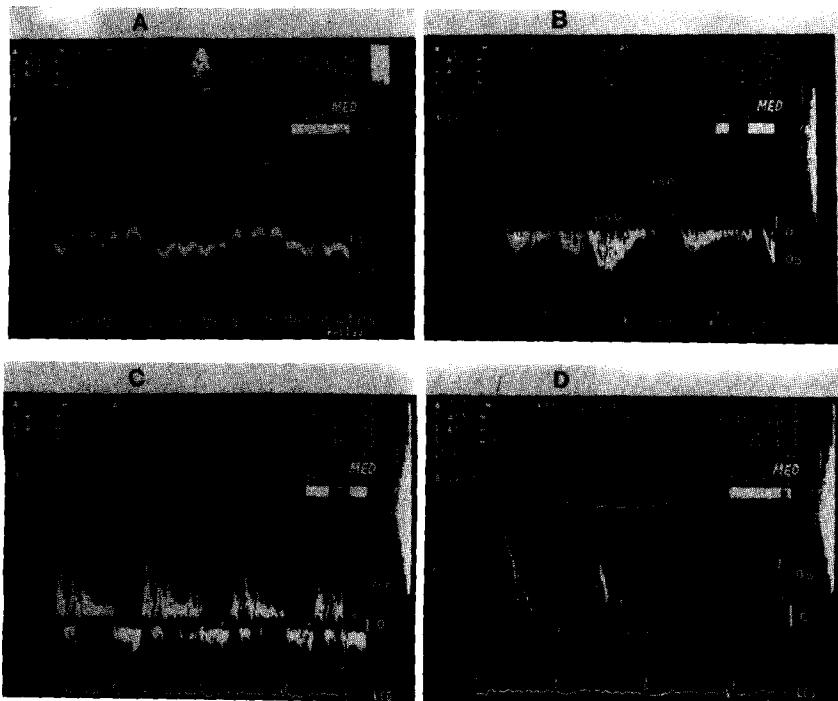


Fig. 16. Anastomosis atriopulmonar disfuncionante con fibrilación auricular. El flujo en vena cava inferior (A) y arteria pulmonar (B) es retrógrado espiratorio. En venas pulmonares (C) flujo monofásico, protodiastólico anterógrado y retrógrado sistólico. Flujo transmitral (D) con patrón restrictivo, sin gradiente de velocidad con venas pulmonares.

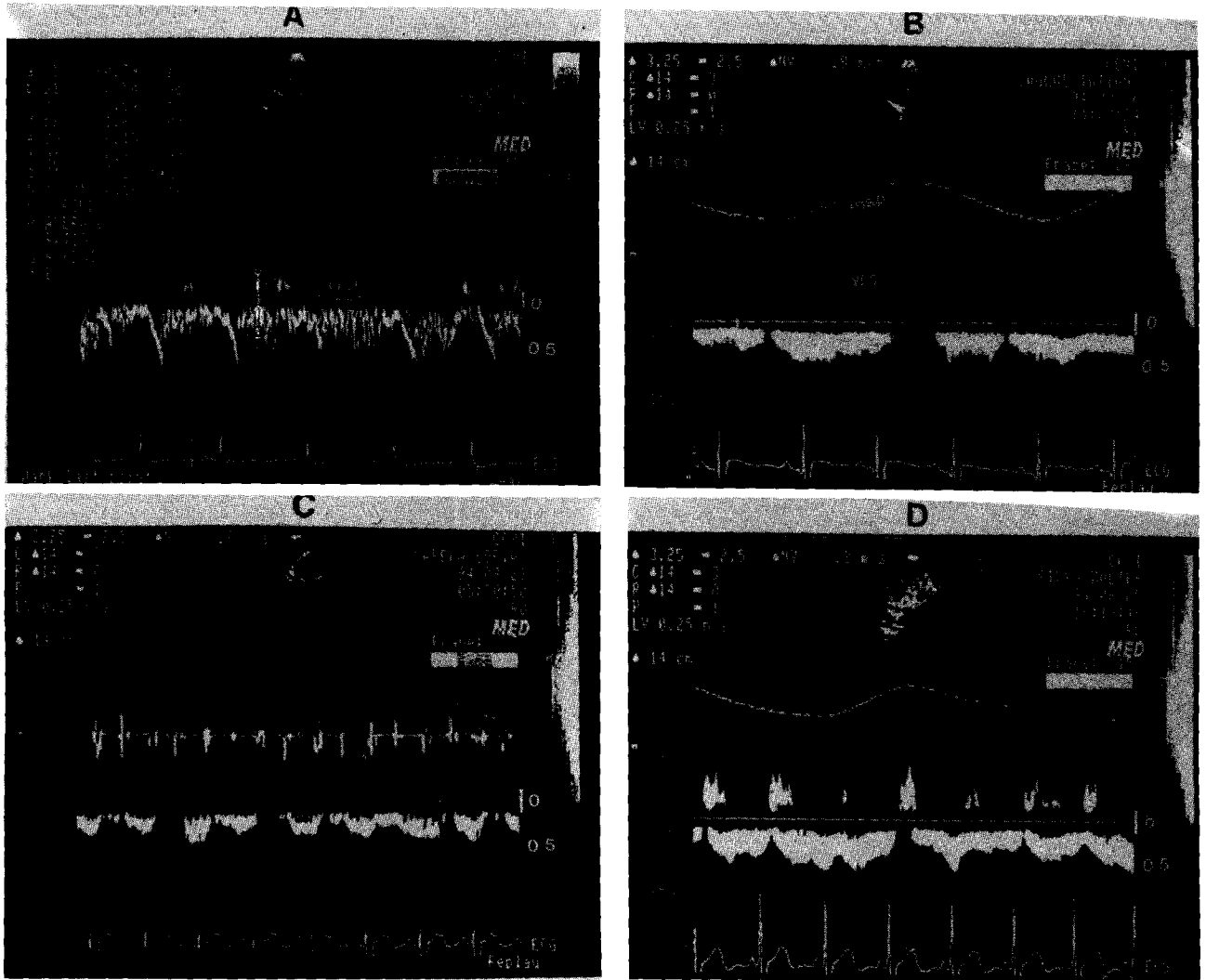


Fig. 17. A) Flujo en vena cava superior normal bifásico anterógrado, con aumento al fin de la espiración. B) En anastomosis cavopulmonar bidireccional no pulsátil; flujo continuo con interrupción al fin de la inspiración. C) Anastomosis cavopulmonar bidireccional pulsátil; flujo anterógrado con desaceleraciones sistólicas. D) Anastomosis cavopulmonar bidireccional hiperpulsátil; el flujo en vena cava superior es retrógrado sistólico.

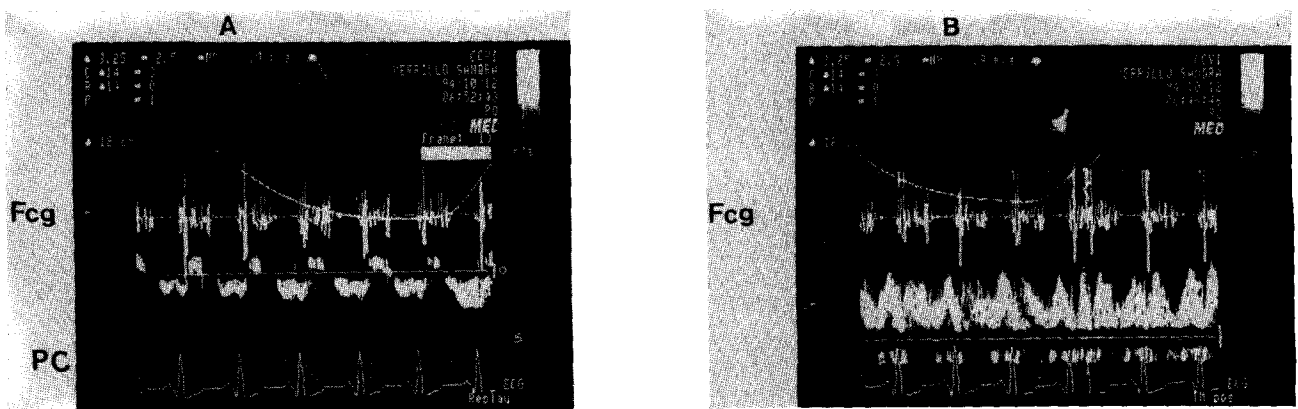


Fig. 18. Anastomosis cavopulmonar bidireccional hiperpulsátil por flujo anterógrado ventricular. A) Flujo retrógrado sistólico en vena cava superior, coincidiendo con el pulso carotídeo (PC) y el soplo sistólico de estenosis pulmonar en el fonocardiograma (Fcg). B) Flujo en venas pulmonares anterógrado, sistólico y diastólico.

(pulsátil y que ha circulado por el hígado) en la anastomosis CP2-D puede prevenir las fístulas arteriovenosas del pulmón. (50)

La complicación con taquiarritmias (53) en la evolución alejada de la AAP nos ha llevado a utilizar rutinariamente la anastomosis cavo-atriopulmonar (54) en lugar de la AAP a fin de disminuir la precarga auricular derecha, manteniendo una perfusión pulmonar homogénea por vía inferior y levemente desbalanceada por vía superior.

## SUMMARY

### PULMONARY FLOW DISTRIBUTION AND DYNAMICS IN DIFFERENT RIGHT VENTRICLE BYPASS PROCEDURES

Ninety eight patients with different types of bypassing of the right ventricle procedures are evaluated as to the distribution and dynamics of pulmonary flow. A total bypass of the right ventricle had been performed in 33 and while a partial bypass had been performed in 65 patients. Using pulmonary perfusion scintigraphy we could determine that with the present techniques of bypassing of the right ventricle, the systemic venous return is dominantly derived to the pulmonary branch were the anastomosis has been performed, both at rest and during exertion. Our results showed that total cavopulmonary connections had a relation  $X = 88/12\%$ , no pulsatile cavopulmonary shunts had  $X = 84/16\%$ , pulsatile cavopulmonary shunts showed  $X = 87/13\%$  while partial biventricular corrections showed an  $X = 88/12\%$  relationship between perfusion to both lungs. This disbalanced perfusion is due to the absence of a mixing chamber, and it explains the decreased development of the contralateral pulmonary branch in the no pulsatile cavopulmonary connections. This could be prevented if the competitive pulsatile flow is present. On the other hand, in atriopulmonary anastomosis, where a pulsatile mixing chamber is present, distribution of pulmonary flow is balanced and homogeneous. It is similar in both lungs during resting conditions ( $X = 52/48$ ) and during exercise, being slightly disbalanced in the cases of cavo-atriopulmonary connections ( $X = 68/32$ ). In normofunctional atriopulmonary anastomosis (17/20 patients) flow in the pulmonary artery is hypopulsatile, it has slow speed, and it is trifasic anterograde as shown by transthoracic 2-D Doppler. Systolic-diastolic components are passive and show lower speed. The presystolic component is active due to the right atrial systole and shows higher velocity. In the pulmonary veins, flow is anterograde and predominantly diastolic (diastolic ventricular suc-

tion), and the right atrial systole does contribute to this flow. The diminished systolic component is due to the absence of right ventricular ejection. Patients with a total bypass of the right ventricle are unable to increase the kinetic energy (velocity of flow) during the stress of exercise, as those with a biventricular heart do. Therefore these patients cannot increase the transmitral flow as normal patients do. In the dysfunctioning atriopulmonary anastomosis (3/20 patients), flow in the inferior vena cava is retrograde during expiration. The same is true for the pulmonary artery, while in the pulmonary veins it is only anterograde during the protodiastole, with increased flow velocity and a gradient of velocities is present when compared with the transmitral flow. This is due to left atrial restriction, or to a restrictive pattern in a patient with ventricular dysfunction. In total normofunctioning cavopulmonary connections (3/3 patients) pulmonary flow has a low velocity phasic and continuous pattern. It shows increase in velocity during inspiration with minimal acceleration in systole and diastole, while in the pulmonary veins it is bifasic and anterograde, predominantly diastolic and protosystolic. Non pulsatile partial bypass (6/65 patients) may be distinguished from the hypopulsatile (20/65 patients), the pulsatile (22/65 patients) and the hyperpulsatile ones (17/65 patients) according to the repercussion of the competitive flow in the velocity of the flows in the superior vena cava, and the pulmonary artery branches.

*Key words* Pulmonary flow - Bypass - Right ventricle

## BIBLIOGRAFIA

1. Furey S, Zieske H, Levy M. The essential function of the right ventricle. *Am Heart J* 1984; 107: 404-410.
2. Colbert EH. El libro de los dinosaurios. Buenos Aires, Eudeba, 1979; 35.
3. Glenn WWL. Circulatory bypass of the right heart. II. Shunt between superior vena cava and distal right pulmonary artery: Report of a clinical application. *N Engl J Med* 1958; 259: 117.
4. Fontan F, Baudet E. Surgical repair of tricuspid atresia. *Thorax* 1971; 26: 240-248.
5. Kreutzer G, Galíndez E, Bono H, de Palma C, Laura JP. An operation for the correction of the tricuspid atresia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1973; 66: 613-621.
6. Hopkins RA, Armstrong BE, Serwer GA, Peterson RJ, Oldham HN. Physiological rationale for a bidirectional cavopulmonary shunt: A versatile complement to the Fontan principle. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 90: 391-398.
7. Kobayashi J, Matsuda H, Nakano S, Shimasaki Y, Ikawa S, Mitsuno M y col. Hemodynamic effects of bidirectional cavopulmonary shunt with pulsatile pulmonary flow. *Circulation* 1991; 84 (Suppl III): III-219-III-225.
8. Kawashima Y, Kitamura S, Matsuda H, Shimasaki Y, Nakano S, Hirose H. Total cavopulmonary shunt operation in complex cardiac anomalies. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984; 87: 74-81.
9. Puga FJ, Chiavarelli M, Hagler DJ. Modifications of the Fontan operation applicable to patients with left atrioven-

- tricular valve atresia or single atrioventricular valve. *Circulation* 1987; 76: 53.
10. De Leval MR, Klinner P, Gewilling M, Bull C. Total cavopulmonary connection: A logical alternative to atriopulmonary, for complex Fontan operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1988; 3: 91-96.
  11. Billingsley AM, Laks H, Boyce SW, George B, Santulli T, Williams RG. Definitive repair in patients with pulmonary atresia and intact ventricular septum. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989; 97: 746-754.
  12. Bridges ND, Lock JE, Castañeda A. Baffle fenestration with subsequent trans-catheter closure: Modification of the Fontan operation for patients at increased risk. *Circulation* 1990; 82: 1681-1689.
  13. Tow DE, Wagner HL, López-Majani U y col. Validity of measuring regional pulmonary arterial flow with macroaggregates of human serum albumin. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med* 1966; 99: 664-676.
  14. Samanek M, Oppelt A, Kasalicky S, Voriskova M. Distribution of pulmonary blood flow after cavopulmonary anastomosis (Glenn operation). *Br Heart J* 1969; 31: 511.
  15. Cloutier A, Ash J, Smallhorn J, Williams W, Trusler G, Rowe R y col. Abnormal distribution of pulmonary blood flow after the Glenn shunt or Fontan procedure: risk of development of arteriovenous fistulae. *Circulation* 1985; 72: 471-479.
  16. Del Torso S, Milanesi O, Bui F, Benettit E, Stelling G, Mazzucco A y col. Radionuclide evaluation of lung perfusion after the Fontan procedure. *Internat J Cardiol* 1988; 20: 107-116.
  17. Matsushita T, Matsuda H, Ogawa M, Ohno K, Arisawa J, Kozuka T y col. Assessment of the intrapulmonary ventilation-perfusion distribution after the Fontan procedure for complex cardiac anomalies: Relation to pulmonary hemodynamics. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 842-848.
  18. Nakasawa M, Nakanishi T, Okuda H y col. Dynamic of right heart flow in patients after Fontan procedure. *Circulation* 1984; 69: 306-312.
  19. Frommelt P, Snider R, Melines J, Vermili R. Doppler assessment of pulmonary artery flow patterns and ventricular function after the Fontan operation. *Am J Cardiol* 1991; 68: 1211-1215.
  20. Redington A, Penny O, Shinebourne E. Pulmonary flow after total cavopulmonary shunt. *Br Heart J* 1991; 65: 213-217.
  21. Stümper O, Sutherland G, Geuskens R, Roelandt J, Bos E, Hess T. Transesophageal echocardiography in evaluation and management after a Fontan procedure. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17: 1152-1160.
  22. Fyfe D, Kline CH, Sade R, Greene C, Gillette P. The utility of transesophageal echocardiography during and after Fontan operation in small children. *Am Heart J* 1991; 122: 1403-1415.
  23. Rebergen S, Ottenkamp J, Doornbos J, Wall E, Chin J, Roos A. Post-operative pulmonary flow dynamic after Fontan surgery: Assessment with nuclear magnetic resonance velocity mapping. *J Am Coll Cardiol* 1993; 21: 123-131.
  24. Kreuzer E, Quilindro A, Zarlenga B, Batista N, Roman M, Schere D y col. Estudio de la perfusión pulmonar mediante centellografía en el bypass total o parcial del ventrículo derecho. *Rev Arg Cardiol* 1994; 62: 151-163.
  25. Kreuzer G, Vargas F, Schlichter A, Laura J, Suárez J, Rodríguez Coronel A y col. Atriopulmonary anastomosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1982; 83: 427.
  26. Furuse A, Brawley R, Gott V. Pulsatile cavo-pulmonary artery shunt. Surgical technique and hemodynamic characteristics. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1972; 63: 495-500.
  27. Abella I, Torres I, Leveroni A, Grippo M, Schlichter A, Kreuzer G y col. Ergometría y saturometría O<sub>2</sub>% (tc) en el bypass total vs bypass parcial del ventrículo derecho. *Rev Arg Cardiol* 1995 (en prensa).
  28. Nakata S, Imai Y, Takanashi Y, Kurosawa H, Tezuka K, Nakasawa M. A new method for quantitative standardization of cross-sectional areas of the pulmonary arteries in congenital heart disease with decreased pulmonary blood flow. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984; 88: 610-619.
  29. Mendelsohn A, Bove E, Lupinetti F, Crowley D, Lloyd T, Beekman R. Central pulmonary artery growth patterns after the bidirectional Glenn procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; 107: 1284-1290.
  30. Norwood W. Hypoplastic left heart syndrome. *Ann Thorac Surg* 1991; 52: 688-695.
  31. Seliem M, Murphy J, Heyman S, Vetter J, Norwood W. Lung perfusion patterns following bidirectional cavo-pulmonary anastomosis. A reflection of the pulmonary vascular bed status (abstract). *J Am Coll Cardiol* 1991; 17: 257A.
  32. Norwood W, Jacobs M, Murphy J. Fontan procedure for hypoplastic left heart syndrome. *Ann Thorac Surg* 1992; 54: 1025-1030.
  33. Ruschmer R. *Cardiovascular Dynamics* (second edition). Philadelphia, WB Saunders, 1961; 179.
  34. Klein A, Tajik A. Doppler assessment of pulmonary venous flow in healthy subjects and in patients with heart disease. *J Am Soc Echocardiogr* 1991; 4 (4): 379.
  35. Sagiv M, Ben-Sira D, Sagiv A, Goldhammer E. Postural effect on diastolic filling with acute increased afterload in athletes with left ventricular hypertrophy. *Int J Sports Cardiol* 1993; 2: 85-90.
  36. Matsuda M, Sugishita S, Kose Ki I, Ho T, Akatuska I, Takamatsu K. Effect of exercise on left ventricular diastolic filling in athletes and non athletes. *J Appl Physiol* 1983; 55: 323-328.
  37. Qureshi S, Richhmer R, Mc Kay R, Arnold R. Doppler echocardiographic evaluation of pulmonary artery flow after modified Fontan operation: importance of the atrial contraction. *Br Heart J* 1990; 64: 272-276.
  38. Fogel M, Weinberg P, Chin A, Hoffman E. Magnetic resonance imaging of ventricular geometry and performance in patients with functional single ventricle throughout staged Fontan reconstruction (abstract). *J Am Coll Cardiol* 1994; 1A-484 A-23 A.
  39. Marelli A, Child J, Perloff J, Williams R. Contribution of right atrial contraction to pulmonary venous flow patterns in the adult Fontan patient (abstract). *J Am Coll Cardiol* 1993; 21: 391 A.
  40. Keren G, Sonnerblick E, LeJemtel T. Mitral annulus motion relation to pulmonary venous and transmitral flow in normal subjects and in patients with dilated cardiomyopathy. *Circulation* 1988; 78: 621-629.
  41. Cummings G. Maximal exercise hemodynamics after the Fontan procedure. *En: Doyle E, Engle M, Gersony W (eds). Pediatrics Cardiology. New York, Springer Verlag, 1986; 257-266.*
  42. Gewilling M. The Fontan circulation: late functional results. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery* 1994; 6: 56-63.
  43. Muster A, Zales V, Ilbawi M, Backer C, Duffy C, Mavroudis C. Biventricular repair of hypoplastic right ventricle assisted by pulsatile bidirectional cavopulmonary anastomosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993; 105: 112-119.
  44. Alvarado O, Sreeram N, Mc Kay R, Boyd I. Cavopulmonary connection in repair of atrioventricular septal defect with small right ventricle. *Ann Thorac Surg* 1993; 55: 729-736.
  45. Mc Faul R, Tajik A, Mair D, Danielson G, Seward J. Development of pulmonary arteriovenous shunt after superior vena cava-right pulmonary artery (Glenn) anastomosis. *Circulation* 1977; 55: 212-216.
  46. Koff GH, Laks H, Stansel H, Hellenbrand W, Kleinman Ch, Talner N. Thirty-year follow-up of superior vena cava-pulmonary artery (Glenn) shunt. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 100: 662-671.



47. Moore J, Kirby W, Madden W, Gaither N. Development of pulmonary arteriovenous malformation after modified Fontan operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989; 98: 1045-1050.
48. Von Scheidt W, Von Arnim Th, Schneider B, Erdman E. Balloon embolization of a pulmonary arteriovenous fistula after cavopulmonary anastomosis in tricuspid atresia. *Am Heart J* 1988; 116: 182-184.
49. Jonas R. Indications and timing for the bidirectional Glenn shunt versus the fenestrated Fontan circulation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; 108: 522-524.
50. Vemura H, Yagihara T, Yamamoto F, Nishigaki K, Matsuki O, Kawashima Y. Forward flow from ventricle suppresses. Development of collateral circulation after cavo-pulmonary shunt (abstract). *J Am Coll Cardiol* 1993; 21 (2): 82 A.
51. Kawashima Y, Matsuki O, Yagihara T, Matsuda H. Total cavopulmonary shunt operations. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery* 1994; 6: 17-20.
52. Lacroix J, Blanchard H, de Viele de Goyet J, Weber A, Uliers A, Ofte J. Reversal of cirrhosis-related pulmonary shunting in two children by orthotopic liver transplantation. *Transplantation* 1992; 53: 1135-1138.
53. Peter N, Sommerwille J. Arrhythmias after the Fontan procedure. *Br Heart J* 1992; 68: 199-204.
54. Kreutzer GO. Anastomosis cavo-atriopulmonar. *Rev Arg Cardiol* 1995 (en prensa).