

Ecografía individualizada en el paciente neonatal

Rafael Romero Peguero

María Solo de Zaldívar Trisancho

F.E.A. Pediatría y sus Áreas Específicas del Hospital San Pedro de Alcántara

Servicio de Neonatología

Índice

- Introducción
- Determinación de la fisiopatología subyacente en situaciones de inestabilidad hemodinámica.
 - Valoración de la función del ventrículo izquierdo.
 - Valoración de la función del ventrículo derecho.
 - Valoración de la precarga.
 - Análisis fisiopatológico.
- Valoración del recién nacido con altos requerimientos de oxígeno.
 - Parámetros a valorar en hipertensión pulmonar.
 - Movimiento septal.
 - Estimación de la presión pulmonar a través del jet de insuficiencia tricuspídea.
 - Valoración del shunt ductal.
 - Tiempo de aceleración máxima de la arteria pulmonar.
 - Análisis y tratamiento.
- Estudio de la presencia y significación del ductus arterioso.
 - Características del ductus.
 - Índices de hiperaflujo pulmonar.
 - Efecto de derivación sistémica.
- Valoración hemodinámica durante la transición fetal neonatal.
 - Flujo en vena cava superior.
 - Ecografía cerebral.
 - Velocidad máxima del flujo de la arteria Pulmonar.

Ecocardiografía funcional: Introducción

- El recién nacido puede presentar diversos problemas hemodinámicos cuya fisiopatología es compleja y variable y, en ocasiones, poco predecible tras la valoración clínica y analítica habituales.
- La interpretación de estos parámetros puede llevar a conclusiones erróneas y a la adopción de estrategias terapéuticas incorrectas en recién nacidos inestables.
- La ecocardiografía funcional es una técnica de valoración hemodinámica que se añade a la monitorización habitual para guiar al clínico en sus intervenciones.

Ecocardiografía funcional: Introducción

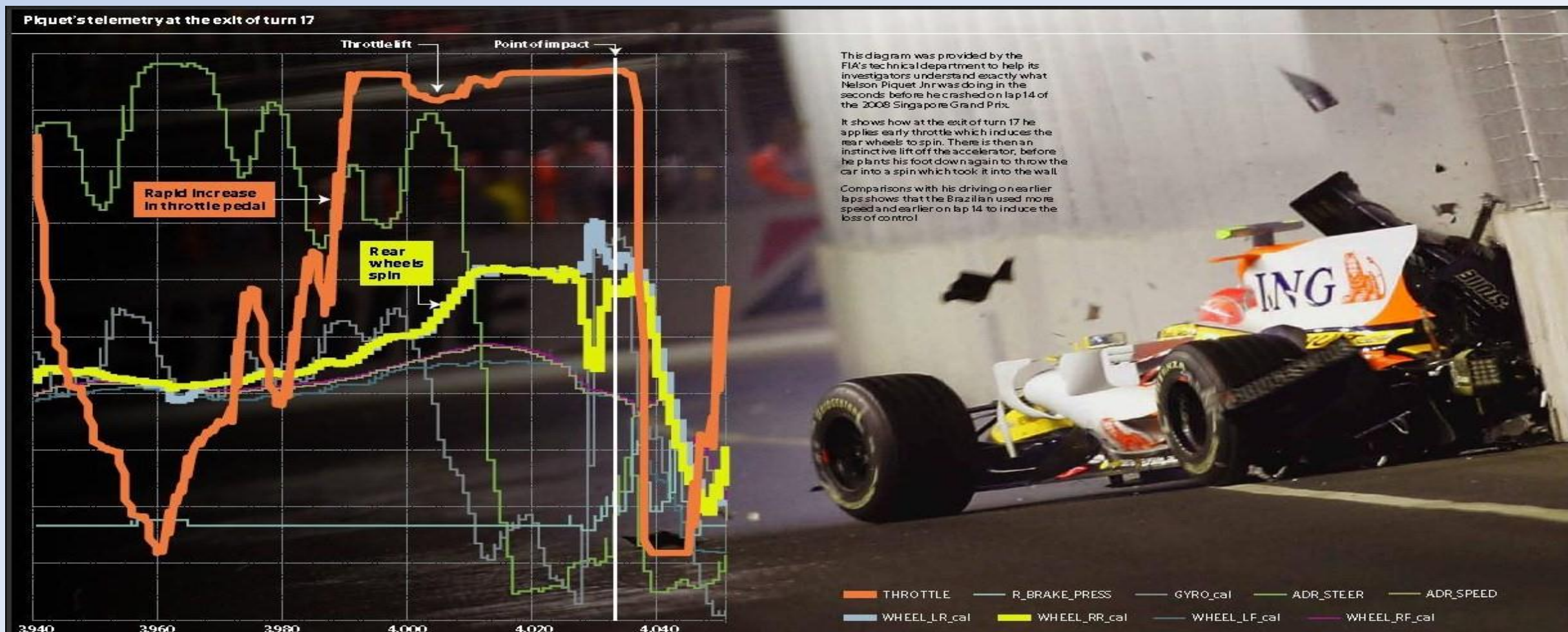
• **Indicaciones**

- Determinar la fisiopatología subyacente en situaciones de inestabilidad hemodinámica.
- Recién nacido con altos requerimientos de oxígeno.
- Estudio de la presencia y significación del ductus arterioso.
- Valoración hemodinámica durante la transición fetal neonatal en el prematuro extremo.
- Valoración hemodinámica en pacientes con encefalopatía hipóxico-isquémica.
- Otros:
 - Valoración de drenajes
 - Posicionamiento de catéteres centrales y otros dispositivos.

Ecocardiografía funcional: Introducción



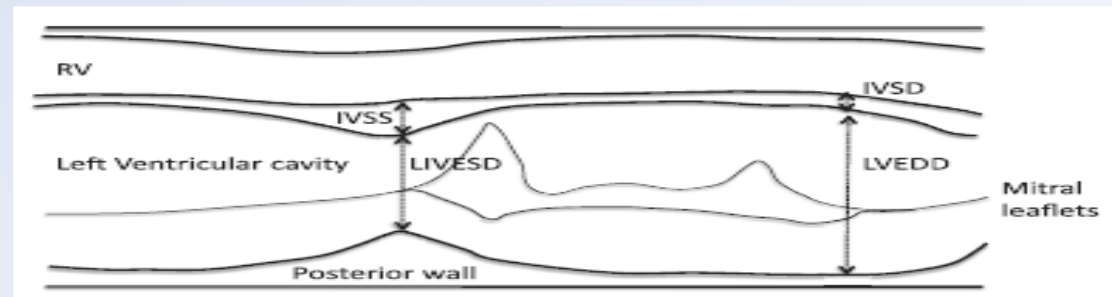
Ecocardiografía funcional: Introducción



Ecocardiografía funcional: Determinación de la fisiopatología subyacente en situaciones de inestabilidad hemodinámica.

• **Valoración de la función del ventrículo izquierdo**

- Fracción de acortamiento.
 - Valora la contractilidad del ventrículo izquierdo
 - **Valores normales varían entre el 25-40%**
 - Precaución si presencia de ductus (Modifica pre y postcarga) y la presencia de movimiento septal anómalo.

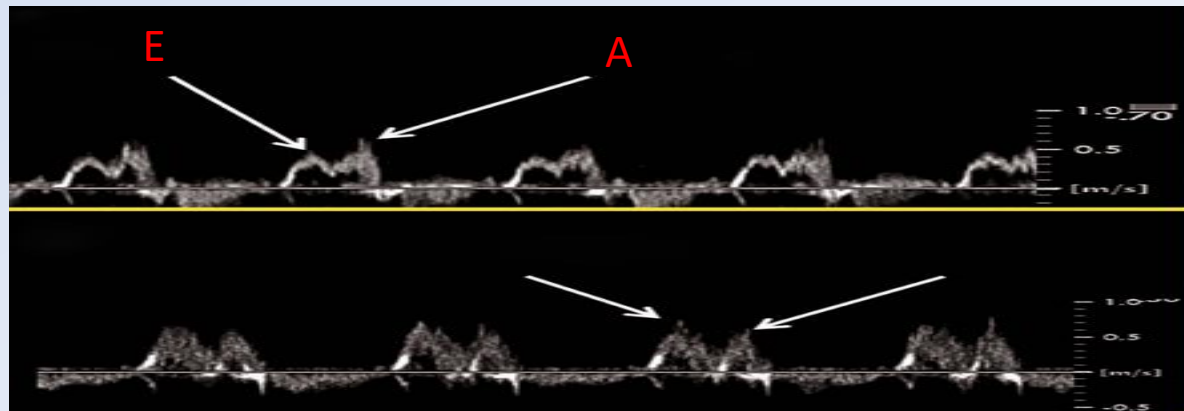


Ecocardiografía funcional: Determinación de la fisiopatología subyacente en situaciones de inestabilidad hemodinámica.

• **Valoración de la función del ventrículo izquierdo**

• Relación E/A transmitral

- Es un indicador de la función diastólica del ventrículo izquierdo.
- Muestra la relación entre la velocidad de la fase diastólica temprana (E) del llenado ventricular y el componente de contracción auricular tardía (A).
- Los valores de normalidad en recién nacidos a término es cercano al 1 o mayor de 1
- En prematuros, es una relación E/A < 1, debido a la inmadurez del miocardio que produce un deterioro moderado de la función diastólica.



Arruza L, Corredera A. *Ecocardiografía funcional en el neonato. An Pediatr Contin.* 2014;12(2):78-84.

Wyllie J, *Neonatal echocardiography, Seminars in Fetal & Neonatal Medicine* (2015).

D. van Laere, B. van Overmeire, S. Gupta, et al. *Application of NPE in the assessment of a patent ductus arteriosus Pediatric Research* (2018) 84:S46–S56

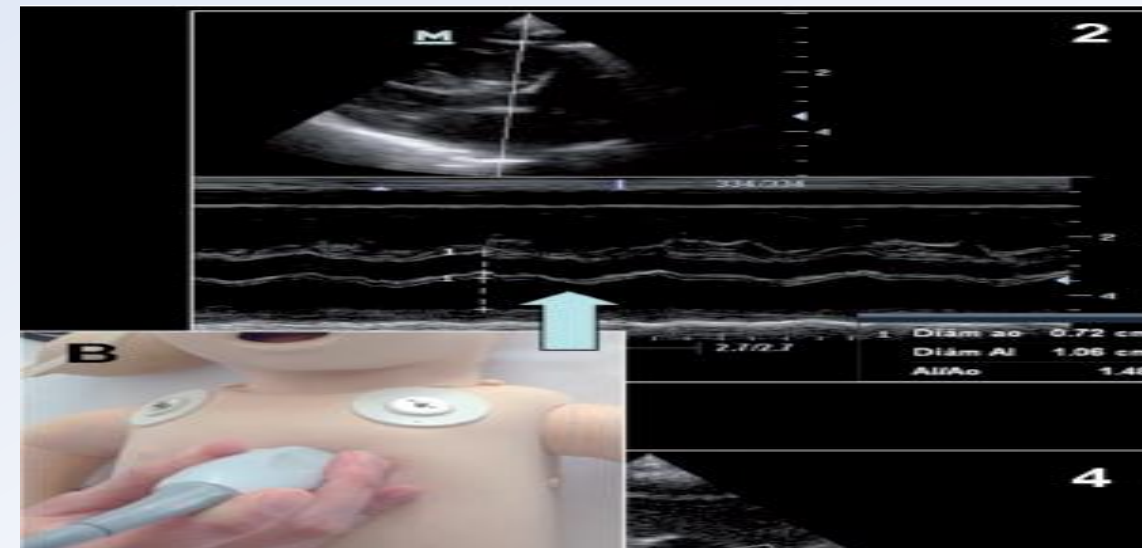
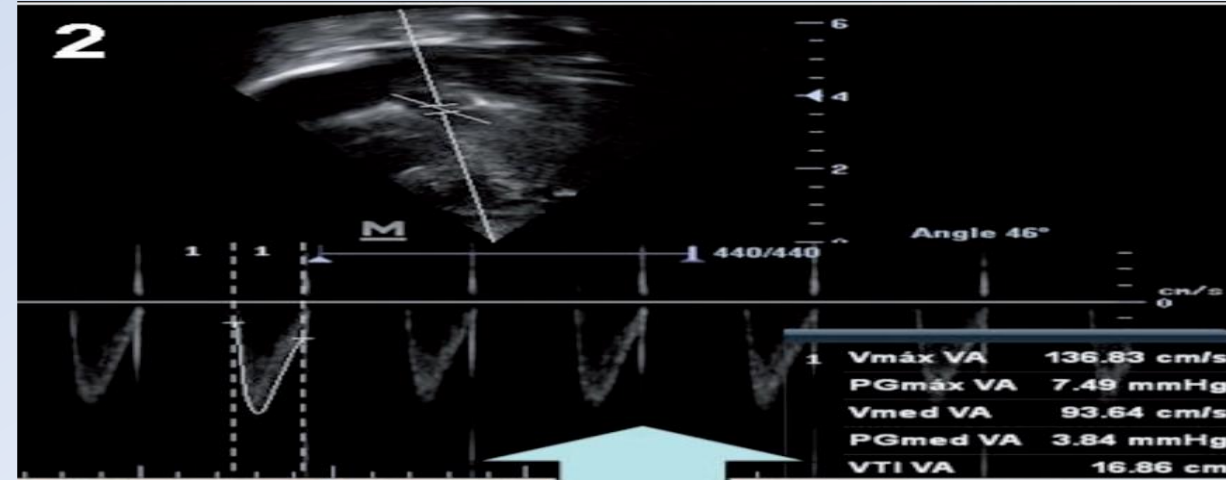
Ecocardiografía funcional: Determinación de la fisiopatología subyacente en situaciones de inestabilidad hemodinámica.

• Valoración de la función del ventrículo izquierdo

- Gasto cardiaco ventrículo izquierdo.
 - Se puede estimar el gasto cardiaco mediante la siguiente fórmula:

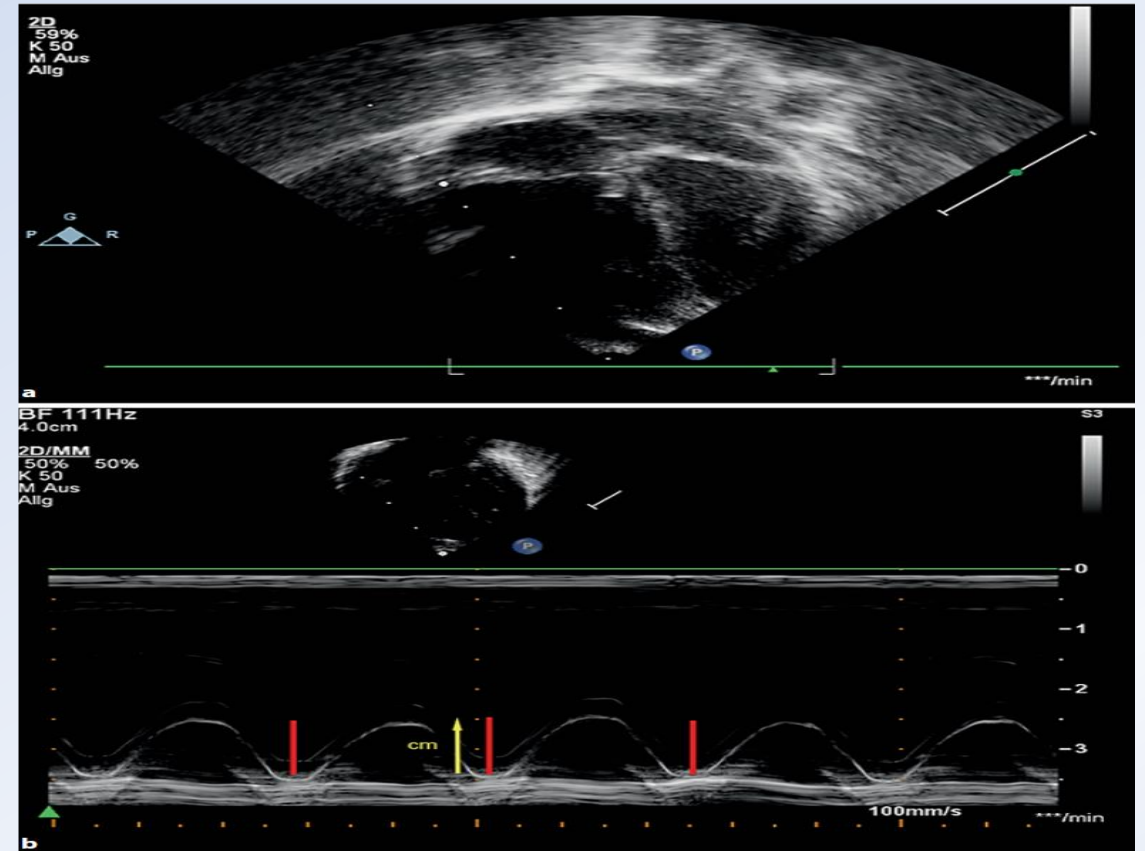
$$\text{GCVI} = (\pi R_{\text{aor (cm)}}^2 \times \text{VTI}_{\text{aort}} \times \text{Fr cardiaca}) / \text{Peso} = \text{ml/kg/min.}$$

- El VTI (Integral velocidad tiempo) se obtiene trazando el borde del área de la onda aórtica que se obtiene en el tracto de salida del ventrículo izquierdo.
- Valores normales: 180-320 ml/kg/min



Ecocardiografía funcional: Determinación de la fisiopatología subyacente en situaciones de inestabilidad hemodinámica.

- **Valoración de la función del ventrículo derecho**
 - TAPSE
 - Medimos la excursión sistólica del anillo tricúspide.
 - Ofrece información sobre la función sistólica del ventrículo derecho.



Ecocardiografía funcional: Determinación de la fisiopatología subyacente en situaciones de inestabilidad hemodinámica.

• Valoración de la función del ventrículo derecho

• TAPSE

- Medimos la excursión sistólica del anillo tricúspide.
- Ofrece información sobre la función sistólica del ventrículo derecho.
- Valores de normalidad: En 2011 se publicó en *Neonatology*, Z-Score según edad gestacional.

Table 1. Classification table for TAPSE values¹

Week of gestation	TAPSE, cm							Birth weight, kg observed		
	observed				predicted			mean	min.	max.
	n	mean	-2 SD	+2 SD	mean	-2 SD	+2 SD			
26	14	0.44	0.30	0.59	0.45	0.32	0.58	0.66	0.53	0.80
27	12	0.48	0.36	0.61	0.48	0.35	0.61	0.88	0.68	1.00
28	15	0.52	0.37	0.68	0.52	0.39	0.65	0.97	0.73	1.20
29	14	0.57	0.41	0.73	0.56	0.43	0.69	1.10	0.85	1.45
30	14	0.60	0.48	0.71	0.59	0.46	0.72	1.14	0.86	1.50
31	20	0.63	0.53	0.74	0.63	0.50	0.76	1.38	0.98	1.70
32	14	0.68	0.51	0.85	0.66	0.53	0.80	1.54	1.15	1.95
33	15	0.70	0.58	0.83	0.70	0.57	0.83	1.69	1.25	2.09
34	24	0.73	0.60	0.87	0.74	0.61	0.87	1.81	1.41	2.70
35	14	0.74	0.61	0.88	0.77	0.64	0.90	1.95	1.55	2.30
36	18	0.78	0.65	0.92	0.81	0.68	0.94	2.13	1.62	3.04
37	14	0.82	0.68	0.96	0.84	0.71	0.98	2.31	1.78	3.20
38	13	0.86	0.75	0.97	0.88	0.75	1.01	2.50	1.96	3.25
39	19	0.90	0.77	1.02	0.92	0.79	1.05	2.73	2.12	3.14
40	20	0.95	0.81	1.10	0.95	0.82	1.08	3.32	2.66	3.83
41	18	1.03	0.85	1.21	0.99	0.86	1.12	3.64	2.85	4.20

Mean, minimum and maximum birth weight were calculated for several weeks of gestation.

¹ The observed and predicted means and the 95% confidence intervals are presented for each gestational week.

Ecocardiografía funcional: Determinación de la fisiopatología subyacente en situaciones de inestabilidad hemodinámica.

• **Valoración de la función del ventrículo derecho**

- Relación E/A transtricuspidéa
 - Valora la función diastólica.
 - No hay valores descritos en la literatura.
 - Aunque por fisiología se puede extrapolar que los valores de normalidad en la relación E/A transmitral se pueden aplicar a esta relación E/A.
- Gasto cardiaco en ventrículo derecho.
 - Usaremos la misma fórmula que en ventrículo izquierdo, pero mediremos el radio de la arteria pulmonar.
 - Útil en situaciones de cortocircuitos I-D, para valorar el flujo sistémico.
 - Valores normales: 180-320 ml/kg/min.

Ecocardiografía funcional: Determinación de la fisiopatología subyacente en situaciones de inestabilidad hemodinámica.

- **Valoración de la precarga**

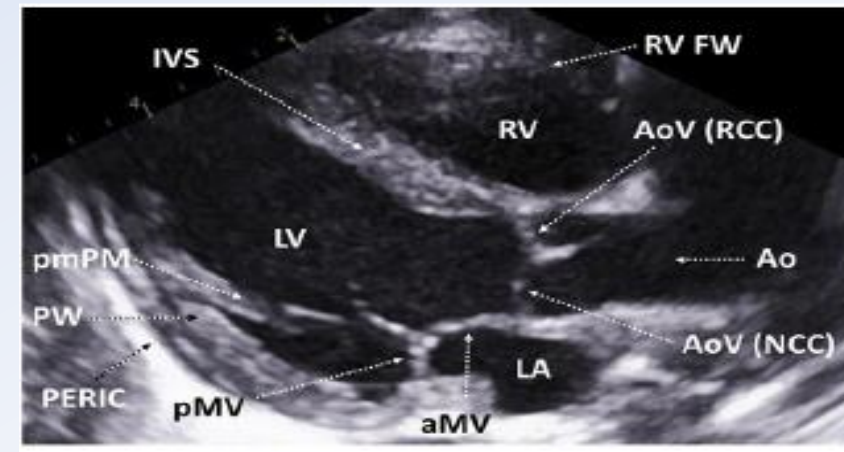
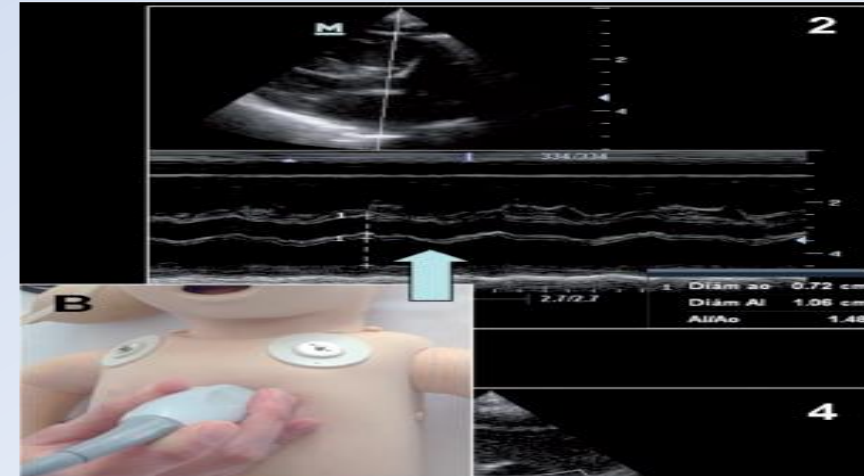
- Vena cava inferior.

- Se valorará el colapso de la vena cava inferior a través del ciclo respiratorio.
- Normalmente en ausencia de soporte respiratorio la reducción inspiratoria de aproximadamente 50% en el diámetro de la VCI, si esta reducción fuera menor sería un indicador de volemia aumentada.
- Las variaciones respiratorias del diámetro de la VCI en los recién nacidos ventilados sólo se observan cuando la presión de la aurícula derecha es normal o baja.
- La pérdida de la variabilidad en el colapso sería un indicador de volemia aumentada.

Ecocardiografía funcional: Determinación de la fisiopatología subyacente en situaciones de inestabilidad hemodinámica.

• Valoración de la precarga

- Relación aurícula izquierda/aorta
 - Relaciona el tamaño de la aurícula izquierda con la aorta.
 - Valores normales: **0,6-1,4**
 - **No es un indicador como tal de la precarga pero:**
 - Valores por encima a 2'1 nos predice que en situación de shock el paciente no va a responder a volumen.



Arruza L, Corredera A. Ecocardiografía funcional en el neonato. *An Pediatr Contin.* 2014;12(2):78-84.

Wyllie J, Neonatal echocardiography, *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine* (2015).

D. van Laere, B. van Overmeire, S. Gupta, et al. Application of NPE in the assessment of a patent ductus arteriosus *Pediatric Research* (2018) 84:S46–S56

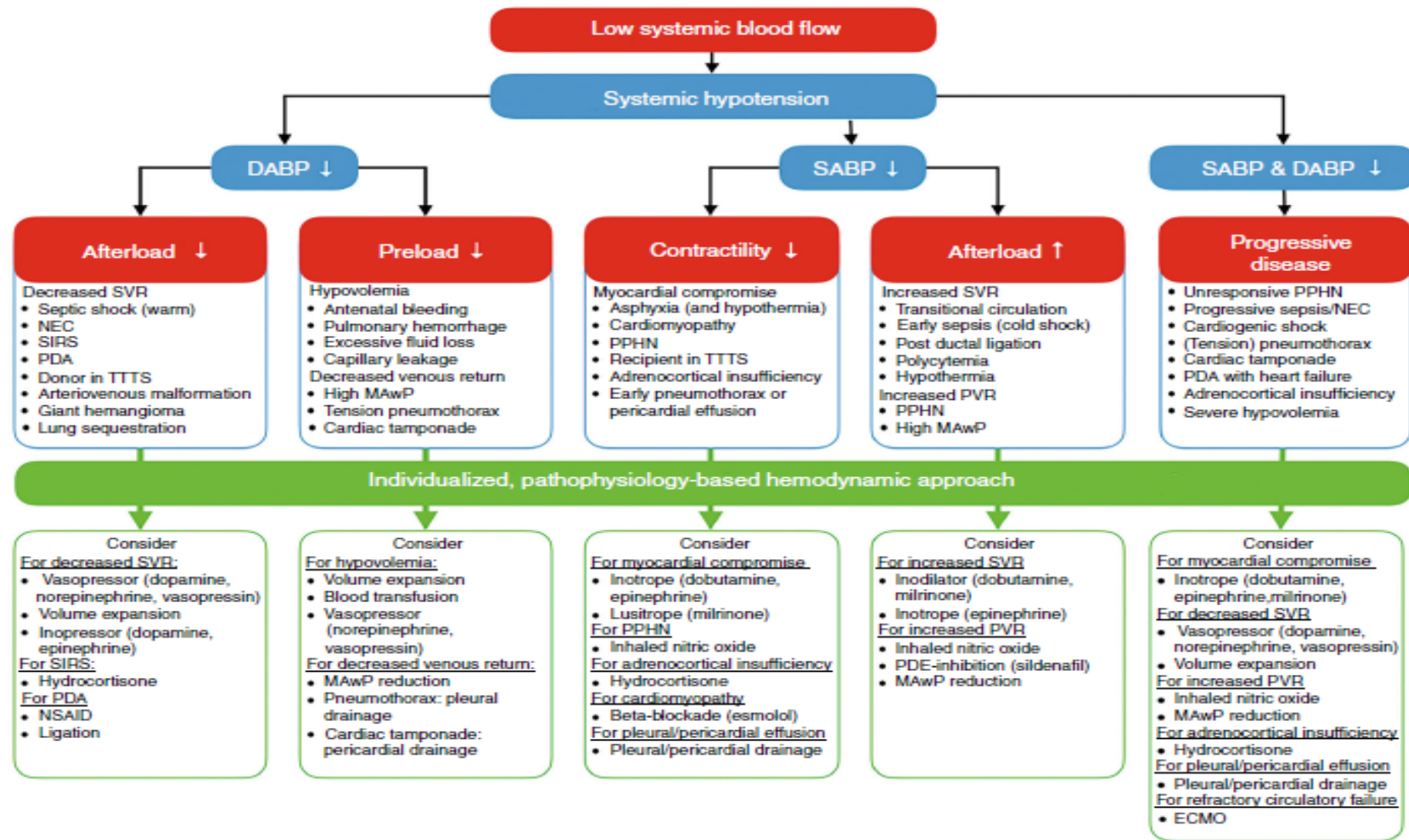


Fig. 7 Algorithm for an individualized, pathophysiology-based approach towards a low cardiac output state in newborn infants. Please note that there may be an overlap between underlying pathophysiological mechanisms and that they are not necessarily mutually exclusive. ECMO extracorporeal membrane oxygenation, MAwP mean airway pressure, NSAID non-steroidal anti-inflammatory drug, PPHN persistent pulmonary hypertension of the newborn, PDA patent ductus arteriosus, PDE phosphodiesterase, PVR pulmonary vascular resistance, SIRS systemic inflammatory response syndrome, SVR systemic vascular resistance, TTTS twin-to-twin transfusion syndrome

Ecocardiografía funcional: Determinación de la fisiopatología subyacente en situaciones de inestabilidad hemodinámica.

- Sobre todo para realizar una elección terapéutica farmacológica adecuada a esta situación.

Table 3
Predominant cardiovascular effects in neonates of common inotropes

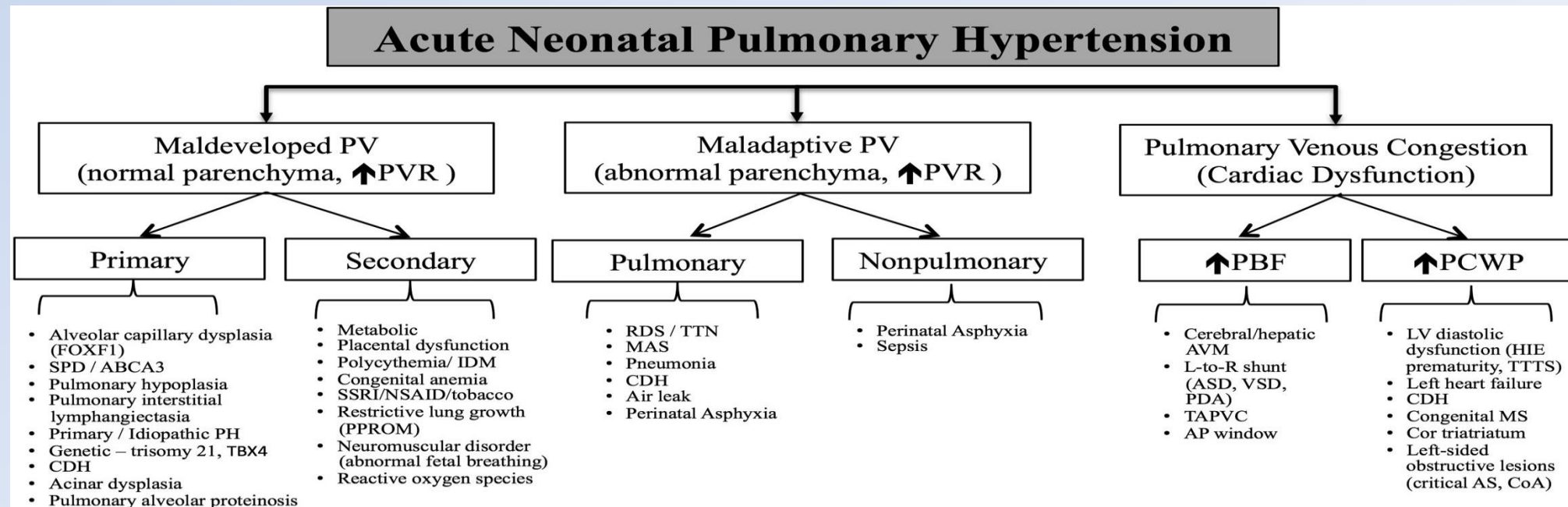
	Dopamine	Dobutamine	Adrenaline	Noradrenaline	Milrinone	Vasopressin
Heart rate (β_1)	++	++	+++	+++	+	0/+
Contractility (α_1, β_1)	++	+++	+++	++	+++	0/+
CO ($\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$)	++	+++	++	+/0	++	0/+
SVR ($\alpha_1, \alpha_2, \beta_2, DA_1$)	+++ ^a	-/+	+++ ^a	++++	-	+++
PVR ($\alpha_1, \alpha_2, \beta_2, DA_1$)	++/-	-/+	-/+	-/+	-	-
BP ($\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$)	+++	+/-	+++	++++	-	+++
SVC flow	+	++	No	No	0	No
Tissue perfusion	+	+	+	+	+	+/-
NIRS ($\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$)	+	+	++	+	No	No
rCSO ₂	+	+	++	+	No	No
FTOE	-	-	-	-	No	No

Abbreviations: FTOE, cerebral fractional tissue oxygen extraction; No, not reported; PVR, pulmonary vascular resistance; rCSO₂, regional cerebral oxygen saturation; SVR, systemic vascular resistance.

^a Vasodilatation and reduction in vascular resistance at low doses.

Ecocardiografía funcional: Valoración del recién nacido con altos requerimientos de oxígeno

- Las causas de hipoxemia neonatal son múltiples.
- Una de ellas es la hipertensión pulmonar.
- No olvidar posible empeoramiento por hipertensión pulmonar secundaria



Ecocardiografía funcional: Valoración del recién nacido con altos requerimientos de oxígeno

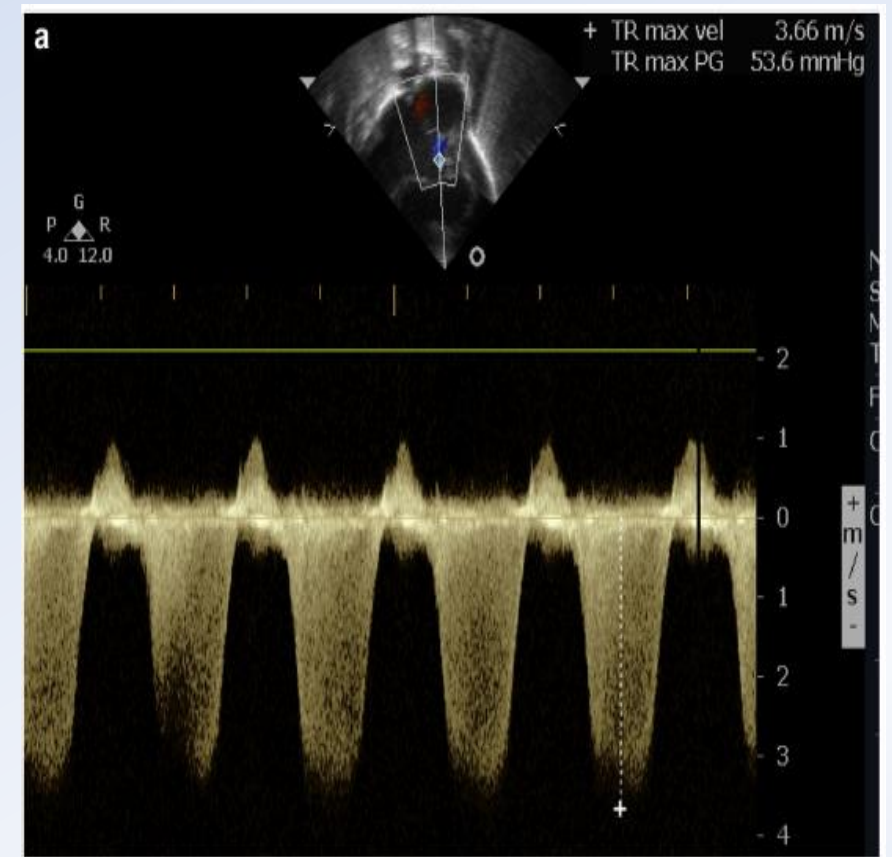
- **Parámetros a valorar en hipertensión pulmonar**

- Movimiento septal.

- Se basa en observar el movimiento del septo durante la sístole y diástole en modalidad 2D.
- Así podremos diferenciar tres tipos de movimientos:
 - Septo tipo I: Movimiento normal, donde el septo abomba hacia el ventrículo derecho. No sugestivo de HTP
 - Septo tipo II: Tabique rectificadado (Posición intermedia). Sugestivo de presiones pulmonares elevadas.
 - Septo tipo III: Tabique abomba hacia el ventrículo izquierdo. Sugestivo de HTP.

Ecocardiografía funcional: Valoración del recién nacido con altos requerimientos de oxígeno

- **Parámetros a valorar en hipertensión pulmonar**
 - Estimación de la presión pulmonar a través del jet de insuficiencia tricuspídea.
 - Si no existe estenosis a nivel del anillo pulmonar, la presión del ventrículo derecho es la que va a transmitir a la arteria pulmonar.
 - **Presión en la AP = Gradiente de Presión estimado a través de IT + Presión en AD.**
 - El valor normal debe ser inferior a 30 mmHg, aunque la clínica va a depender de la presión arterial sistólica.

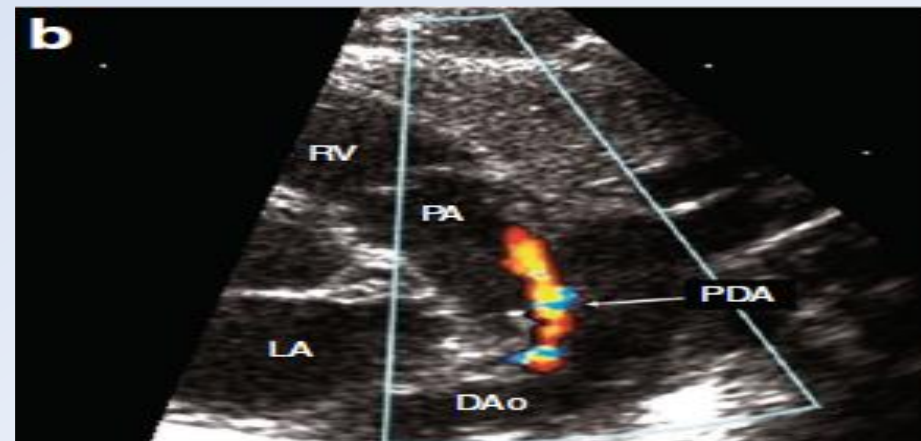


Ecocardiografía funcional: Valoración del recién nacido con altos requerimientos de oxígeno

- **Parámetros a valorar en hipertensión pulmonar**

- Valoración del shunt ductal.

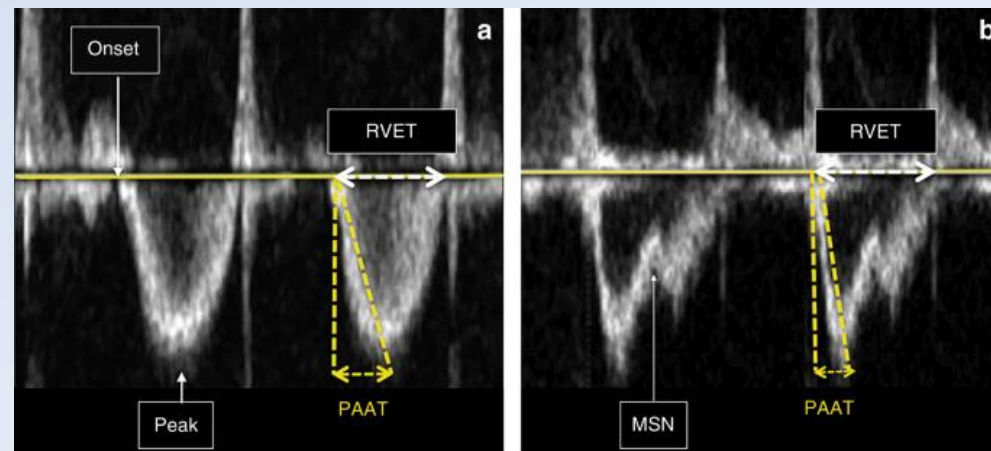
- Según la dirección del flujo (Doppler color) podemos estimar de forma cualitativa la existencia de presiones pulmonares elevadas
 - Shunt de izquierda-derecha: No existencia de presiones pulmonares elevadas.
 - Shunt bidireccional: Presiones pulmonares cercanas a las sistémicas.
 - Shunt derecha-izquierda: Presiones pulmonares elevadas, por encima de las sistémicas.



Ecocardiografía funcional: Valoración del recién nacido con altos requerimientos de oxígeno

- **Parámetros a valorar en hipertensión pulmonar**

- Tiempo de aceleración máxima de la arteria pulmonar.
 - Con este parámetro evaluamos la postcarga del ventrículo derecho.
 - Valores disminuidos del tiempo de aceleración máxima indicarán un aumento de la postcarga.
 - Se puede corregir con el tiempo de eyección del ventrículo derecho para evitar la influencia de la frecuencia cardiaca sobre este parámetro.



Ecocardiografía funcional: Valoración del recién nacido con altos requerimientos de oxígeno

- **Parámetros a valorar en hipertensión pulmonar**
 - Tiempo de aceleración máxima de la arteria pulmonar.
 - No hay muchas tablas publicadas con cifras de normalidad.

Supplemental Table 3 PAAT measures in uncomplicated preterm infants by gestational age

GA at birth (wks)	Infants* (n)	Heart rate (beats/min)	PAAT (msec)	PAAT/RVET
23	6	172 ± 11	38 ± 5	0.27 ± 0.3
24	9	159 ± 10	39 ± 4	0.27 ± 0.4
25	12	158 ± 13	42 ± 4	0.28 ± 0.1
26	19	162 ± 12	42 ± 5	0.28 ± 0.1
27	22	160 ± 10	43 ± 6	0.30 ± 0.4
28	35	155 ± 11	44 ± 3	0.31 ± 0.3

Data are expressed as mean ± SD.

*There were 103 uncomplicated preterm infants without significant cardiopulmonary abnormalities included in this study at birth.

Table 4 PAAT measures in uncomplicated preterm infants by age beyond the 1st week

Age (wk)	Infants* (n)	HR (beats/min)	PAAT (msec)	PAAT/REVT
3–5	40	165 ± 12	51 ± 9	0.28 ± 0.01
6–8	57	163 ± 13	55 ± 5	0.29 ± 0.02
9–11	18	158 ± 10	58 ± 4	0.30 ± 0.04
60–79	26	138 ± 12	75 ± 4	0.32 ± 0.03
80–99	4	132 ± 11	78 ± 3	0.33 ± 0.02

Data are expressed as mean ± SD.

HR, Heart rate.

*Uncomplicated, defined as infants without BPD or echocardiographic signs of pulmonary hypertension at 32 or 36 weeks. There were 48 uncomplicated preterm infants at 32 weeks' PMA, 67 uncomplicated preterm infants at 36 weeks' PMA, and 30 uncomplicated preterm infants at 1 year corrected age. PMA and/or hemodynamically significant PDA at days 5 to 7 or any size PDA at 32 or 36 weeks' PMA.

Ecocardiografía funcional: Valoración del recién nacido con altos requerimientos de oxígeno

- **Estos parámetros nos van a ayudar para dirigir la terapia en caso de hipertensión pulmonar.**
 - Inotrópicos de elección.
 - Dobutamina.
 - Adrenalina.
 - Considerar la utilización del óxido nítrico de forma precoz frente a la indicación clásica de iniciar cuando el índice de oxigenación sea > 15 .
 - Tener en cuenta durante el tratamiento las presiones de las RVS.

Ecocardiografía funcional: Estudio de la presencia y significación del ductus arterioso

- Es el gran paradigma de la neonatología.
- Estos parámetros se deben poner en relación con la clínica y los parámetros analíticos.
- El desarrollo de signos ecocardiográficos de importancia hemodinámica precede al desarrollo de signos clínicos en una media de dos días.

Ecocardiografía funcional: Estudio de la presencia y significación del ductus arterioso

- Parámetros que debemos analizar en el ductus:
 - Características del ductus.
 - Diámetro.
 - Dirección del flujo.
 - Velocidades del flujo, tanto sistólica como diastólica.
 - Índices de hiperaflujo pulmonar.
 - Gasto cardiaco del ventrículo izquierdo.
 - Función del ventrículo izquierdo.
 - Carga de volumen.
 - Efecto de derivación sistémica.
 - Doppler en ACA/ACM.
 - Doppler en arteria mesentérica superior.
 - Doppler en tronco celiaco.

Ecocardiografía funcional: Estudio de la presencia y significación del ductus arterioso

- **Características del ductus.**

- Diámetro.

- Medir en 2 D.

- Doppler color: Medir el tamaño en la zona de máxima constricción (Coloración azul celeste).

- Medidas:

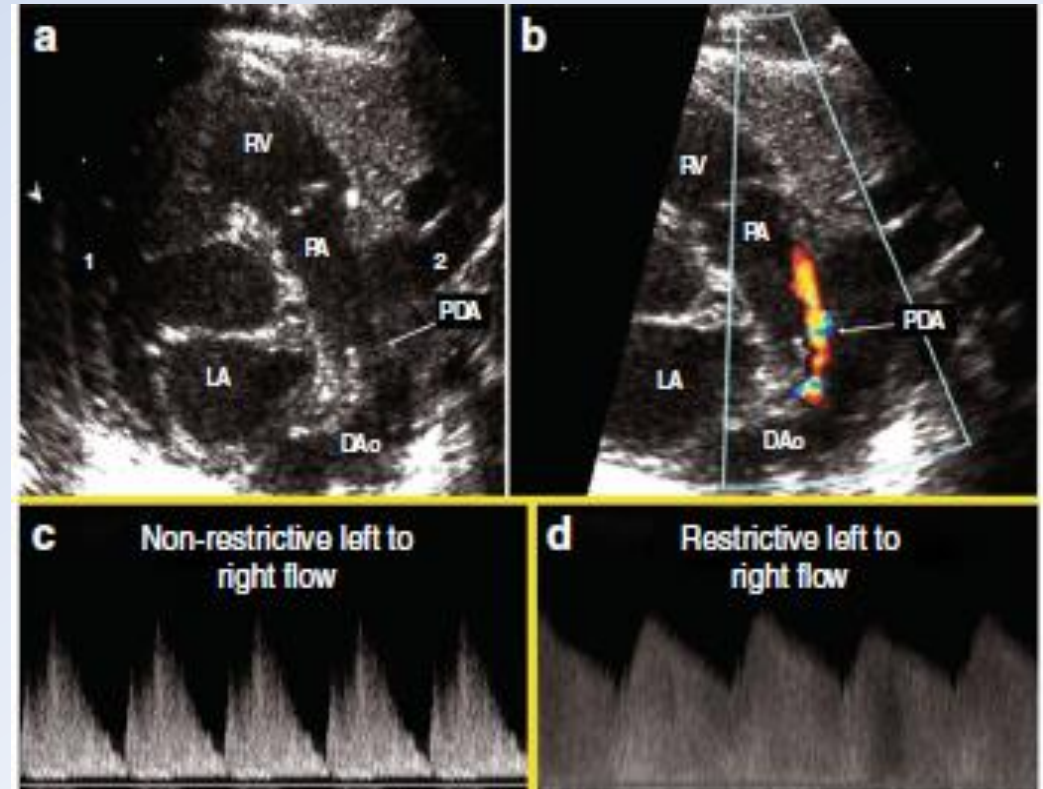
- Absoluta: < 1'5 mm.

- Relativa a la API (Ductus/API): < 0'5

- Relativa al peso: < 1'4 mm x kg.

Ecocardiografía funcional: Estudio de la presencia y significación del ductus arterioso

- Tipos de derivaciones
 - No restrictiva: Gradiente de velocidad sisto-diastólica alta con velocidad sistólica baja.
 - Restrictiva: Velocidad sistólica alta y gradiente sistodiastólico bajo.
- Según patrón de flujo y velocidades
 - DAP en cierre: $V_{\text{máx}}/V_{\text{min}} < 2$
 - DAP pulsátil: $V_{\text{máx}}/V_{\text{min}} \geq 2$



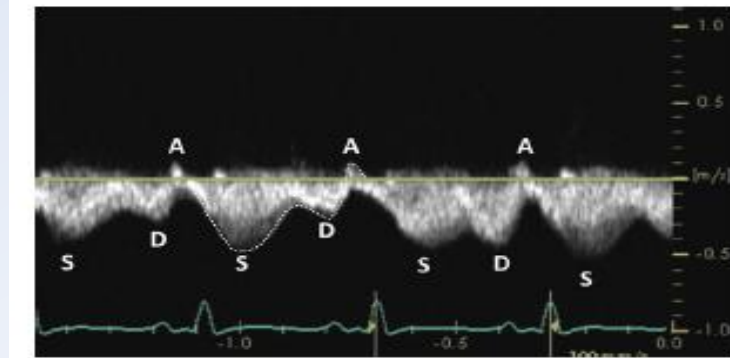
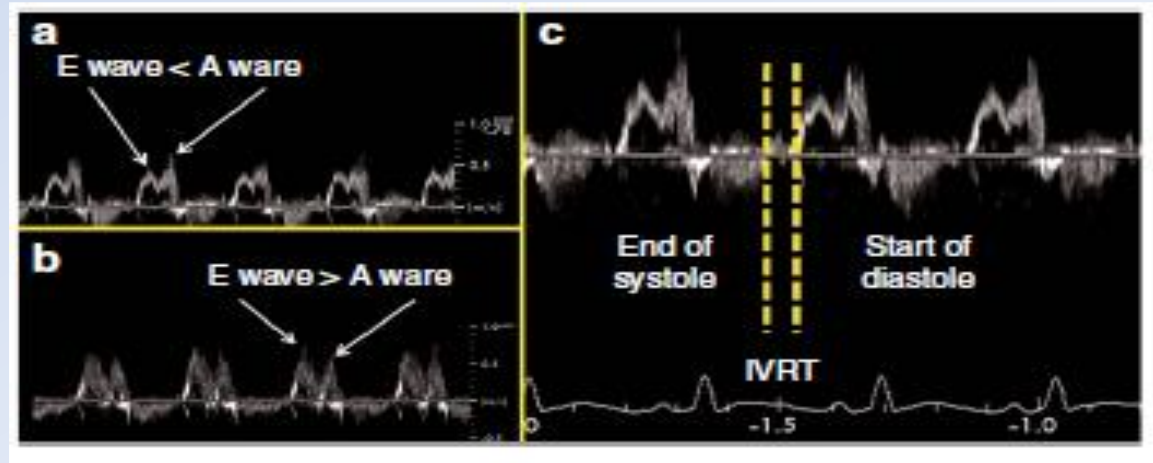
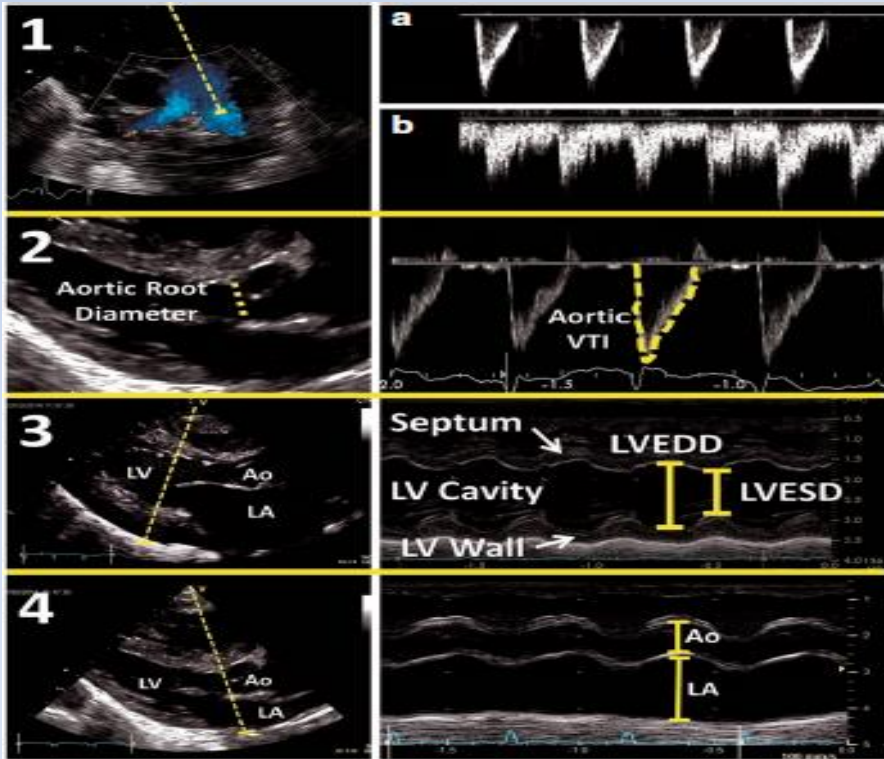
Ecocardiografía funcional: Estudio de la presencia y significación del ductus arterioso

• **Índices de hiperaflujo pulmonar**

- Gasto cardiaco: Los datos de DAP significativo son:
 - GC Ventrículo izquierdo mayor de 300 ml/kg/min.
 - GC VI/Flujo VCS ≥ 4
- Datos de sobre circulación pulmonar
 - Relación $A_i/A_o > 1,6$
 - Diámetro diastólico final del ventrículo izquierdo: Ver Z SCORE.
- Doppler venas pulmonares
 - Componente diastólico: Onda D $< 0,5$ m/s.
- Doppler transmitral (Onda E/A)
 - Si PDA, este puede ser significativo relación E/A > 1
 - Tiempo relajación isovolumétrica disminuye ($< 45 \pm 7$ m/s)

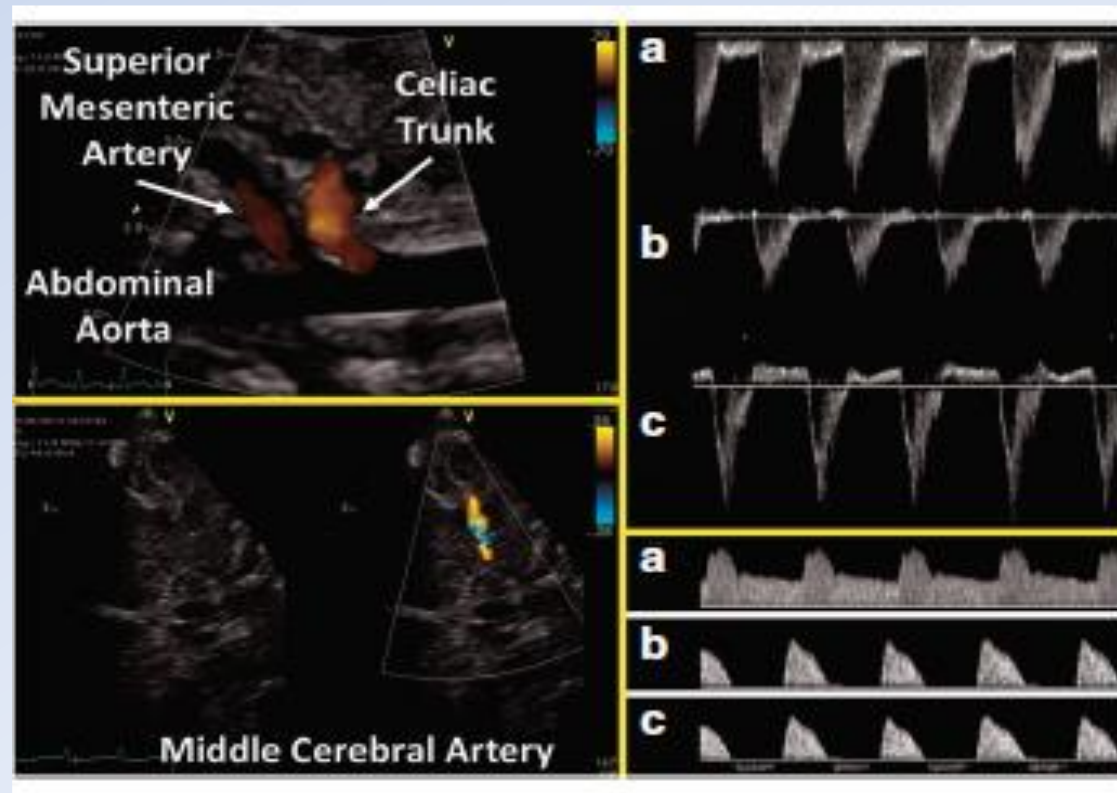
Ecocardiografía funcional: Estudio de la presencia y significación del ductus arterioso

- Índices de hiperaflujo pulmonar

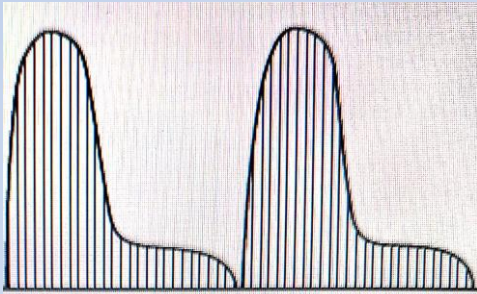


Ecocardiografía funcional: Estudio de la presencia y significación del ductus arterioso

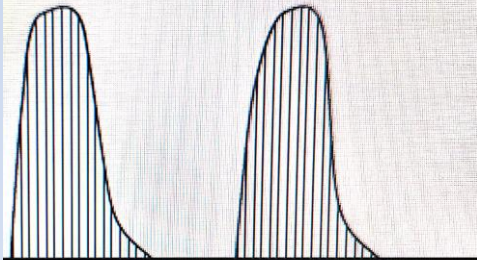
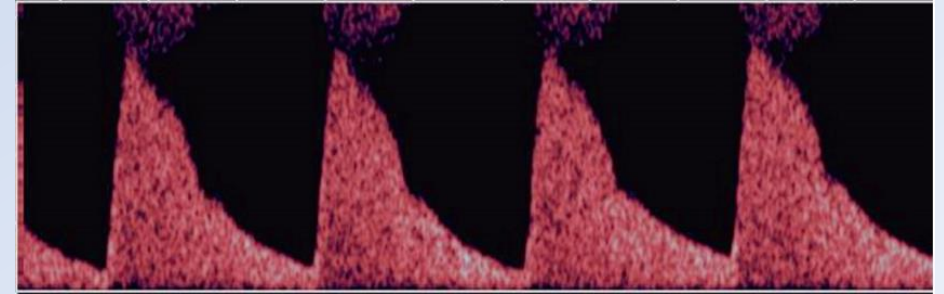
- **Efecto de derivación sistémica**



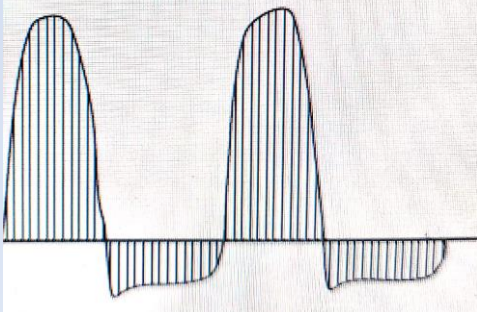
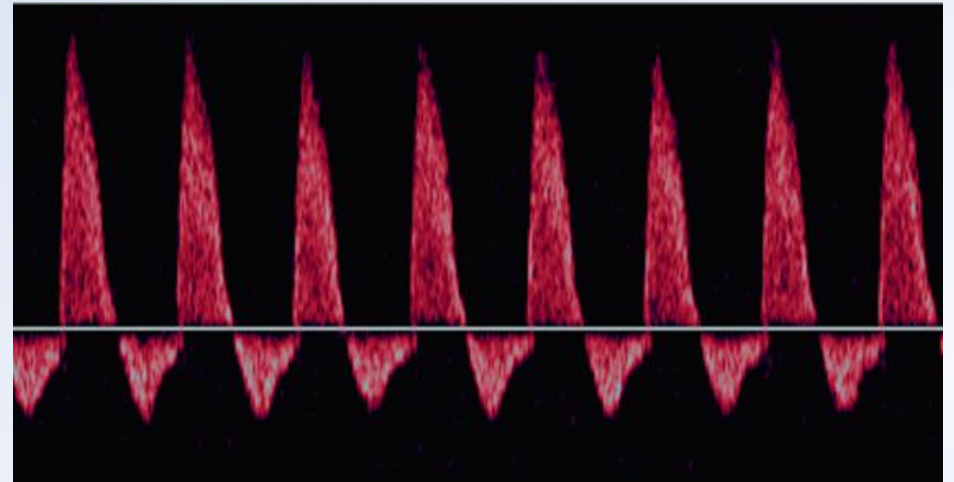
Valoración de la repercusión del DAP en la perfusión cerebral



DAP no significativo



DAP moderado



DAP significativo

DAP con ausencia de diástole y TAM < 30 mmHg alto índice de sangrado

End-diastolic block in cerebral circulation may predict intraventricular hemorrhage in hypotensive extremely low- birth-weight infants. Julkunen. Ultrasound in medicine and biology, 2008

Ecocardiografía funcional: Estudio de la presencia y significación del ductus arterioso

Riesgo de permeabilidad en las primeras 48 horas de vida	
Diámetro en las primeras 31 horas	1'5 mm
Patrón	Pulsátil
V _{máx} /V _{min}	>1'9

Valoración de significancia hemodinámica del ductus	
Características y velocidades	
Diámetro	>1'5 mm
Dirección del flujo	Izquierda/derecha
Índices de sobre circulación pulmonar	
Gasto cardiaco ventrículo izquierdo	>300 ml/kg/min
GCVI/FVCS	≥4
Relación Ai/Ao	>1'5
Diámetro del VI al final de la diástole	>2DS
Onda D en venas pulmonares	<0'5 m/s
Relación E/A	>1
IVRT	<40 m/s
Afectación en la circulación sistémica	
ACA/ACM	Ausencia de diástole o robo diastólico
Arteria mesentérica superior	Ausencia de diástole o robo diastólico
Tronco celiaco	Ausencia de diástole o robo diastólico

Ecocardiografía funcional: Valoración hemodinámica durante la transición fetal neonatal

- En la transición a la vida extrauterina:
 - ¿Alguien sabe lo que le pasa a un prematuro cuando nace?
 - ¿Alguien puede descartar que debido a su inmadurez, se produzca un bajo flujo sistémico?
 - ¿Los datos clásicos son efectivos para descartar un bajo flujo sistémico?
 - ¿Nos gustaría saber si se da una situación de bajo flujo sistémico?
 - ¿Por qué?
 - Porque la hipoperfusión derivada de un bajo flujo sistémico puede producir daño cerebral.
 - ¿Tenemos algún parámetro ecográfico para monitorizar la existencia de este bajo flujo sistémico?
 - FLUJO EN VENA CAVA SUPERIOR

Ignacio Oulego Erroz, Paula Alonso Quintela, Aquilina Jiménez González, Impacto del cribado y tratamiento del bajo flujo sistémico en la prevención de hemorragia intraventricular grave y/o muerte en el prematuro; An Pediatr (Barc). 2018;89(6):369-377.

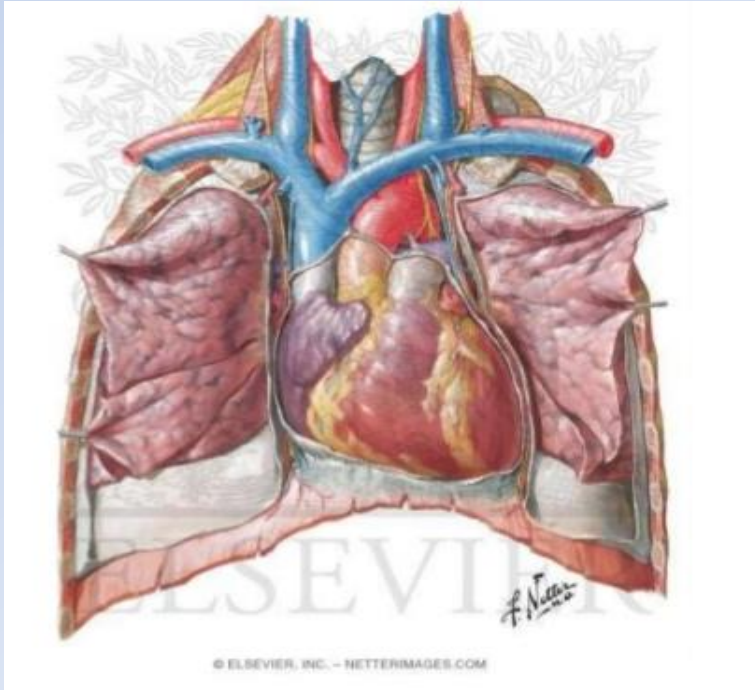
Arruza L, Corredera A. Ecocardiografía funcional en el neonato. An Pediatr Contin. 2014;12(2):78-84.

Wyllie J, Neonatal echocardiography, Seminars in Fetal & Neonatal Medicine (2015)

A M Groves, C A Kuschel, D B Knight, J R Skinner; Echocardiographic assessment of blood flow volumen in the superior vena cava and descending aorta in the newborn infant; Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2008;93:F24-F28.

Ecocardiografía funcional: Valoración hemodinámica durante la transición fetal neonatal

- **Flujo en vena cava superior (FVCS)**



$$FVCS: ((Dia_{vcs}^2(cm)/4) \times \pi \times VTI_{vcs} \times FC)/Peso = ml/kg/min$$

Ignacio Oulego Erroz, Paula Alonso Quintela, Aquilina Jiménez González, Impacto del cribado y tratamiento del bajo flujo sistémico en la prevención de hemorragia intraventricular grave y/o muerte en el prematuro; *An Pediatr (Barc)*. 2018;89(6):369-377.

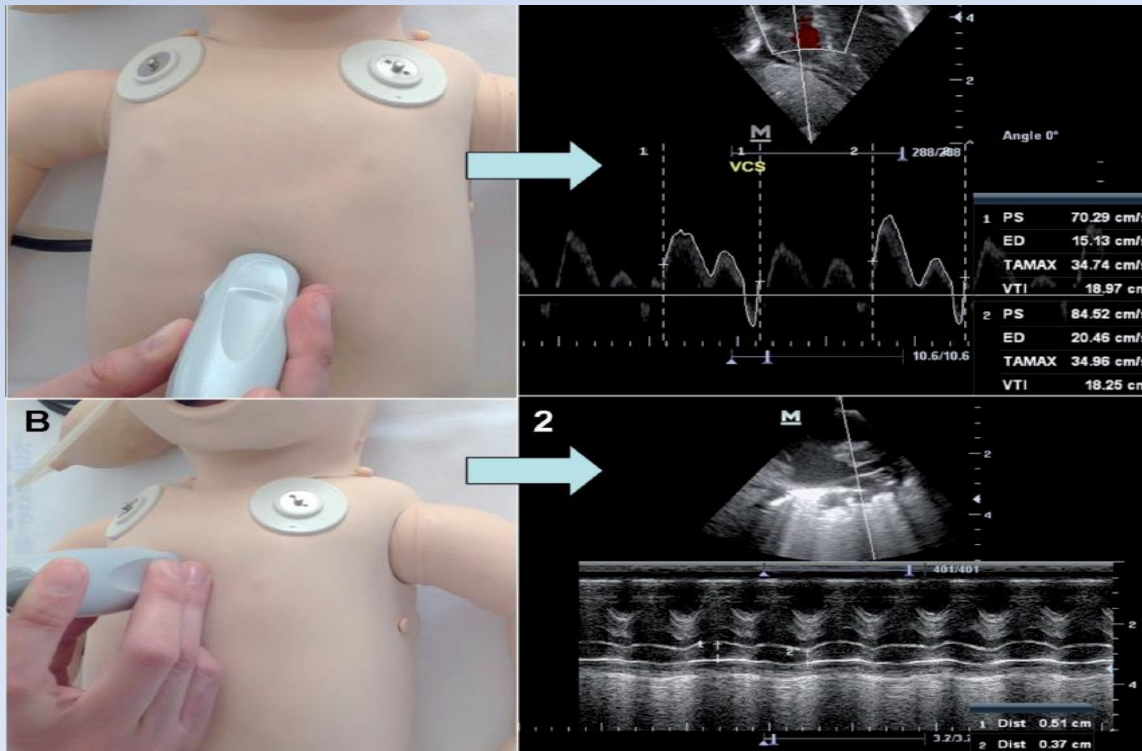
Arruza L, Corredera A. Ecocardiografía funcional en el neonato. *An Pediatr Contin*. 2014;12(2):78-84.

Wyllie J, Neonatal echocardiography, *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine* (2015)

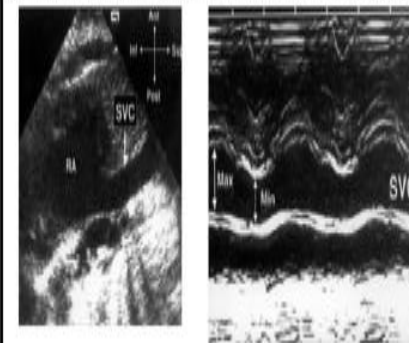
A M Groves, C A Kuschel, D B Knight, J R Skinner; Echocardiographic assessment of blood flow volumen in the superior vena cava and descending aorta in the newborn infant; *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2008;93:F24-F28.

Ecocardiografía funcional: Valoración hemodinámica durante la transición fetal neonatal

- **Flujo vena cava superior**
 - Medir VTI y diámetro

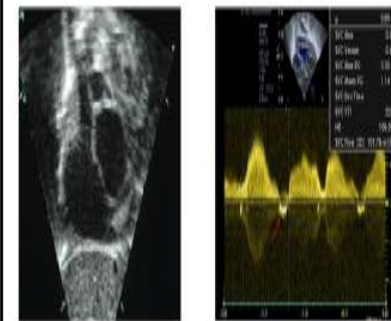


Supraesternal o paraesternal largo dcho.
 -Modo M VCS (imagen)
 -Video



Medición diámetros VCS (3 latidos: media de 6 mediciones, 3 máx y 3 mín)

Subcostal largo
 -Doppler VCS alineado (imagen)



VTI VCS (valor medio 5 latidos)

Ecocardiografía funcional: Valoración hemodinámica durante la transición fetal neonatal

- **Flujo en vena cava superior**

- **Valores:**

- Zona de riesgo si el flujo es menor de 40 ml/kg/min.
- Zona gris si el flujo está entre 40-60 ml/kg/min.
- Normalidad: 60-120 ml/kg/min.

- **Importancia:**

- Si el flujo es inferior a 40 ml/kg/min, hay un alto riesgo de desarrollar hemorragia intraventricular y de mal pronóstico neurológico.
- Si el flujo está en zona gris hay riesgo que el paciente presente eventos de flujo por debajo de 40 ml/kg/min.

Ignacio Oulego Erroz, Paula Alonso Quintela, Aquilina Jiménez González, Impacto del cribado y tratamiento del bajo flujo sistémico en la prevención de hemorragia intraventricular grave y/o muerte en el prematuro; An Pediatr (Barc). 2018;89(6):369-377.

Arruza L, Corredera A. Ecocardiografía funcional en el neonato. An Pediatr Contin. 2014;12(2):78-84.

Wyllie J, Neonatal echocardiography, Seminars in Fetal & Neonatal Medicine (2015)

A M Groves, C A Kuschel, D B Knight, J R Skinner; Echocardiographic assessment of blood flow volumen in the superior vena cava and descending aorta in the newborn infant; Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2008;93:F24-F28.

Ecocardiografía funcional: Valoración hemodinámica durante la transición fetal neonatal

- Tratamiento del bajo FVCS

Table 3
Predominant cardiovascular effects in neonates of common inotropes

	Dopamine	Dobutamine	Adrenaline	Noradrenaline	Milrinone	Vasopressin
Heart rate (β_1)	++	++	+++	+++	+	0/+
Contractility (α_1, β_1)	++	+++	+++	++	+++	0/+
CO ($\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$)	++	+++	++	+/0	++	0/+
SVR ($\alpha_1, \alpha_2, \beta_2, DA_1$)	+++ ^a	-/+	+++ ^a	++++	-	+++
PVR ($\alpha_1, \alpha_2, \beta_2, DA_1$)	++/-	-/+	-/+	-/+	-	-
BP ($\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$)	+++	+/-	+++	++++	-	+++
SVC flow	+	++	No	No	0	No
tissue perfusion	+	+	+	+	+	+/-
NIRS ($\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$)	+	+	++	+	No	No
rCSO ₂	+	+	++	+	No	No
FTOE	-	-	-	-	No	No

Abbreviations: FTOE, cerebral fractional tissue oxygen extraction; No, not reported; PVR, pulmonary vascular resistance; rCSO₂, regional cerebral oxygen saturation; SVR, systemic vascular resistance.
^a Vasodilatation and reduction in vascular resistance at low doses.

Ignacio Oulego Erroz, Paula Alonso Quintela, Aquilina Jiménez González, Impacto del cribado y tratamiento del bajo flujo sistémico en la prevención de hemorragia intraventricular grave y/o muerte en el prematuro; *An Pediatr (Barc)*. 2018;89(6):369-377.

Wyllie J, Neonatal echocardiography, *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine* (2015)

A M Groves, C A Kuschel, D B Knight, J R Skinner; Echocardiographic assessment of blood flow volumen in the superior vena cava and descending aorta in the newborn infant; *Arch Dis Child Fetal Neonatal* Ed 2008;93:F24-F28.

ilkant Phad, Koert de Waal, What Inotrope and Why?, *Clinics in Perinatology*, Volume 47, Issue 3, 2020, Pages 529-547

Ecocardiografía funcional: Valoración hemodinámica durante la transición fetal neonatal

• **Tratamiento del bajo FVCS**

- Gran efecto de la dobutamina en el aumento del flujo en la vena cava superior.
- Además de aumentar el flujo de la vena cava superior, parece que influye positivamente en el neurodesarrollo.
- La dopamina en cambio, parece que mejora también el flujo pero en cambio parece que los pacientes desarrollan mayores complicaciones en el neurodesarrollo.

Ignacio Oulego Erroz, Paula Alonso Quintela, Aquilina Jiménez González, Impacto del cribado y tratamiento del bajo flujo sistémico en la prevención de hemorragia intraventricular grave y/o muerte en el prematuro; An Pediatr (Barc). 2018;89(6):369-377.

Arruza L, Corredera A. Ecocardiografía funcional en el neonato. An Pediatr Contin. 2014;12(2):78-84.

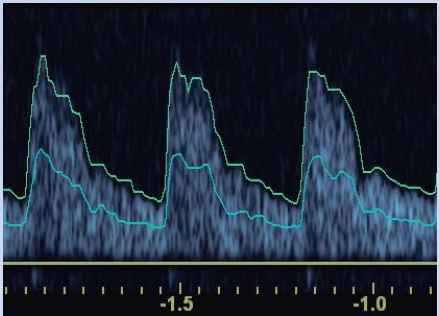
Wyllie J, Neonatal echocardiography, Seminars in Fetal & Neonatal Medicine (2015)

A M Groves, C A Kuschel, D B Knight, J R Skinner; Echocardiographic assessment of blood flow volumen in the superior vena cava and descending aorta in the newborn infant; Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2008;93:F24–F28.

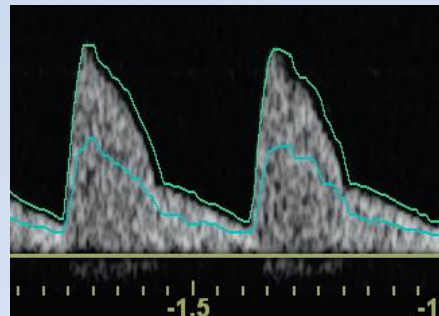
Ecografía funcional cerebral: Valoración hemodinámica durante la transición fetal neonatal

¿Es la curva normal?

RNT



RNPT



FASE TRANSICIONAL

IR normal con **velocidades sistólicas y diastólicas más bajas**

Valoración del FVCS

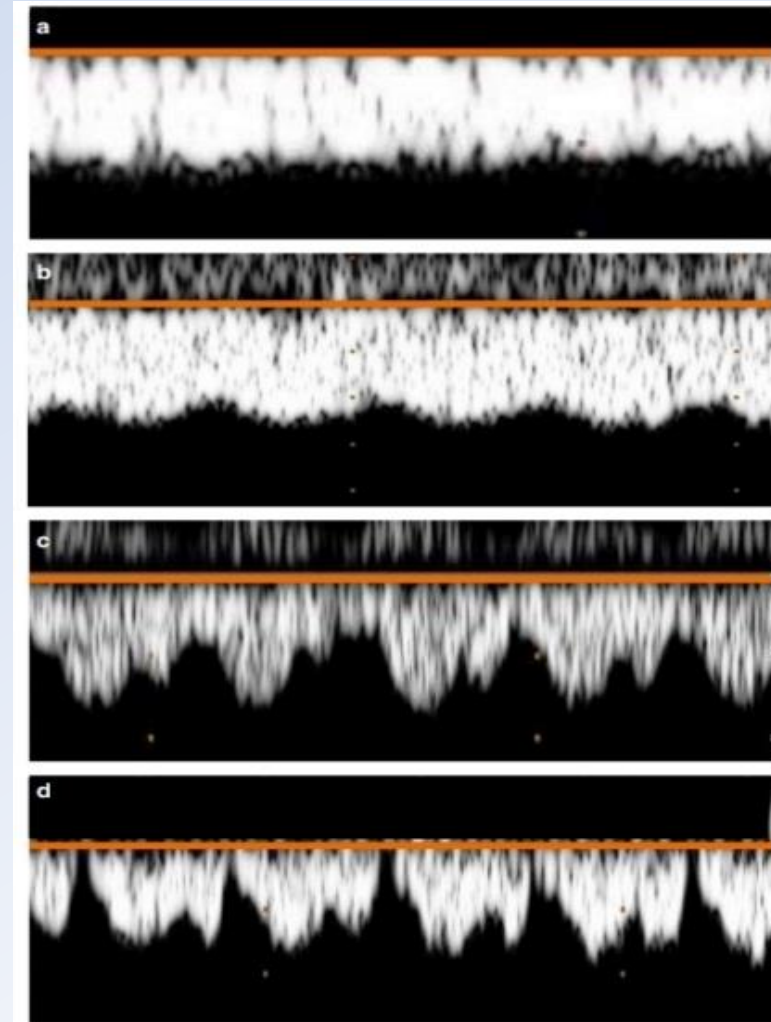
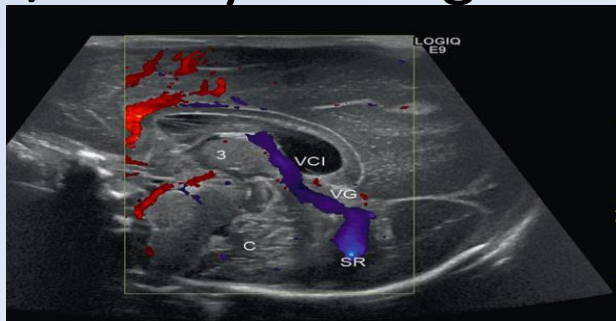
	Intracranial haemorrhage	Control group	<i>p</i>
Gestational age (w)	32±6	33±5	
Age at investigation (d)	3±1.9	3.3±1.7	
Weight (g)	1,653±114	1,828±1,072	
V_s (cm/s)	26±12	41±17	≤0.01
V_{es} (cm/s)	11±5	21±10	≤0.05
V_{ed} (cm/s)	5±3	13±7	≤0.05
RI	0.80±0.12	0.69±0.05	≤0.05

- $V_s < 20-25$ cm/s
- $V_d < 3-5$ cm/s



Ecografía funcional cerebral: Valoración hemodinámica durante la transición fetal neonatal

- El sistema venoso es menos dependiente de factores externos que el sistema arterial.
- 4 patrones
- Mayor indentación, con fluctuaciones que llegan a 0 cm/s: mayor riesgo de HIV



Bajo grado de fluctuación

Alto grado de fluctuación

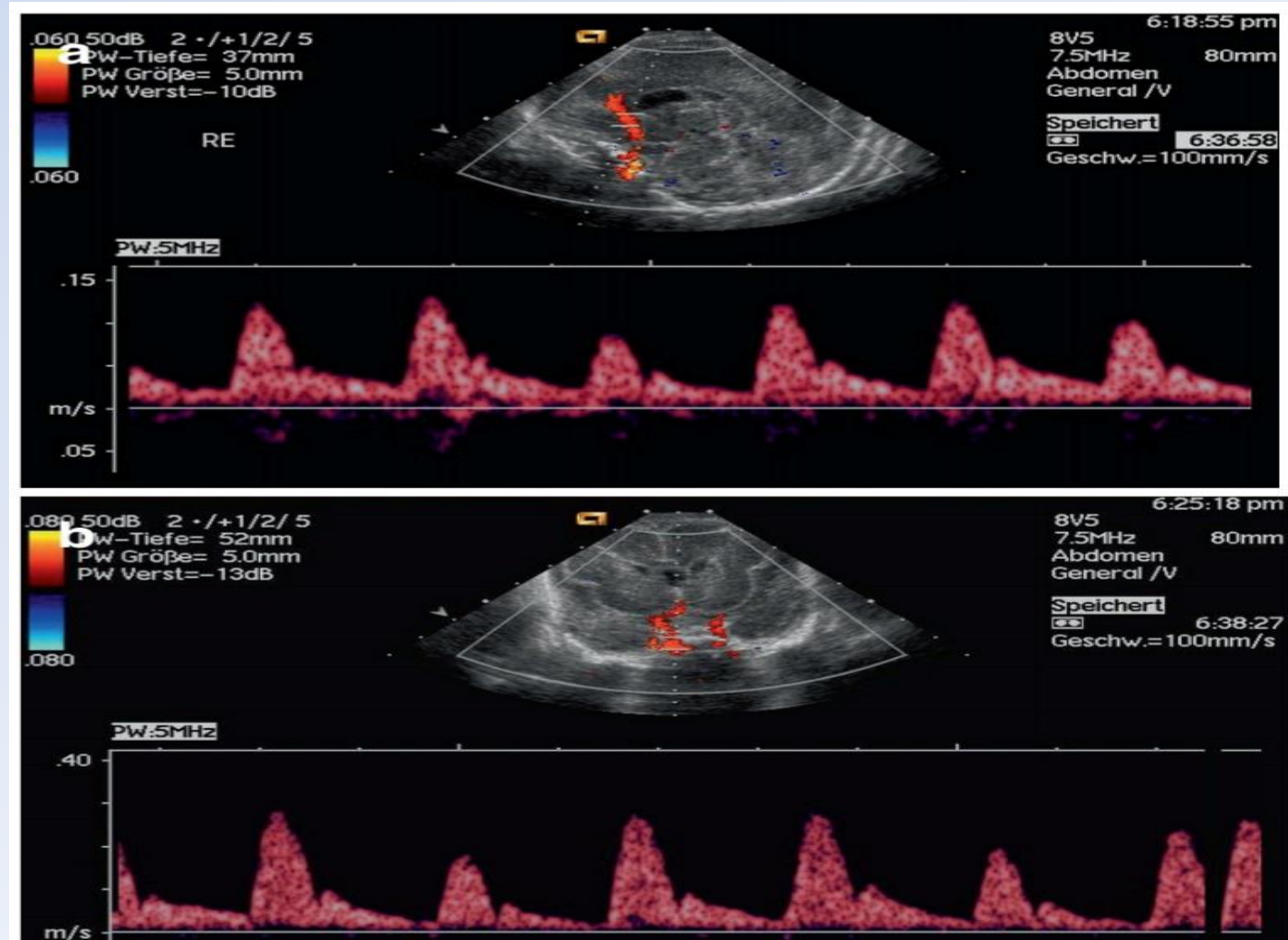
Ecografía funcional cerebral: Valoración hemodinámica durante la transición fetal neonatal

Pérdida de autorregulación

Patrón fluctuante: velocidades sistólicas y diastólicas caóticas

- Asincronía con el respirador
- Neumotórax
- Aspiración
- Distrés
- Hipovolemia

Mayor incidencia de HIV



Ecocardiografía funcional: Valoración hemodinámica durante la transición fetal neonatal

- ¿Existe otro parámetro para poder hacer un despistaje de bajo flujo sistémico en la transición a la vida posnatal?.
- Velocidad máxima del flujo de la arteria Pulmonar.



Ecocardiografía funcional: Valoración hemodinámica durante la transición fetal neonatal

- **Velocidad máxima del flujo de la arteria Pulmonar.**
 - Valores de normalidad
 - Zona de riesgo: $<0,35$ m/s
 - Zona gris: $0,35-0,45$ m/s
 - Normalidad: $> 0,45$ m/s
 - Interpretación igual que el flujo en vena cava superior
 - Tratamiento igual que el bajo flujo en vena cava superior.

Ecocardiografía funcional: Valoración hemodinámica durante la transición fetal neonatal

- Propuesta de actuación

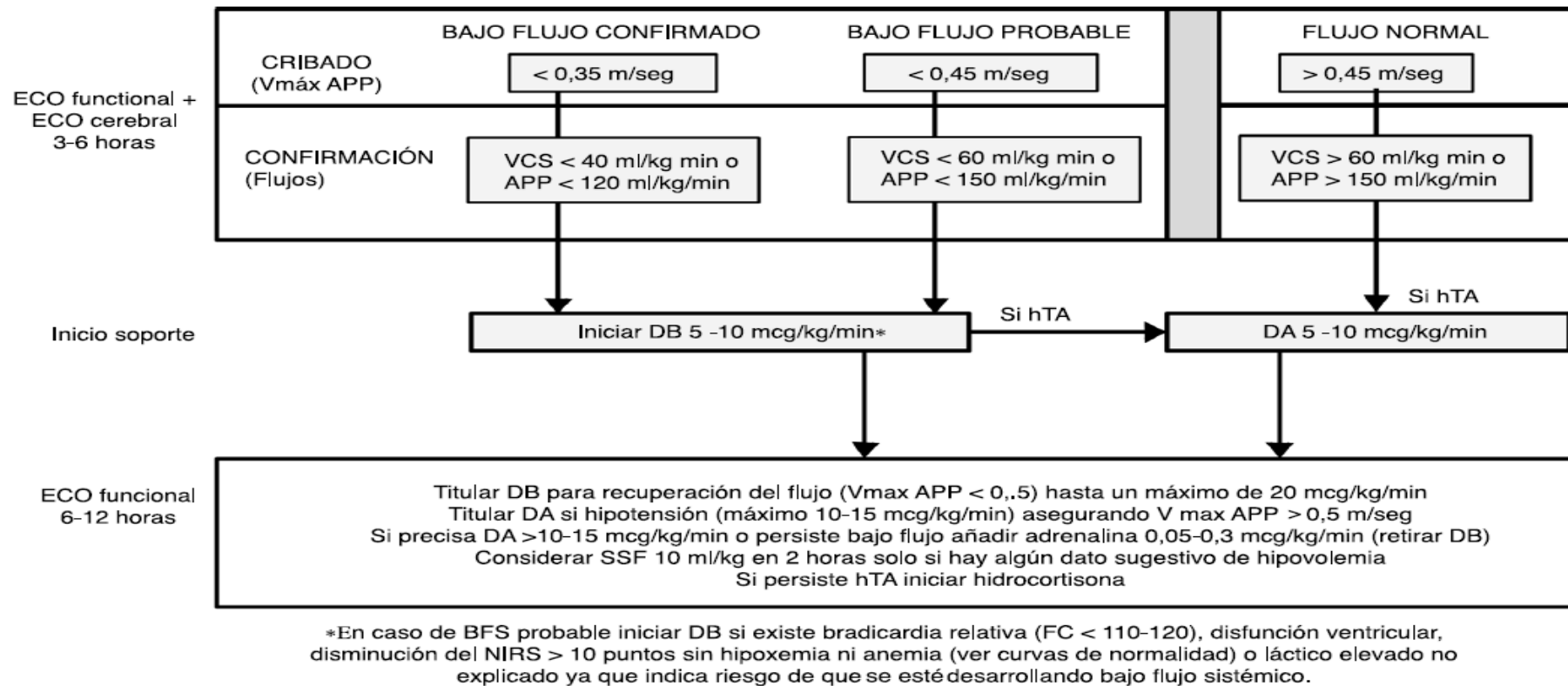


Figura 1 Protocolo de cribado y tratamiento del bajo flujo sistémico y soporte hemodinámico en el periodo transicional en prematuros < 30 semanas.

DA: dopamina; DB: dobutamina; hTA: hipotensión arterial; SSF: suero salino fisiológico.

MUCHAS GRACIAS

