

VALORACIÓN DUCTUS ARTERIOSO EN PREMATUROS (RNP) E HIPERTENSIÓN PULMONAR NEONATAL

Dra Dimpna C. Albert. Cardiología Pediátrica. Area del Cor. Hospital Valle de Hebrón

ESTUDIO ECOCARDIOGRÁFICO DEL DUCTUS ARTERIOSO EN RNP

La persistencia del ductus arterioso (PCA) esta asociada con una elevada morbilidad y mortalidad en recién nacidos prematuros (RNP). Sin embargo, al ser una estructura normal en vida fetal y permanecer abierto durante un tiempo en la vida postnatal, es difícil identificar cuáles evolucionan al cierre y cuáles provocarán patología. La ecocardiografía (ECO) es la herramienta más eficaz para el diagnóstico del PCA)^{1,2} aunque todavía no existe un parámetro único y exclusivo de PCA significativo. Los dos objetivos diagnósticos del ECO en la evaluación del ductus son la valoración anatómica y la hemodinámica (repercusión del ductus en el paciente).

Valoración anatómica del ductus arterioso:

Con la ECO aplicando 2D, color Doppler y Doppler podemos identificar la estructura, asegurar su posición, medir su tamaño (zona más ancha y más estrecha) y además podemos diagnosticar la existencia de otras anomalías cardiacas asociadas. Recordar que en raras ocasiones el arco aórtico es derecho y la situación anatómica del PCA será diferente.

Valoración hemodinámica del ductus arterioso:

Con la ECO además podemos estimar el grado de repercusión del PCA en el paciente, asegurar la velocidad y dirección del shunt (por color y Doppler) y estimar el pico de velocidad del flujo a su través. Si el gradiente a través del ductus es elevado es indicativo de aceleración del flujo en su interior, bien porque la estructura es pequeña o por diferencia de presión alta entre el lado aórtico y pulmonar, en estos casos se descarta la existencia de hipertensión pulmonar.

Si el shunt izquierda derecha a través del ductus es elevado (gradiente bajo en su interior), la sangre que va de la aorta a través del ductus y llega finalmente a la AI genera una sobrecarga de volumen sobre las cavidades izquierdas provocando dilatación de AI (aumento de la relación AI/raíz aórtica) y dilatación de VI. Además provoca robo del flujo en la aorta descendente (flujo reverso diastólico en aorta descendente).

En función de la morfología del flujo del Doppler en el PCA se han establecido unos criterios de "Ductus hemodinámicamente significativos" (Ver Figura 1). De los diferentes patrones del shunt

del PCA por Doppler, el tipo pulsátil (patrón C, figura 1) es el que se relaciona con ductus amplio^{3,4}.

Durante las primeras horas tras el nacimiento o en situaciones de hipertensión pulmonar, el shunt a nivel del ductus puede ser mínimo o bien invertirse (de derecha a izquierda, patrón A, figura 1), siendo visible la estructura por Doppler y Doppler-color sin provocar dilatación de cavidades izquierdas ni robo en la aorta descendente. La morfología del flujo por Doppler es en este caso diferente a la que se observa en el shunt del tipo izquierda-derecha (patrón B y C, figura 1) consistente en flujo sólo en diástole (no flujo continuo). Un flujo continuo con gradiente elevado (patrón D, figura 1) es indicativo de un ductus pequeño, en vías de cierre.

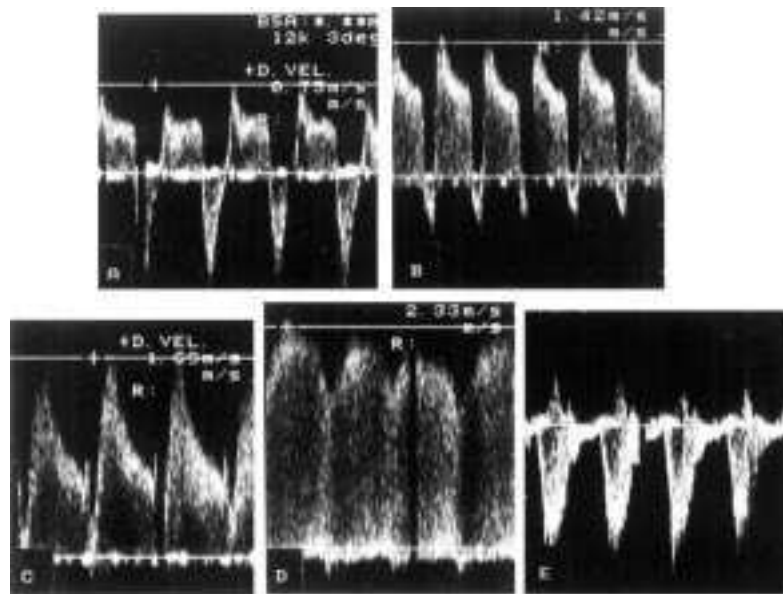


Figura 1: Cuatro patrones de Flujo ductal comparados con el cerrado. A: patrón de hipertensión pulmonar; B: patrón en aumento (growing pattern); C: patrón pulsátil; D: patrón en cierre (closing pattern); E: ductus cerrado.^{3,4}

La demostración anatómica del PCA y su repercusión hemodinámica se realiza desde las diferentes ventanas acústicas ecocardiográficas pero sobre todo empleando los planos paraesternal y supraesternal:

- **Plano paraesternal:** en un plano longitudinal largo observamos el VI, su tamaño y función (en Modo-M, podemos estimar la fracción de eyección y de acortamiento). A nivel de este plano, e igualmente en modo M, también podemos medir la relación entre raíz aórtica y AI mediante un corte practicado a nivel de la raíz aórtica (figura 2)

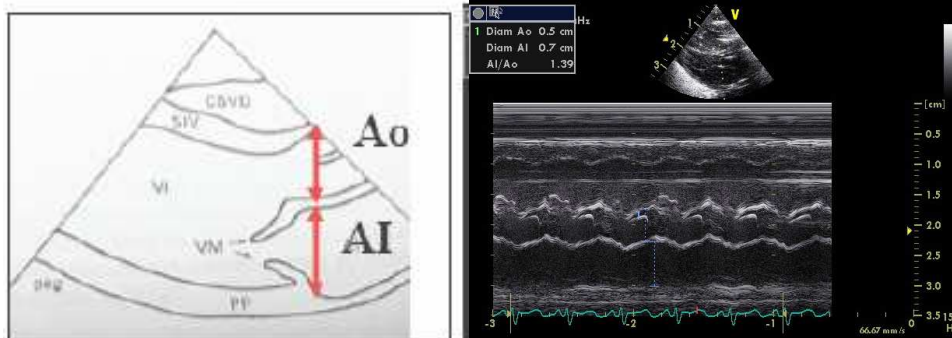


Figura 2: Medición Ratio AI/ Ao, normal entre 1-1,4

Una relación AI/Ao > 1,4 indica que la AI está dilatada, constituyendo un signo indirecto de hiperflujo (el ductus genera un shunt izquierda- derecha, un retorno de sangre aumentado a AI y ésta se dilata).

En un plano paraesternal transversal podemos ver la llegada del shunt izquierda-derecha del PCA desde la aorta descendente a la rama pulmonar izquierda y medir la rama pulmonar izquierda. Si el ductus es amplio la velocidad del Doppler a este nivel puede estar acelerada.

- **Plano supraesternal:** es el de elección para visualizar correctamente toda la estructura ductal. Se observa la aorta descendente (verificando arco izquierdo, en raras ocasiones el arco es derecho) y con un ligero movimiento antihorario observamos la rama pulmonar izquierda. Si el ductus está permeable observaremos en longitud toda su estructura, desde la aorta a nivel de la subclavia izquierda, alcanzando la pulmonar en una zona cercana a la rama pulmonar izquierda (Figura 3, A y B, “imagen de las 3 patas”). Colocando la muestra Doppler en su interior registraremos el patrón del flujo a su través y la existencia o no de gradiente. Con el Doppler-color vemos la dirección del flujo, si es en rojo indica dirección aorta a pulmonar (izquierda-derecha, Figura 3C), si es en azul indicaría dirección derecha-izquierda (pulmonar a aorta). Si se observa aceleración en su interior (flujos amarillos/verdes) indicaría que el ductus es pequeño.

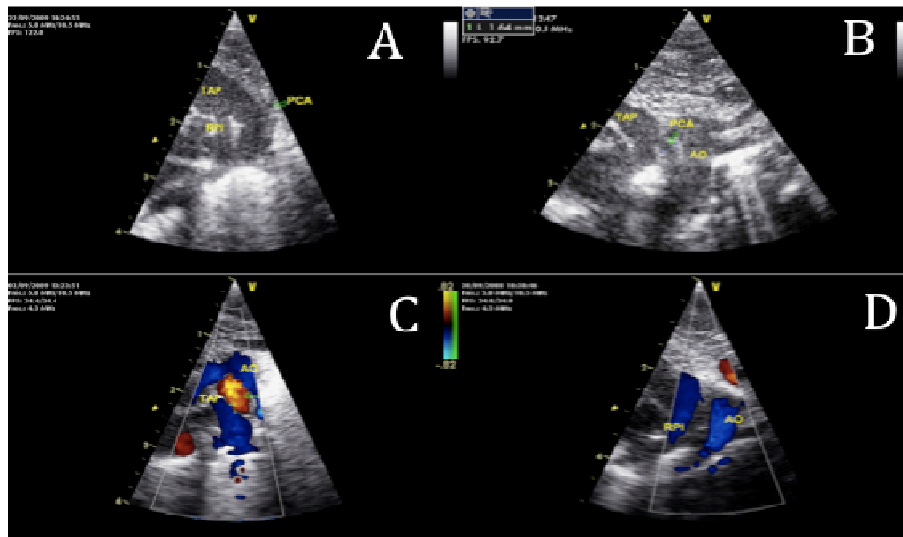


Figura 3: Plano Supraesternal Ecocardiográfico: A: Ductus amplio por ECO2D; B: Ductus pequeño-moderado (1,6mm) por ECO2D; C: Ductus amplio por Doppler color; D: Ductus cerrado. AO: Aorta, RPI: rama pulmonar izquierda; PCA: ductus; TAP: tronco pulmonar

La medición correcta del tamaño del ductus se realiza midiendo su parte interna en ECO bidimensional en milímetros, y dividiéndola por el peso del paciente. También se puede medir la estructura ductal con el Doppler-color, pero esta técnica suele sobreestimar el tamaño.

Parámetros indicativos de ductus significativo:

Existen numerosos datos ecocardiográficos que se emplean para diagnosticar el PCA hemodinámicamente significativo e indicar el cierre, médico o quirúrgico. No existe ninguno totalmente válido de manera aislada ni suficientemente precoz, dado que el ductus es una estructura existente al nacimiento en todo RNP.

A continuación destacamos los parámetros indicativos de ductus significativo, entre paréntesis se sitúa la sensibilidad y especificidad para detectar el ductus con repercusión hemodinámica:

1. Tamaño del ductus: (medido desde un plano supraesternal y en su zona más estrecha, bordes internos de la estructura ductal)

1.1 Por ECO 2D: Ductus > 1,4 mm/kg (S: 94%, E: 90%)⁵

La correlación del ductus con el peso es uno de los datos más importantes y se utiliza en todas las Unidades de Cardiología pediátrica en la actualidad. Cuando el PCA es > 1,4mm/kg de peso tiene una sensibilidad y especificidad muy alta para la detección de un ductus hemodinámicamente significativo.

1.2 Por Doppler Color: Ductus > 1,5 mm (S: 80%, E: 85%).⁶⁻⁸

La medición de la estructura ductal con Doppler color tiene menor sensibilidad y especificidad, aunque en algunos hospitales se emplea.

2. Relación AI/Ao: (medido en el plano longitudinal largo a nivel del anillo aórtico con el modo-M, descrito anteriormente) ⁶⁻⁸

Ratio AI/Ao > 1,4. (S: 92%, E: 91%).

3. Patrón de flujo del Ductus: (Doppler pulsado a nivel de la boca pulmonar del Ductus, descrito anteriormente)

a) patrón de hipertensión arterial pulmonar

b) patrón en aumento (*growing pattern*): (S: 65%, E: 81%) ^{3,4}

c) pulsátil (*pulsatile pattern*): (S: 93%, E: 100%) ^{3,4}

d) patrón de ductus en cierre (*closing pattern*).

4. Inversión de flujo a aorta descendente: (medido en Ao descendente plano supraesternal)

Valoración cualitativa: No inversión

Dirección no clara

Inversión del flujo diastólico (S: 68%, E: 85%) ⁶

La inversión del flujo en aorta descendente es un indicativo del robo provocado por el shunt izquierda-derecha de la circulación sistémica a la pulmonar. Cuanto mayor sea el flujo invertido, más robo existirá. Es indicativo de PCA amplio.

5. Velocidad media del Doppler de la arteria pulmonar izquierda post ductal:

Velocidad Media rama pulmonar izquierda > 0,42 m/s (S: 91%, E: 92%) ⁵

Por su localización anatómica, el shunt izquierda-derecha provocado por el ductus va dirigido a la rama pulmonar izquierda, provocando una aceleración de la circulación en dicha rama. Un aumento en la velocidad a nivel de la rama pulmonar izquierda es, por tanto, un indicador de ductus amplio.

7. Dilatación cavidades izquierdas: (medido según tablas, con un valor > percentil 95) ⁶

La sangre que atraviesa el ductus va al circuito pulmonar y retorna por las venas pulmonares a la AI, generando sobrecarga de AI y VI y finalmente dilatándolas. Es un signo indirecto de ductus amplio.

Aunque existen otros parámetros, como la velocidad pico de la rama pulmonar izquierda y la relación entre el flujo aórtico con el flujo de la vena cava superior, ninguno de ellos establece claramente el momento más idóneo del cierre.

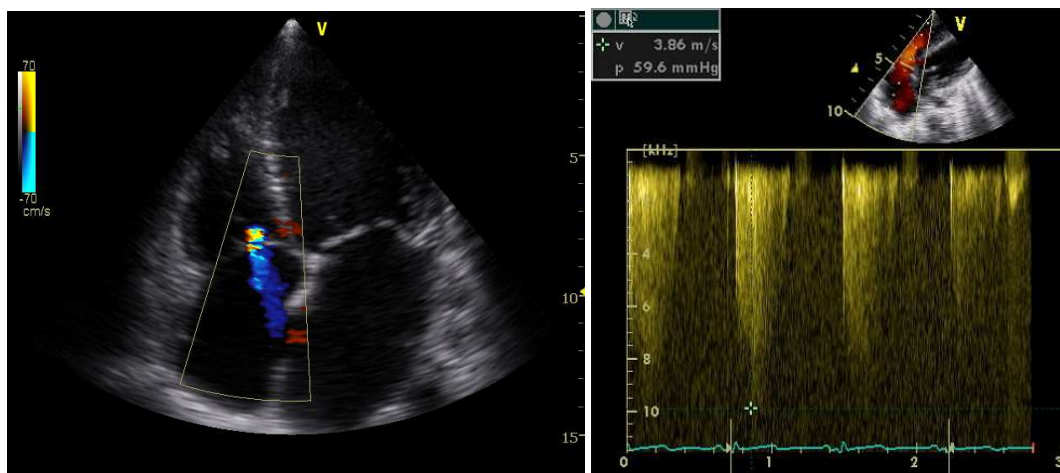
HIPERTENSIÓN ARTERIAL PULMONAR NEONATAL

La ECO es fundamental en el diagnóstico de la hipertensión pulmonar neonatal (HTP), nos ayuda a identificar y descartar cardiopatías congénitas estructurales, y además nos estima su gravedad y nos sirve en el seguimiento evolutivo de la enfermedad.

El recién nacido (RN) tiene unos shunt, en la primeras horas de vida, todavía normales de la vida intrauterina: Foramen oval (FOP) y PCA. En caso de presiones pulmonares elevadas, sistémicas o suprasistémicas, va a existir un shunt derecha-izquierda a través de estos defectos que condicionarán cianosis por ese paso de sangre producido a su través. Son múltiples las causas que generan una elevación de la presión pulmonar en el RN, sobre todo los antecedentes obstétricos nos van a orientar del diagnóstico probable causal.

La ECO nos ayuda a la cuantificación de la presión pulmonar, indirectamente a través de la insuficiencia tricuspídea o la insuficiencia pulmonar que puede existir y ayuda también en la predicción del pronóstico del paciente⁹. Siempre que veamos un shunt dcha-izqda o bidireccional por Doppler color a través del FOP el grado de HTP es a nivel sistémico. La cuantificación de la velocidad de la insuficiencia tricúspide permitirá, en ausencia de estenosis pulmonar, estimar la presión sistólica pulmonar mediante la ecuación de Bernouilli (figura 4); habitualmente se utiliza para este cálculo una presión auricular derecha de 10 mmHg, constante que modificaremos tras el estudio de las variaciones respiratorias en el tamaño de la vena cava inferior en proyección subcostal.

Figura 4: Imagen de una insuficiencia tricuspídea y su registro por Doppler continuo



Si existe insuficiencia pulmonar significativa (situación frecuente si el tronco pulmonar está muy dilatado) podremos calcular la presión pulmonar media (PAPm) y diastólica.

A su vez, si existen defectos septales interventriculares la valoración del gradiente a través de éstos nos permite tener una cuantificación de la diferencia de presión entre ambos ventrículos para estimar la presión del VD, si el shunt es bidireccional estaremos a presión sistémica ($VD=VI$) y si el shunt se invierte (derecha-izquierda) la presión pulmonar será suprasistémica ($VD>VI$).

En ausencia de defectos intrauriculares amplios el estudio morfométrico de las cavidades derechas nos dará información sobre la gravedad de la HTP y su repercusión en la función del VD: dilatación de cavidades derechas (que cuantificaremos midiendo el diámetro diastólico del VD comparado con el VI), hipertrofia del VD, dilatación del tronco de la arteria pulmonar y otros.

BIBLIOGRAFIA

1. Silverman NH, Lewis AB, Heymann MA, Rudolph AM. Echocardiographic assessment of ductus arteriosus shunt in premature infants. *Circulation* 1974;50:821-825.
2. Lai W, Mertens L, Cohen MS, Geva T. Abnormalities of the ductus arteriosus and pulmonary arteries. *Echocardiography in Pediatric and Congenital Heart Disease: from fetus to adult*. 2009, 1stEd Wiley-Blackwell.
3. Su BH, Watanabe T, Shinizu M, Yanagisawa M. Echocardiographic assessment of patent ductus arteriosus shunt flow pattern in premature infants. *Arch Dis Fetal Neonatal Ed* 1997;77:36-40.
4. Su BH, Peng CT, Tsai CH. Echocardiographic flow pattern of patent ductus arteriosus: a guide to indomethacin treatment in premature infants. *Arch Dis Child Neonatal Ed*. 1999;81:197-200.
5. El Hajjar M, Vaksman G, Rakza T, Kongolo G, Storme L. Severity of the ductal shunt: a comparison of different markers. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2005;90:19-22.
6. O'Rourke DJ, El-Khuffash A, Moody C, Walsh K, Molloy EJ. Patent ductus arteriosus evaluation by serial echocardiography in preterm infants. *Acta Paediatr* 2008;97:574-578
7. Kluckow M, Evans N. Early echocardiographic prediction of symptomatic patent ductus arteriosus in preterm infants undergoing mechanical ventilation. *J Pediatr* 1995;127:774-779.
8. Shimada S, Kasai T, Hoshi A, Murata A, Chida S. Cardiocirculatory effects of patent ductus arteriosus in extremely low-birth-weight infants with respiratory distress syndrome. *Pediatr Int* 2003;45:255-262.
9. Fraisse A, Geva T, Gaudart J, Wessel DL. Doppler echocardiographic predictors of outcome in newborns with persistent pulmonary hypertension. *Cardiol Young* 2004;14:277-283.