

Hemodinamia Fetal: Shunts fetales

Dr. Juan Carlos Bustos V.

Profesor Asistente. Unidad de Perinatología Servicio de Obstetricia y Ginecología,
Hospital San Juan de Dios. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

La circulación fetal es por definición transitoria y muy distinta a la circulación del adulto, se caracteriza, entre otros hechos, por la presencia de diversos *shunts* arteriales y arterio venosos fundamentales para la vida intrauterina y desaparecen en la vida postnatal. Estos vasos son filogenéticamente muy antiguos por ejemplo el ductus arterioso aparece en los reptiles, y el ductus venoso en los mamíferos, otros más “modernos” como la anastomosis de Hyrtl aparecen sólo en los primates superiores.

Una pregunta inicial es: ¿Qué es un *shunt*?; en electrónica, un *shunt* es un mecanismo que permite el paso de corriente eléctrica hacia otro punto lejano del circuito. En medicina, es un orificio o pasaje que permite el paso de sangre u otro flujo hacia otra cavidad o vaso, con el fin de compensar variaciones en los flujos o presiones.

Estos *shunt* han sido descritos anatómicamente hace siglos, pero en los últimos años con el advenimiento de la ultrasonografía y el Doppler han vuelto a la actualidad.

En este artículo analizamos algunos aspectos nuevos de estos vasos. En la Unidad de Perinatología del Hospital San Juan de Dios hemos hecho diversas observaciones de estos *shunt*, así todas las figuras de ultrasonografía que acompañan este artículo son nuestras. Analizaremos las siguientes estructuras:

- Ductus arterioso
- Ductus venoso
- Foramen Oval
- Válvula de Eustaquio
- Anastomosis de Hyrtl

Ductus arterioso de Botal e istmo aórtico: descrito por Leonardo Botallo, cirujano y anatomista italiano del siglo XVI que trabajó en Francia (Figura 1), comunica la arteria pulmonar a nivel de su división en ramas derecha e izquierda con la porción descendente de la aorta torácica, lleva el 85% del volumen sanguíneo de la arteria pulmonar hacia la porción inferior del feto; clásicamente el ductus arterioso se ha descrito como un *shunt* desde el sistema pulmonar hacia el sistema aórtico. Varios siglos después de Botallo, el Dr. Jean Claude Fournon⁽¹⁾ cardiólogo infantil canadiense (Figura 1) postula en 2003 un concepto revolucionario

y original, planteando que el ductus es en realidad el vaso principal y el istmo aórtico (porción adelgazada de la aorta entre la subclavia izquierda y el ductus) es en realidad un *shunt*.

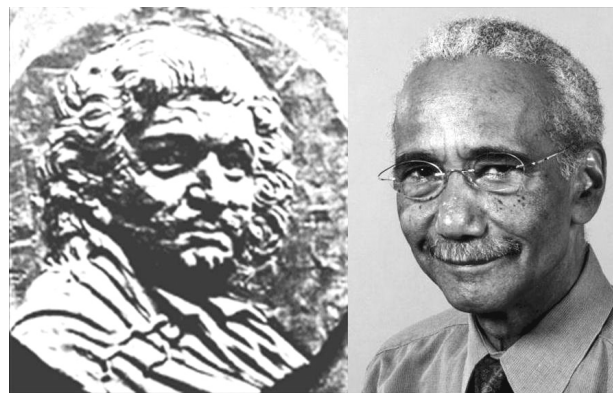


Figura 1. Leonardo Botallo (1519-1588), anatomista italiano que describió el foramen oval y el ductus arterioso y Jean-Claude Fournon (1942), cardiólogo canadiense.

Según Fournon, existirían dos circuitos arteriales en serie: uno que comienza en ventrículo izquierdo y aorta ascendente e irriga la mitad superior del cuerpo a través de las carótidas y subclavias y vuelve a corazón derecho por vena cava superior; el segundo, parte desde el ventrículo derecho, va por la arteria pulmonar, ductus arterioso y aorta torácica y abdominal, irriga el territorio esplácnico, extremidades inferiores; y hacia las arterias umbilicales) y placenta (40% del débito cardíaco) y vuelve a corazón izquierdo por la vena cava inferior, ductus venoso y foramen oval (Figura 2).

Los estudios con Doppler demuestran que en el feto normal, el flujo en el istmo es anterógrado hacia aorta descendente (Figura 3 y 4), en el RCIU se producen diversos cambios en la resistencia en los territorios fetales: hay vasodilatación cerebral, vasoconstricción en territorio mesentérico, renal y de tronco inferior, aumento de resistencia placentaria; cuando estos fenómenos se hacen severos la presión diferencial hace que el flujo en el istmo se vuelve retrogrado, hacia cefálico, lo cual produce que el cerebro reciba sangre reciclada con probable daño neurosensorial.

Fouron postula esta condición (flujo reverso en istmo) como un nuevo índice para decidir la interrupción del embarazo en RCIU⁽¹⁾.

Ductus venoso de Arancio (DV): descrito por Giulio Cesare Arancio, cirujano y anatomista italiano del siglo XVI –de quien se dice fue el primero que realizó una cesárea en una mujer viva con feto vivo– es un vaso recto, sin ramas con forma de embudo invertido, a termino mide 14 mm de longitud, el orificio de entrada mide 1 mm de diámetro y el orificio de salida entre 1,5 y 2 mm. Por leyes de la hidráulica la sangre alcanza mayor velocidad que en vena umbilical pasando de velocidades de 10-15 cm/segundo a 45-60 cm/segundo.

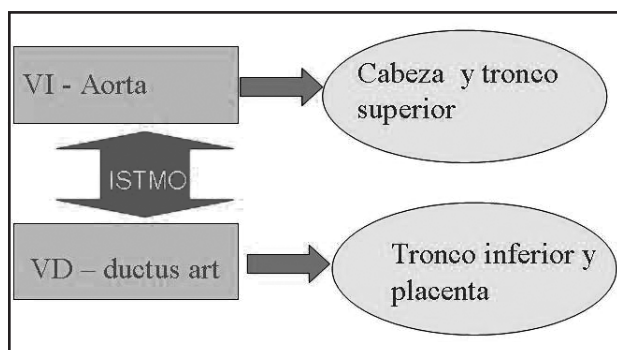


Figura 2. La hipótesis de Fouron: dos sistemas arteriales en serie.

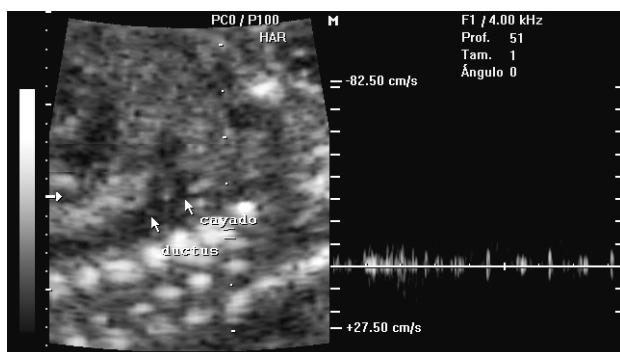


Figura 3. Istmo aórtico: Porción de la aorta entre las dos flechas pequeñas.

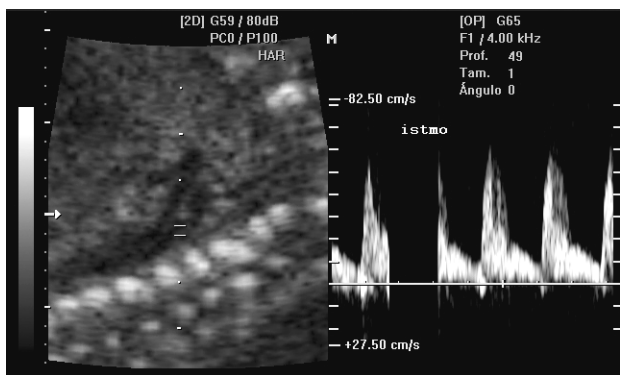


Figura 4. Istmo aórtico: Doppler en feto normal con flujo anterógrado.

El ductus venoso lleva un 25-30% de la sangre que viene desde la vena umbilical hacia la aurícula derecha. El resto del flujo pasa al sistema porta y a través de las suprahepáticas alcanza la aurícula derecha. En el feto con RCIU el flujo derivado por el DV aumenta hasta un 60-85%, esto llevo a pensar durante mucho tiempo que se debía a un esfínter del DV, pero los estudios histológicos no han demostrado la existencia de este esfínter. Los últimos datos sugieren que este fenómeno es debido a vasoconstricción de las venas suprahepáticas y no por un “esfínter” anatómico del ductus⁽²⁾.

Respecto a la anatomía, clásicamente se describe el DV como un vaso que nace desde la base del hígado en el seno portal y se profundiza en el parénquima hepático hasta drenar en la cava inferior. Sin embargo, cuando se aplica la ultrasonografía Doppler color o power energía esta disposición es raramente vista; un novedoso hallazgo anatómico que se correlaciona bien con el ultrasonido es la descripción, en los últimos 20 años del vestíbulo venoso sub diafragmático (VVSD). Este consiste en una dilatación venosa del feto con forma de embudo que se ubica inmediatamente bajo el diafragma (Figura 5, 6 y 7), sus afluentes son la vena cava inferior, las tres venas suprahepáticas, la vena frénica y el ductus venoso, dentro del VVSD se mantienen paralelamente dos flujos de distinta velocidad, el vaso eferente es la aurícula derecha^(3,4,5).

Válvula de Eustaquio: descrita por Bartolomé Eustachio anatomista italiano del s XVI (Figura 8), es un pliegue semilunar que funciona como una válvula incompleta cuya función es dirigir el flujo desde la vena cava inferior hacia el foramen oval y aurícula izquierda (Figura 9).

Foramen oval o agujero de Botal: también descrito por Leonardo Botallo. Sin embargo, Botal cometió un error importante, describió el defecto en un cadáver adulto, creyendo que era una estructura normal en los adultos, se trataba de un hombre fallecido a consecuencias de una CIA. Era contemporáneo de Eustachio y Arancio.

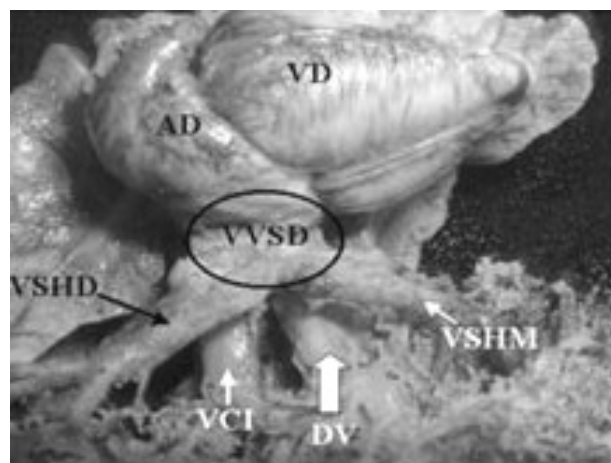


Figura 5. Vestíbulo venoso subdiafragmático (VVSD): con afluentes cava inferior (VCI), suprahepáticas (VSHD y M), ductus venoso (DV) y desemboca en aurícula derecha (AD). Tomado de Sosa (referencia 3).

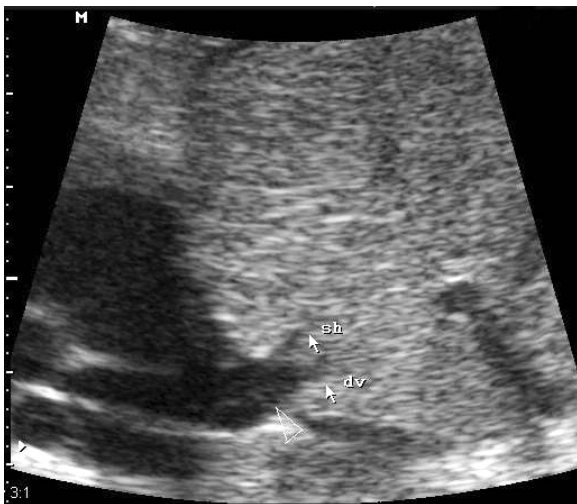


Figura 6. VVSD: Se observa ductus venoso (dv) y suprahepática (sh) y cava inferior llegando al VVSD (cabeza de flecha) que desemboca en aurícula derecha.

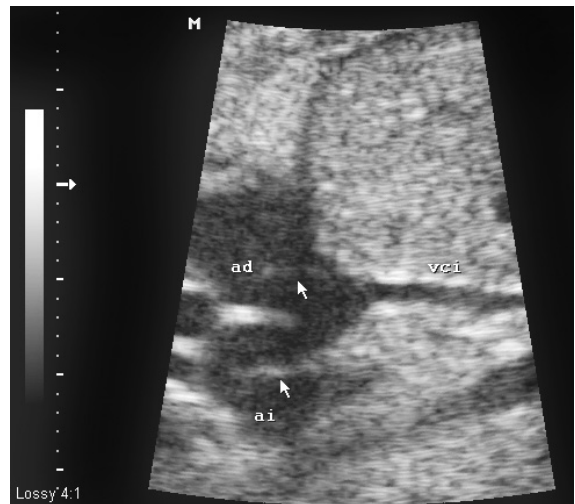


Figura 9. Aurícula derecha. Se observa válvula de Eustaquio en AD (flecha pequeña superior) y septum primum (flecha pequeña inferior) en aurícula izquierda (AI) que forman un canal que dirige la sangre desde la cava inferior (VCI).

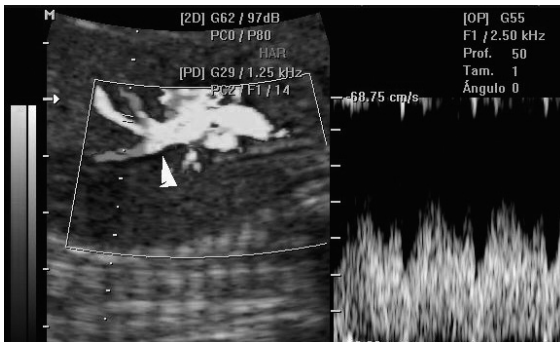


Figura 7. VVSD: Imagen similar con Doppler energía mostrando DV con Doppler espectral, suprahepática y cava inferior llegando a VVSD (flecha blanca) y luego aurícula derecha.



Figura 8. Bartolomé Eustachio: anatomista italiano (1500-1574) describió la trompa y la válvula que llevan su nombre.

El foramen oval tiene dos tabiques: el *septum primum* y *septum secundum* que forman un conducto oblicuo entre ambas aurículas con dirección hacia cefálico. Esto ha sido demostrado por ultrasonografía y también contribuye al direccionamiento de la sangre (Figura 10).

Por la tanto, para el sorprendente fenómeno que en una misma cavidad la aurícula derecha (AD) existan dos flujos líquidos provenientes de las cavas superior e inferior que se mezclan escasamente y tengan distintos destinos, la explicación es compleja; con los datos actuales se piensa en que existen dos mecanismos que funcionan simultáneamente para dirigir flujos en AD:

1. Mecanismo anatómico: el movimiento paralelo del foramen oval y válvula de Eustaquio, forman un conducto dentro de la AD que dirige el flujo de la vena cava inferior hacia la aurícula izquierda y de la cava superior hacia el ventrículo derecho (Figura 9 y 11).
2. Mecanismo hemodinámico: el flujo del ductus venoso de alta velocidad viene desde la cara anterior e izquierda del VVSD y se dirige hacia la fosa oval, se mantiene separado del flujo lento de la cava inferior que entra desde la cara posterior del VVSD⁽⁶⁾.

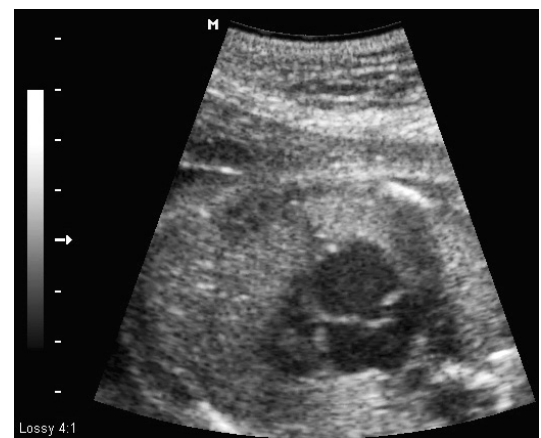


Figura 10. Foramen oval. Se observa conducto oblicuo formado por septum primum y secundum

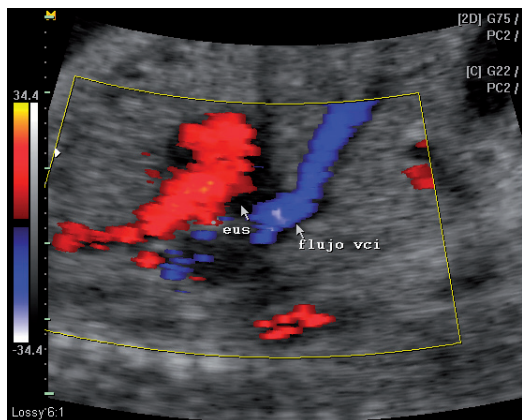


Figura 11. Aurícula derecha. Imagen semejante a figura 9 en Doppler color, se observa flujo en azul desde ductus venoso y cava inferior (vci) dirigido por válvula de Eustaquio (eus) hacia el septum auricular.

Anastomosis de Hyrtl: es por mucho el menos conocido de los *shunt* fetales, descrito por Josef Hyrtl (Figura 12) anatomista austriaco del s XIX (1870), constituye la única anastomosis entre ambas arterias umbilicales, tiene forma de H y se encuentra presente en el 95% de los cordones umbilicales en los primeros 1-3 cm. de la inserción en la placenta, es imposible visualizar por examen externo (Figura 13). La función de la anastomosis es equiparar las presiones y flujos entre ambas arterias umbilicales, una consecuencia importante es que iguala los flujos Doppler, lo cual hace que al estudiar la flujometría Doppler sea indiferente tomar cualquiera de las dos umbilicales⁽⁷⁾.

Si la anastomosis está ausente las arterias umbilicales pueden ser discordantes en tamaño y en la pulsatilidad al Doppler. Nuestro grupo ha encontrado algunas alteraciones en la forma de la onda Doppler que pudieran relacionarse a alteraciones de la anastomosis de Hyrtl (datos no publicados).

En resumen, si estos hallazgos descritos son correctos y confirmados en los siguientes años, nuestros conceptos sobre la circulación fetal cambiarán radicalmente, a saber: la sangre sale en serie desde los ventrículos a través de la arteria aorta y la arteria pulmonar (descrito previamente) compensando ambos circuitos por el *shunt* del istmo aórtico, sale del feto por las arterias umbilicales que a su vez compensan su flujo por el *shunt* de la anastomosis de Hyrtl, luego de la oxigenación en placenta vuelven por las venas hepáticas y el *shunt* del ductus venoso, se reúnen en el VVSD y penetran en la AD desde se redirigen por la presencia de la válvula de Eustaquio y el septum secundum del foramen oval hacia ambos ventrículos donde se reinicia el ciclo.

Referencias

1. Fouron J.C. The unrecognized physiological and clinical significance of the fetal aortic isthmus. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 441-447.

Figura 12. Joseph Hyrtl. Anatomista austriaco (1811-1874).

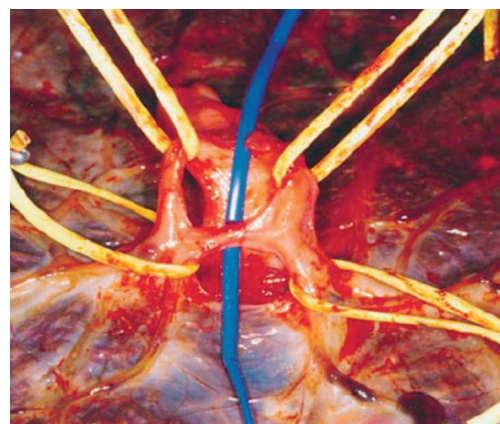


Figura 13. Anastomosis de Hyrtl. Las suturas amarillas separan ambas arterias umbilicales que están comunicadas por la a. de Hyrtl (sutura azul). Tomado de Raio (referencia 7).

2. Tchirikov M, Schroder H.J, Hecher K. Ductus venosus shunting in the fetal venous circulation: regulatory. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 452-461.
3. Sosa A, Peralta JZ, Chalbaud GG, Zorrilla AB et cols. Anatomía vascular del sistema umbilico-porto-ductual en fetos de 20 a 25 semanas de gestación. *Rev Obstet Ginecol Venez* 2004; 64: 69-76.
4. Mavrides E, Moscoso G, Carvalho JS, Cambell S, Thilaganathan B. The anatomy of the umbilical, portal and hepatic venous systems in the human fetus at 14-19 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2001; 18: 562-3.
5. Huisman TW, Gittenberger-de Groot AC, Wladimiroff JW. Recognition of a fetal subdiaphragmatic venous vestibulum essential for fetal venous Doppler assessment. *Pediatr Res.* 1992; 32: 338-41.
6. Manson F. Eustachian valve www.TheFetus.net. 2006-06-07-15.
7. Raio L. Ghezzi F, Di Naro E, Franchi M, Bruhwiler H. Prenatal assessment of the Hyrtl anastomosis and evaluation of his function. *Human Repr* 1999; 14: 1890-93.

Correspondencia: Dr. Juan Carlos Bustos V. jcbustosv@yahoo.es