

Anatomía vascular del sistema umbílico-porto-ductal en fetos de 20 a 25 semanas de gestación

Drs. Alberto Sosa Olavarría, Jesús Zurita Peralta, Gelsy Giugni Chalbaud, Alberto Bermúdez Zorrilla, Luis Díaz Guerrero, Yolimar Martínez Díaz, Natasha Larrazábal Hernández, Heric Venero Parra, Luigi Di Stéfano, Adriana Medina Carvallo, Aldo Reigosa Y

Unidad de Perinatología de la Universidad de Carabobo. Centro de Entrenamiento en Ultrasonografía Perinatal. Maternidad Privada Las Acacias. Valencia. Venezuela.

RESUMEN

Objetivo: Estudiar la circulación umbílico-porto-ductal en fetos con edades comprendidas entre las 20 y 25 semanas de gestación.

Método: Estudio prospectivo de 50 fetos provenientes de abortos espontáneos y sin malformaciones, los cuales previa fijación fueron disecados mediante secciones con bisturí y ablación mecánica e hídrica del tejido hepático exponiendo la circulación umbilical hasta la aurícula derecha.

Ambiente: Unidad de Perinatología de la Universidad de Carabobo y Centro de Entrenamiento en Ultrasonografía Perinatal de la Maternidad Privada Las Acacias, Valencia, Estado Carabobo.

Resultados: El sistema venoso umbílico-portal conduce la sangre desde la placenta, vía vena umbilical que se continúa con el seno portal, de este nacen las venas porta derecha e izquierdas intrahepáticas y el ductus venoso, la vena porta principal que es extrahepática, drena a la porta intrahepática derecha, la sangre del sistema porta drena en las venas suprahepáticas y estas junto al ductus venoso y la vena cava inferior confluyen en el vestíbulo venoso subdiafragmático.

Conclusiones: La anatomía y la fisiología del sistema venoso umbílico-porto-ductal es de gran importancia para la evaluación de las condiciones hemodinámicas fetales. Para su abordaje es necesario un profundo conocimiento de su arquitectura habitual y resulta necesario el uso de una nomenclatura estándar.

Palabras clave: Circulación umbílico-porto-ductal fetal. Ductus venoso. Vestíbulo venoso subdiafragmático. Anatomía vascular fetal.

SUMMARY

Objective: To study the umbilico-portal-ductal system in fetuses with ages between the 20 and 25 weeks.

Methods: This was a prospective study on 50 fetuses of spontaneous abortions without malformations, with previous fixation were dissected by means of sections with surgical knife and mechanical and hydro ablation of the hepatic tissue, the vessels of the umbilical circulation to the right auricle were exposed.

Setting: Unit of Perinatology of the University of Carabobo and Center of Training in Perinatal Ultrasonographic of the Private Maternity the Acacias, Valencia, Carabobo, Venezuela.

Results: The umbilico-portal-ductal venous system leads the blood from the placenta, way umbilical vein that is continued with the portal sinus, from this are born the intra hepatic right and lefts portal veins and ductus venosus, the main portal extrahepatic vein, drains into the portal right intra hepatic vein, the blood of the portal system drains in the supra hepatics veins and the ostia of these next to ductus venosus and the inferior vena cava vein come together in the sub diaphragmatic venous vestibulum.

Conclusions: The anatomy and the physiology of the venous umbilical-portal-ductal system is of great importance for the evaluation of the fetal hemodynamic condition, for its boarding is necessary a deep knowledge of its habitual architecture and the use of the standardized terminology.

Key words: Umbilical-portal-ductal circulation. Ductus venous. Subdiaphragmatic venous vestibulum. Fetal vascular anatomy.

INTRODUCCIÓN

A medida que se ha incrementado el interés del embriofetólogo clínico por definir y correlacionar

la imagen obtenida mediante la ultrasonografía en cualquiera de sus modalidades (BDTR, 3D, angio y color Doppler, análisis espectral, etc.) con la anatomía normal y patológica, se ha revisado, actualizado, redescubierto y profundizado los

Recibido: 29-05-04

Aceptado para publicación: 21-7-04

conocimientos de embriología, de la anatomía fetal y placentaria y la embrio-feto-fisiopatología las cuales han adquirido mediante estas técnicas no invasivas una particular relevancia que nos obliga a estar en permanente contacto con una gran cantidad de especialidades, como por ejemplo la bioingeniería, la cibernética y otras ramas de las ciencias médicas como la cardiología, genética, neurología y neurocirugía, por mencionar algunas, con el fin de tratar de mantenernos al día y mejorar la calidad del acto médico perinatal que ejecutamos.

Entre todos estos aspectos y dada la respuesta hemodinámica del feto a la noxa hipoperfusora e hipoxemiante, resulta de obligatoriedad para todo aquél que pretende explorar el comportamiento normal o patológico del flujo sanguíneo en cada uno de los compartimientos o circuitos vasculares, el conocimiento de la anatomía del territorio vascular que se desea explorar.

Desde el año 1981 hemos realizado, como parte de la formación integral de nuestros cursantes de posgrado, disecciones en cadáveres de fetos que con o sin malformaciones eran donados a la desaparecida, (a causa de un incendio en el año 2001), Unidad de Perinatología de la Universidad de Carabobo (UPUC), que funcionaba en la Maternidad Dr. José Luis Fachín De Boni de la Ciudad Hospitalaria Dr. Enrique Tejera de la ciudad de Valencia. Esta labor ha sido trasladada al Centro de Entrenamiento en Ultrasonografía Perinatal (CEUSP), al que son enviados para estudio y de manera constante, especímenes con edades máximas de 25 semanas, que han sido expulsados sin causa aparente o por presentar las más variadas malformaciones. Estos estudios además de aportar información valiosa a los padres acerca de las causas relacionadas con la pérdida y permitir el asesoramiento genético correspondiente, han facilitado el aprendizaje a un buen número de profesionales del área de la salud embrio-fetal, así como también la elaboración de un importante número de trabajos de investigación y de un texto de apoyo que va por su segunda edición (1).

Entre las inquietudes surgidas a lo largo de estos años está la de estudiar en detalle la circulación venosa fetal, en especial la que se realiza a través de la vena umbilical en dirección fetal o aferente, dicho estudio se realiza de una manera sistemática, tenemos una importante colección de piezas anatómicas disecadas por los autores del presente trabajo, las cuales se utilizan de cohorte en cohorte para el estudio de la anatomía vascular fetal. Como quiera que los hallazgos obtenidos no se corresponden con

un buen número de tratados clásicos, donde se representa la vena umbilical al desembocar, a través del ductus venoso de Aranzio en la vena cava inferior, y ésta realizar cierto recorrido hasta la aurícula derecha, fue por lo que decidimos ampliar nuestro marco teórico al respecto, y hallamos los trabajos de Kiserud y col. (2-6), los de Mavrides y col. (7,8) y más recientemente el de Kalache y col. (9), estos dos últimos han sido el acicate definitivo para publicar los hallazgos en los que se sustenta el presente trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio prospectivo de 50 fetos con edades comprendidas entre las 20 y 25 semanas, todos ellos sin anomalías estructurales, expulsados de manera espontánea (aborto, incompetencia cervical, hemorragia retroplacentaria, rotura de las membranas amnióticas). Todos los especímenes fueron fijados mediante inyección intracavitaria de una solución de formaldehído al 2 % a la que se le añadió ácido acético al 10 % y alcohol isopropílico 90, mezclados volumen a volumen (v:v:v). Luego fueron sumergidos en dicho fijador, que se reemplazó por bromuro de laurildimetil-benzil-amonio (gerdex) al menos dos semanas después. El corazón, pulmones, hígado e intestinos fueron extirpados en bloque y la disección del trayecto intrahepático de la vena umbilical, se realizó mediante fraccionamiento minucioso del tejido hepático usando pinzas de disección de puntas muy finas y removimos las partículas de tejido por la acción de barrido permanente bajo chorro de agua. En otros casos se procedió a realizar una sección sagital del hígado con bisturí, siguiendo cuidadosamente la trayectoria de la vena umbilical hasta la desembocadura del ductus venoso. Para la identificación de los sistemas venosos estudiados, adoptamos la nomenclatura propuesta por Mavrides y col. (7,8), con algunas modificaciones. Se realizaron estudios ultrasonográficos bi y tri dimensionales en fetos vivos con edades comprendidas entre las 20 y 25 semanas, con angiodoppler complementario para comparar el mapa vascular obtenido en la disección anatómica con el observado *in vivo*.

RESULTADOS

De los resultados obtenidos de las disecciones realizadas en fetos normales, podemos señalar que el sistema venoso del feto está constituido por un

componente aferente sistémico y otro periférico. El primero está conformado por las venas cavas superior e inferior y sus venas tributarias, mientras que el sistema aferente periférico está integrado por dos sub-sistemas: el primero umbílico-portal y el segundo por las venas intrahepáticas. El umbílico-portal conduce la sangre desde la placenta (vía vena umbilical) y la que viene del área esplácnica (vía vena porta principal) hasta el hígado y corazón, y el segundo sistema venoso, lleva la sangre desde el tejido hepático hacia el corazón, vía venas suprahepáticas. Ambos sistemas mantuvieron un patrón anatómico constante en 49 de los 50 casos estudiados.

Al seguir la trayectoria ascendente de la vena umbilical observamos que ésta desemboca en una estructura de mayor calibre y de paredes más delgadas que es el seno portal, el cual posee forma de L, de éste se originan de delante hacia atrás y de abajo hacia arriba las venas portales intrahepáticas izquierdas (inferior y superior) y la vena porta intrahepática derecha, cuyas ramas se distribuyen y perfunden los lóbulos respectivos. La vena porta derecha posee un gran número de ramas, su arquitectura es muy variable entre los especímenes, su grosor fue bastante mayor que el de las venas portales intrahepáticas izquierdas y en ella desemboca la vena porta extrahepática, conocida también como vena porta principal o común, cuyo origen es a partir de la confluencia de la vena esplénica y de la vena mesentérica superior y penetra al hígado por su cara inferior. La vena porta derecha marca el límite anatómico final del seno portal y el nacimiento del ductus venoso de Aranzio.

En consecuencia el seno portal es el espacio vascular comprendido entre el punto de origen de la vena portal inferior izquierda al punto de origen de la vena portal derecha, y el ductus venoso nace al final del seno portal, forma un ángulo con este con giro hacia la derecha, dentro del lóbulo derecho del hígado, se dirige hacia el diafragma en búsqueda del vestíbulo venoso subdiafragmático (VVSD), sus paredes son convergentes a manera de vidrio de reloj y su ostium de desembocadura, está dirigido hacia el foramen oval.

El subsistema de venas intrahepáticas está integrado por un conjunto de vasos que nacen en los capilares venosos intrahepáticos de los lóbulos hepáticos y luego de distribuirse parte importante de la sangre proveniente de la placenta en el parénquima hepático, es recogida por las vénulas que van a confluir en troncos venosos principales

conocidos como venas suprahepáticas derecha, media e izquierda. La izquierda y la media son anteriores y corren en el mismo sentido del ductus venoso, mientras que la derecha lo hace de manera paralela y anterior a la vena cava inferior. Los orificios de desembocadura de todos estos vasos (venas suprahepáticas, ductus venoso y vena cava inferior) ocurre en un espacio vascular con forma de un embudo invertido, que se ubica dentro del hígado justo por debajo del diafragma, esta estructura constituye el vestíbulo venoso subdiafragmático, y la vena cava inferior le llega por su pared posterior. La disposición de los ostia venosos en el infundíbulo corresponden de arriba hacia abajo y de atrás hacia delante, el de la vena cava inferior (hacia atrás), a los de las venas suprahepáticas (hacia delante), y el del ductus venoso (hacia delante). Es decir que el ostium más cefálico es el de la vena cava inferior, le siguen los de las venas suprahepáticas y luego se encuentra el del ductus venoso.

La vena porta extrahepática, también conocida como vena porta común, vena porta principal o tronco de la vena porta, formada como se dijo por la confluencia de las venas esplénica y mesentérica superior se visualiza al disecar el espacio retro duodenal y seguir el borde superior del páncreas.

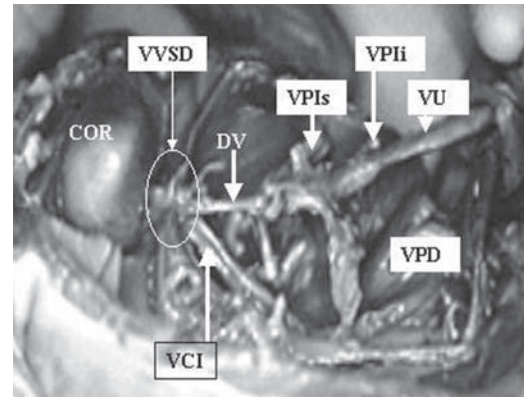
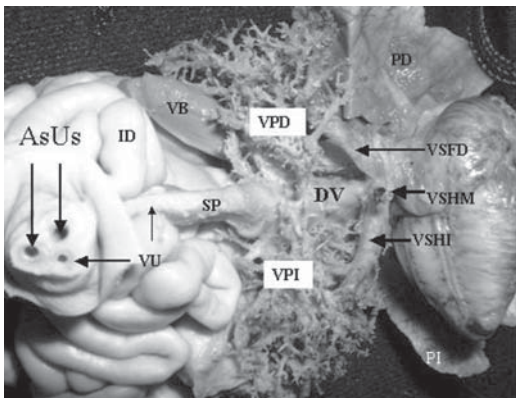
En un solo caso de los fetos normales no fue posible detectar el ductus venoso ni disecar el seno portal porque la vena umbilical drenaba directamente, sin pasar por el hígado, hacia la vena cava inferior. En las Figuras 1 a la 11 se muestran los hallazgos de la disección anatómica y el correlativo en imágenes ultrasonográficas obtenidas mediante angi Doppler 2D y 3D en embarazos intrauterinos normales con edades comprendidas entre 20 y 25 semanas.

DISCUSIÓN

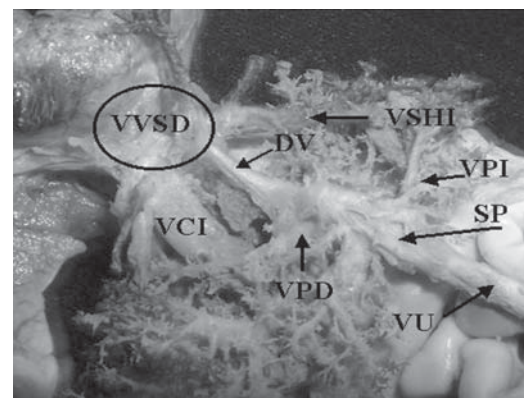
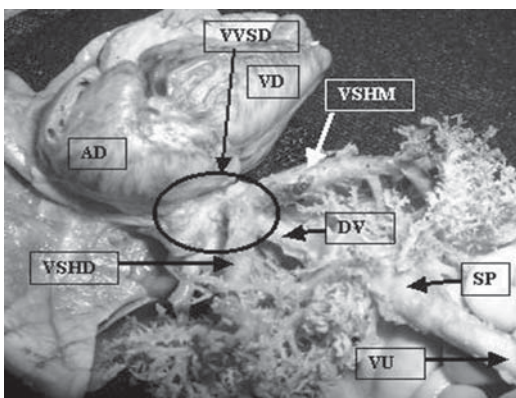
La disección y la ablación tisular que rodea la red vascular a partir de la vena umbilical, de su trayectoria intrahepática y de sus ramificaciones, nos permite concluir diciendo junto a Mavrides y col. (7,8), que existe un claro y definido patrón en el sistema venoso fetal, y si bien el estudio de estos autores se refiere a fetos con edades comprendidas entre las 14 a 19 semanas, de acuerdo al presente estudio ese concepto es aplicable a aquellos especímenes que se ubican entre las 20 y 25 semanas, es esta arquitectura la responsable de la manera con que se distribuye el flujo sanguíneo que retorna desde la placenta hacia el feto. Así, la sangre

oxigenada que llega al hígado a través de la vena umbilical, drena en el seno venoso portal y desde allí sigue por cuatro vías, la de la vena porta intrahepática derecha, la de las venas portas izquierdas (inferior y superior) y la del ductus venoso de Aranzio. El mayor volumen de sangre (60 %-70 %) se distribuye en el lóbulo izquierdo y derecho del hígado (10,11), mientras que el restante sigue la vía del ductus venoso hacia el vestíbulo venoso subdiafragmático y de allí pasa desde la aurícula derecha hacia la izquierda a través del foramen oval. La sangre oxigenada que perfunde a los lóbulos

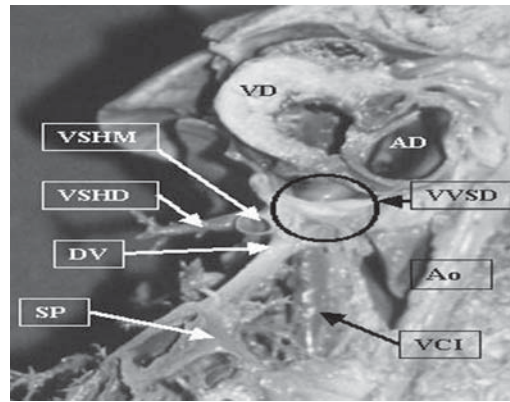
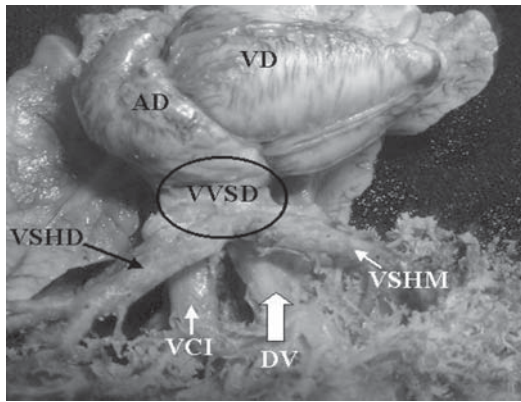
hepáticos es recolectada por las venas suprahepáticas izquierda, media y derecha que junto a la vena cava inferior alcanzan también el vestíbulo venoso subdiafragmático, vertiéndose el contenido de estas, preferentemente, en la aurícula derecha. La importancia de esta circulación ha llevado a algunos autores (12) a plantear la existencia de un cuarto órgano preferencial en la perfusión fetal, además del cerebro, corazón y suprarrenales, y en consecuencia sugerir que este se desempeña de manera relevante, como un instrumento en el crecimiento fetal (13).



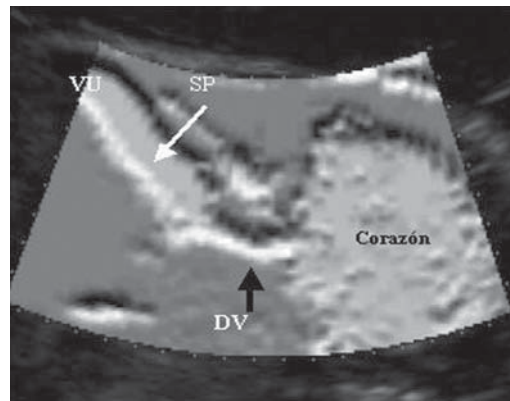
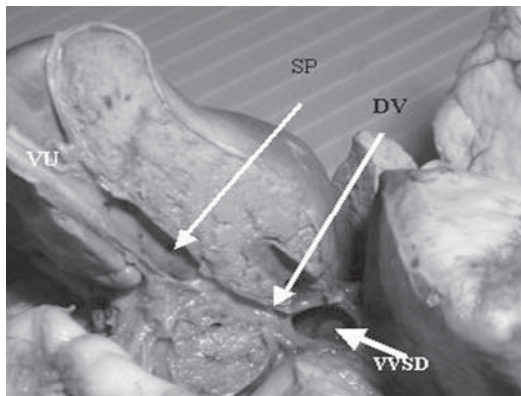
Figuras 1 y 2. A la izquierda bloque de vísceras tóraco-abdominales en el que es posible distinguir el anillo de inserción de arterias umbilicales (AsUs) y de vena umbilical (VU), seno portal (SP), vena porta derecha (VPD), vena porta izquierda (VPI), ductus venoso (DV), vena suprahepática derecha (VSFD), vena suprahepática media (VSHM), vena suprahepática izquierda (VSHI), pulmón derecho (PD), vesícula biliar (VB) e intestino delgado (ID). A la derecha se observa la trama vascular intrahepática luego de la ablación de su parénquima, en la pieza se eliminó toda la arborización de las venas dejando sólo los troncos principales, corazón (COR), vena cava inferior (VCI), vena porta izquierda superior (VPIs), vena porta izquierda inferior (VPIi) y ductus venoso (DV).



Figuras 3 y 4. A la izquierda se observa el vestíbulo venoso subdiafragmático (VVSD) acoplado al piso de la aurícula derecha y al cual confluyen por su parte delantera y superior las venas suprahepáticas (VSHD, SBM) y abajo y atrás el ductus venoso (DV). A la derecha se observa el VVSD con la llegada de la vena cava inferior (VCI) por su pared posterior, mientras que el ductus venoso (DV) lo hace más anterior. Se ven también la vena porta izquierda superior (VPIs), la vena porta izquierda inferior (VPIi) y el seno portal (SP).



Figuras 5 y 6. Vista lateral de la configuración del vestíbulo venoso subdiafragmático (VVSD), en las que puede observarse los planos de confluencia de las venas, la dirección y posición de las mismas. A la derecha se observa una sección sagital del corazón donde se observa además el ventrículo derecho (VD) y la aurícula derecha (AD). La orientación del ductus venoso es hacia el foramen oval y el trayecto en el que coinciden dentro del vestíbulo, los flujos de los troncos venosos es muy corto y con velocidades totalmente diferentes.



Figuras 7 y 8. Sección longitudinal del hígado siguiendo la trayectoria de la circulación umbilico-ductal, en pieza anatómica (izquierda) e imagen US-BD en angiodoppler de sustracción. VU: vena umbilical, SP: seno portal, DV: Ductus venoso y VVSD: vestíbulo venoso subdiafragmático.

El flujo sanguíneo que proviene de la vena porta principal o extrahepática drena en la vena porta derecha por lo que sigue la misma dirección del que ella lleva.

De acuerdo a nuestros estudios creemos que se deben eliminar algunos conceptos tales como: el ductus venoso desemboca en la vena cava inferior, pues esta es una variante que debe ser considerada como un drenaje anómalo de vena umbilical directo a la VCI. Otro concepto a desterrar es el de que existe continuidad anatómica entre la vena umbilical y el ductus venoso, pues lo cierto es que entre ambos está el seno portal con sus ramas y finalmente dejar de utilizar la terminología de “seno inter-

medio”, “receso umbilical”, “seno umbilical” y sustituirlos por el de seno portal.

Desde el punto de vista embriológico (14,15) es necesario tener presente que tanto el seno portal como las venas portales intra y extrahepáticas, así como el ductus venoso se derivan de las venas vitelinas, mientras que la parte intra abdominal de la vena umbilical deriva de la vena umbilical izquierda, y se reportan variantes de drenaje del ductus venoso que pueden condicionar trastornos hemodinámicos fetales (15-18), o alterar su trayectoria (19). La literatura recoge amplia información sobre las variantes y anomalías del drenaje de la vena umbilical y del ductus venoso (20-27).

Estos conceptos resultan de gran importancia para el ultrasonografista que explora el sistema venoso umbílico-porto-ductal mediante las diversas modalidades de Doppler y evalúa por flujometría la onda del ductus venoso con el fin de conocer el funcionalismo cardíaco en diversas condiciones (2,6,10,11,20,23-28,29), así como para interpretar los aspectos mecánicos del ductus venoso (30). La onda del ductus venoso es característicamente trifásica

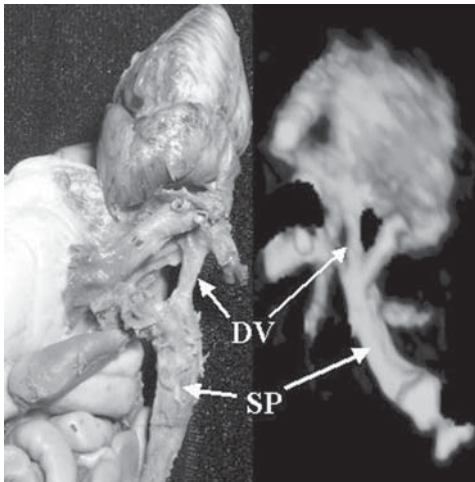
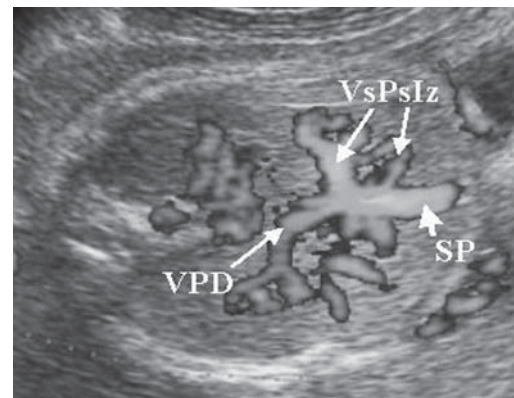
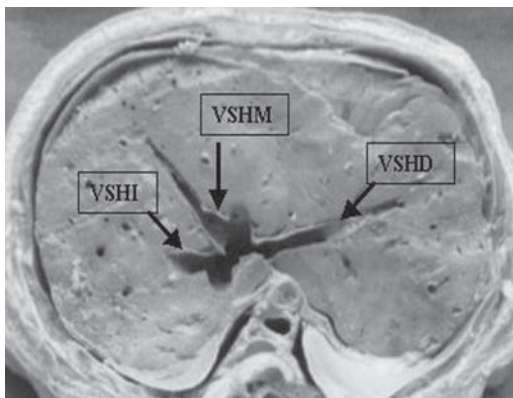


Figura 9. Vista frontolateral derecha del corazón (con tracción hacia arriba) en las que se evidencian las conexiones veno-atriales (VVSD) del piso de la aurícula derecha y su correlación con la imagen angi Doppler 3D del circuito umbílico-porto-ductal. DV: ductus venoso, SP: seno portal. En la imagen 3D se observa la vena cava inferior (VCI) haciendo su entrada hacia la parte posterior del vestíbulo venoso subdiafragmático (VVSD), por detrás y hacia la izquierda de la vena porta derecha.

con un componente sistólico y otro diastólico (3,6,31,32), el componente sistólico posee dos velocidades una velocidad sistólica máxima (Smax) y otra mínima (Smin), ambos componentes reflejan las condiciones favorables o no de llenado de la aurícula izquierda, porque como sabemos este llenado depende fundamentalmente de la sangre que atraviesa el foramen oval y que procede del ductus venoso, puesto que es muy poco el volumen de sangre que proviene de las venas pulmonares; luego de esta primera fase se inicia la sístole atrial izquierda y la válvula del foramen oval se cierra por lo que el flujo de sangre que proviene del ductus venoso se vierte en la aurícula derecha y en consecuencia, las velocidades de flujo en la fase diastólica de la onda (E y A) dependerán de las presiones imperantes en la aurícula derecha. Es decir, la onda de flujo del ductus venoso refleja en sus componentes Smax y Smin la precarga de la aurícula izquierda y en sus componentes E y A la poscarga del ventrículo derecho (ver Figura 12). Reconocemos lo novedoso de la hipótesis que aquí formulamos, y sobre la que no hemos encontrado referencia alguna en la bibliografía consultada (1-35).

Nuestro estudio nos lleva a concluir que la anatomía y fisiología del sistema venoso fetal y en especial la umbílico-porto-ductal es muy compleja y, de gran importancia para la evaluación de las condiciones hemodinámicas fetales. Para abordarlo a través de la tecnología ultrasonográfica es necesario un profundo conocimiento de su arquitectura habitual y de aquellas condiciones que se apartan de la normalidad, toda vez que estas no son raras, con cifras en frecuencia de un 2,6 % (12).



Figuras 10 y 11. A la izquierda sección transversal del abdomen a nivel de la formación del vestíbulo venoso subdiafragmático con la confluencia de las venas suprahepáticas, a la derecha seno portal y sus ramas en imagen ultrasonográfica mediante angi Doppler.

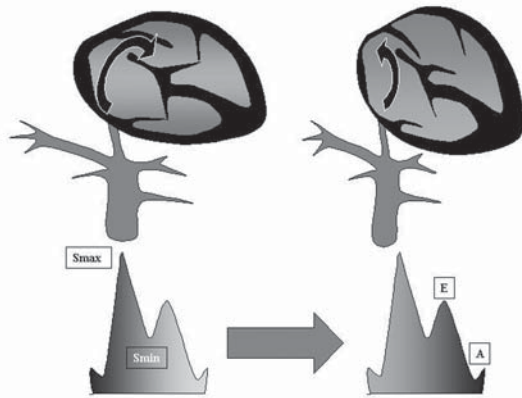


Figura 12. Fases de llenado atrial izquierdo y su traducción flujométrica a nivel del ductus venoso, durante la diástole atrial izquierda las presiones en dicha cámara descienden, el foramen oval (FO) se abre y ocurre el llenado representado en la Smax y Smin. Al iniciarse la sístole atrial izquierda, el FO se cierra pero el flujo anterógrado ductal continúa pero hacia el atrio derecho que en ese momento refleja las presiones y eventos del ventrículo derecho (ondas E y A).

El presente estudio documenta la arquitectura de la circulación venosa hepática en fetos sin malformaciones, con edades comprendidas entre las 20 y 25 semanas de gestación y trata de difundir una nomenclatura nueva, propuesta por Mavrides y col. (7,8), la cual nos parece muy apropiada y sencilla, y la sistematización en dos sistemas venosos central y periférico, este último con dos subsistemas, el primero integrado por las venas cava superior e inferior, y el segundo por el circuito umbílico-porto-ductal y las venas intra y extrahepáticas. Tanto el ductus como la vena cava inferior y las venas suprahepáticas alcanzan el vestíbulo venoso subdiafragmático y gracias a la disposición de sus orificios de desembocadura, las velocidades de flujo y la anatomía de la aurícula derecha fetal, el flujo del ductus es el único en dirigirse hacia el foramen oval para alcanzar la aurícula izquierda. Esta sistematización facilita la comprensión de la forma en que se realiza la circulación venosa en el área hepática del feto y permite la exploración de la misma mediante Doppler color, energía y espectral o flujométrica, desprendiéndose de este último tipo de estudio que la onda de velocidad de flujo Doppler

del ductus venoso de Aranzio aporta una información privilegiada acerca de la eficiencia del trabajo cardíaco fetal. Recomendamos adoptar la nomenclatura propuesta por Mavrides y col., con el objeto de lograr un lenguaje común entre los embriofetólogos clínicos. En conclusión, la disposición y orientación de los afrentes al vestíbulo venoso subdiafragmático, se relacionan estrechamente con los fenómenos reológicos y hemodinámicos característicos de este circuito, confiriéndole a cada uno de sus flujos una independencia que garantiza el mejor cumplimiento de su objetivo teleológico.

REFERENCIAS

1. Sosa Olavarría A. Ultrasonografía y Clínica Embrio-Fetal. 2ª edición. Valencia, Venezuela: Editorial Tatum; 2003.
2. Kiserud T, Kilavuz O, Hellevik LR. Venous pulsation in the fetal left portal branch: The effect of pulse and flow direction. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2003;21(4):359-364.
3. Kiserud T. The ductus venosus. *Semin Perinatol.* 2001;25(1):11-20.
4. Kiserud T. [Fetal circulation—from passive knowledge to current hemodynamics] *Tidsskr NorLaegefore.* 2001;121(3):313-317.
5. Kiserud T. Fetal venous circulation—an update on hemodynamics. *J Perinat Med.* 2000;28(2):90-96.
6. Kiserud T. Hemodynamics of the ductus venosus. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 1999;84(2):139-147.
7. Mavrides E, Moscoso G, Carvalho JS, Campbell S, Thilaganathan B. The human ductus venosus between 13 and 17 weeks of gestation: Histological and morphometric studies. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2002;19(1):39-46.
8. Mavrides E, Moscoso G, Carvalho JS, Campbell 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(6):598-604.
9. Kalache K, Romero R, Goncalves LF, Chaiworapongsa T, Espinoza J, Schoen ML, et al. Three dimensional color power imaging of the fetal hepatic circulation. *Am J Obstet Gynecol.* 2003;189:1401-1406.
10. Bellotti M, Pennati G, De Gasperi C, Battaglia FC, Ferrazzi E. Role of ductus venosus in distribution of umbilical blood flow in human fetuses during second half of pregnancy. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2000;279(3):H1256-1263.
11. Moll W. Venous return in the fetal-placental cardiovascular system. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 1999;84(2):133-137.
12. Kilavuz O, Vetter K. Is the liver of the fetus the 4th preferential organ for arterial blood supply besides

- brain, heart, and adrenal glands? *J Perinat Med.* 1999;27(2):103-106.
13. Tchirikov M, Kertschanska S, Sturenberg HJ, Schroder HJ. Liver blood perfusion as a possible instrument for fetal growth regulation. *Placenta.* 2002;23(Suppl A):153-158.
 14. Fasouliotis SJ, Achiron R, Kivilevitch Z, Yagel S. The human fetal venous system: Normal embryologic, anatomic, and physiologic characteristics and developmental abnormalities. *J Ultrasound Med.* 2002;21(10):1145-1158.
 15. Marks C. Developmental basis of the portal venous system. *Am J Surg.* 1969;117(5):671-681.
 16. Achiron R, Hegesh J, Yagel S, Lipitz S, Cohen SB, Rotstein Z. Abnormalities of the fetal central veins and umbilico-portal system: Prenatal ultrasonographic diagnosis and proposed classification. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2000;16(6):539-548.
 17. Brezinka C. Fetal hemodynamics. *J Perinat Med.* 2001;29(5):371-380.
 18. Chang CH, Chang FM, Yu CH, Liang RI, Ko HC, Chen HY. Systemic assessment of fetal hemodynamics by Doppler ultrasound. *Ultrasound Med Biol.* 2000;26(5):777-785.
 19. Beaudoin S, Bargy F, Mahieu D, Barbet P. Anatomic study of the umbilical vein and ductus venosus in human fetuses: Ultrasound application in prenatal examination of left congenital diaphragmatic hernia. *Surg Radiol Anat.* 1998;20(2):99-103.
 20. Contratti G, Banzi C, Ghi T, Perolo A, Pilu G, Visentin A. Absence of the ductus venosus: Report of 10 new cases and review of the literature. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2001;18(6):605-609.
 21. Hofstaetter C, Plath H, Hansmann M. Prenatal diagnosis of abnormalities of the fetal venous system. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2000;15(3):231-241.
 22. Jaeggi ET, Fouron JC, Hornberger LK, Proulx F, Oberhansli I, Yoo SJ, et al. Agenesis of the ductus venosus that is associated with extrahepatic umbilical vein drainage: Prenatal features and clinical outcome. *Am J Obstet Gynecol.* 2002;187(4):1031-1037.
 23. Langman G, Wainwright H, Matthews L. Absence of the ductus venosus with direct connection between the umbilical vein and right atrium. *Pediatr Dev Pathol.* 2001;4(3):298-303.
 24. Scheer I, Kivelitz D, Taupitz M, Romaniuk P, Otting U, Stoeber B, et al. Patent ductus venosus: Diagnosis by MR angiography. *Pediatr Radiol.* 2001;31(4):279-282.
 25. Siven M, Ley D, Hagerstrand I, Svenningsen N. Agenesis of the ductus venosus and its correlation to hydrops fetalis and the fetal hepatic circulation: Case reports and review of the literature. *Pediatr Pathol Lab Med.* 1995;15(1):39-50.
 26. Vade A, Lim-Dunham J, Iqbal N. Imaging of the ductus venosus in neonates: From patency to closure. *J Ultrasound Med.* 2001;20(6):681-687.
 27. Venkat-Raman N, Murphy KW, Ghaus K, Teoh TG, Higham JM, Carvalho JS. Congenital absence of portal vein in the fetus: A case report. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2001;17(1):71-75.
 28. Mari G, Uerpaiojkit B, Copel JA. Abdominal venous system in the normal fetus. *Obstet Gynecol.* 1995;86(5):729-733.
 29. Díaz Guerrero L, Sosa Olavarría A. Onda de velocidad de flujo Doppler en el ductus venoso del feto normal y en el portador de patologías cromosómicas y cardíacas. *Rev Obstet Ginecol Venez.* 2000;60:89-96.
 30. Hellevik LR, Kiserud T, Irgens F, Stergiopoulos N, Hanson M. Mechanical properties of the fetal ductus venosus and umbilical vein. *Heart Vessels.* 1998;13(4):175-180.
 31. Hsu TY, Ou CY, Chang SY, Cheng BH, Chen JH, Hsu PH, et al. Waveforms of the ductus venosus blood flow in normal human fetuses aged 8-38 weeks. *Chang Gung Med J.* 2001;24(11):717-723.
 32. Huisman TW. Doppler assessment of the fetal venous system. *Semin Perinatol.* 2001;25(1):21-31.
 33. Zurita J, Larrazábal N, Arias E, Arias B E. Marcadores ecográficos para cromosomopatías: Translucencia nuchal y OVf Doppler del ductus venoso. *Ultrasonido en Medicina.* 2002;18:35-38.
 34. Kilavuz O, Vetter K, Kiserud T, Vetter P. The left portal vein is the watershed of the fetal venous system. *J Perinat Med.* 2003;31(2):184-187.
 35. Zoppi MA, Putzolu M, Ibba RM, Floris M, Monni G. First-trimester ductus venosus velocimetry in relation to nuchal translucency thickness and fetal karyotype. *Fetal Diagn Ther.* 2002;17(1):52-57.

Correspondencia a: Dr. Alberto Sosa Olavarría. Maternidad Privada Las Acacias. Av. Principal de la Urbanización Las Acacias. Valencia. Estado Carabobo. Tlf: 0241-8216648. e-mail: albertososao@hotmail.com