

FLUJOMETRÍA DOPPLER EN MEDICINA MATERNO FETAL

Doppler Fluxometry in Maternal Fetal Medicine

Pablo Martínez-Rodríguez¹, Liliana Oliva-Cáceres²

¹Sub Especialista en Medicina Materno Fetal (Perinatología), Especialista en Ginecología y Obstetricia,
Hospital Regional del Sur, Clínica SEMESUR, Choluteca.

²Médico en Servicio Social, Hospital San Lorenzo

RESUMEN. Introducción y objetivos: las técnicas de Flujiometría Doppler nos han permitido entender de una mejor manera la hemodinamia fetoplacentaria y sus variantes fisiopatológicas. Esto ha traído implícitamente la oportunidad de poder llevar a cabo acciones encaminadas a disminuir la morbimortalidad fetal y neonatal. El objetivo del presente escrito es ofrecerle al personal médico una visión clara de las aplicaciones que la flujometría Doppler nos ofrece hoy en día y de esta manera poder aplicarla en la práctica clínica. **Métodos:** se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos electrónicas (Chochrane, Pubmed, Inari, Ovid, Interscience, Elsevier) y libros de texto impresos con la finalidad de encontrar la mejor evidencia disponible sobre la utilidad de la Flujiometría Doppler feto-placentaria y su aplicación clínica. **Hallazgos:** La evaluación Doppler es hoy en día una herramienta diagnóstica de valor incalculable en el campo de la Medicina Materno Fetal. Es vital para el diagnóstico y seguimiento de fetos complicados con Restricción en el Crecimiento Intra Uterino (RCIU) y de fetos complicados con Anemia (secundaria a aloinmunización Rh o Parvovirus B19). Así mismo ha encontrado grandes aplicaciones en el tamizaje de fetos con alteraciones cromosómicas durante el Primer trimestre y para proporcionar riesgos para el desarrollo posterior de Preeclampsia y resultado perinatal adverso. **Conclusión:** La Flujiometría Doppler ha revolucionado la concepción tradicional que se tenía de la Perinatología pues nos ha dado la oportunidad de entender que el proceso fisiopatológico del feto enfermo presenta un deterioro hemodinámico que sigue un orden secuencial lógico y no se da al azar. Este entendimiento es vital para llevar a cabo una vigilancia fetal de calidad que nos permita realizar intervenciones oportunas optimizando así el momento ideal para llevar a cabo el parto y modificar el tipo de control prenatal que les ofreceremos a nuestras pacientes. Así mismo se puede ahora diferir la realización de procedimientos invasivos fetales y llevar a cabo un seguimiento y vigilancia en casos de anemia fetal secundaria aloinmunización Rh o infecciones fetales.

Palabras claves: Efecto Doppler; diagnóstico prenatal; restricción en el crecimiento Intrauterino; Ultrasonido.

FISIOLOGÍA

Circulación Fetal

El feto se oxigena a través de la vena umbilical la cual procede directamente de la placenta. Este volumen de oxígeno debe ser distribuido de manera óptima a los órganos que requieren mayor aporte como ser el corazón y el cerebro. Para llevar a cabo esta optimización el feto cuenta con 5 shunts fisiológicos (ductus venoso, foramen ovale, ductus arterioso, istmo aórtico y las arterias umbilicales) los cuales permiten que la sangre con una concentración mayor de oxígeno llegue más rápidamente a su destino y que a nivel placentario se dé un intercambio adecuado de nutrientes y fluidos.^{1,2}

De manera inicial la sangre con alta concentración de oxígeno ingresa al feto por la vena umbilical; de aquí, toma 2 rutas: hacia la vena hepática izquierda (que da irrigación al hígado) y/o hacia el *ductus venoso* que se une a la vena cava inferior. El ductus venoso es un estrechamiento en el diámetro vascular; el cual por tener un diámetro menor actúa como una especie de acelerador de flujo (similar a lo que sucede si oprimimos parcialmente el orificio de salida de una manguera), permitiendo que la sangre altamente oxigenada ingrese a una mayor velocidad que la sangre que viene de la vena cava (poco oxigenada) y así

evita mezclarse con esta. Esta aceleración permite así mismo su ingreso a una mayor presión a la aurícula derecha y su paso de una sola vez hacia la aurícula izquierda a través del *foramen ovale*. De esta manera la sangre con alta concentración de oxígeno llega de manera expedita al ventrículo izquierdo (evitando su paso por los pulmones, pues en vida fetal la oxigenación de la sangre no se lleva a cabo en estos y este paso sería "innecesario") para luego pasar a la aorta y su subsecuente distribución por todo el cuerpo. Pero no toda la sangre proveniente del ductus venoso sigue esta ruta. Parte de este volumen sanguíneo pasa de la aurícula derecha al ventrículo derecho y de allí es eyectada por la arteria pulmonar. Nuevamente, para evitar la circulación pulmonar (poco funcional en el estado fetal), existe otro shunt que se denomina *ductus arterioso* que une a la arteria pulmonar con la aorta descendente y así facilita que la sangre sea distribuida rápidamente al resto de la economía corporal. Estudios recientes han descubierto la existencia de un cuarto shunt denominado *istmo aórtico*. El istmo aórtico se encuentra situado entre el origen de la arteria subclavia izquierda y el final de la unión del ductus arterioso con la aorta descendente; justo en donde ocurre la unión de la circulación proveniente de los 2 ventrículos; siendo entonces la única conexión arterial entre los 2 sistemas vasculares fetales. Finalmente las *arterias umbilicales* actúan como el quinto y último shunt; donde la sangre proveniente del feto y ya desoxigenada entra en la placenta para ser "cargada" de oxígeno y nutrientes.¹⁻³

Recibido para publicación el 05/13, aceptado el 12/14

Dirección para correspondencia: Dr. Pablo Martínez Rodríguez,
E-mail: pablo77medicinamaternofetal@hotmail.com

Vale la pena mencionar que a medida que avanza la gestación y en condiciones normales, la circulación fetal se parece más a la circulación del adulto; volviéndose la circulación pulmonar más funcional y contribuyendo cada vez más al llenado del ventrículo izquierdo.

Circulación Materna (útero-placentaria)

Las arterias uterinas son unas estructuras cambiantes durante toda la gestación. En estadios iniciales del embarazo y debido a que no se ven "exigidas", estos vasos tienen un patrón de bajo flujo y alta resistencia. Entre semana 8 y semana 9 de gestación a nivel de estas arterias ocurre la primera oleada de invasión por parte del trofoblasto que produce cambios en la estructura vascular de estas arterias. Luego entre semana 15 y semana 16 de gestación se da la segunda oleada de invasión trofoblástica; la cual de manera normal genera una pérdida de la capa muscular vascular de las arterias uterinas espiraladas, convirtiéndolas en unos vasos capaces de manejar grandes volúmenes sanguíneos (necesarios para la gestación) y con bajas resistencias.¹⁻³

Morfología y Localización

a. Ductus Venoso

El ductus venoso (DV) es una comunicación entre 2 grandes venas, la vena umbilical y la vena cava. La función del DV es la de un filtro de transmisión (acelerador) de la presión de la circulación umbilical a la circulación venosa central. Se puede localizar de 2 maneras. Realizando un corte sagital del feto y aplicar el Power Doppler o el Color Doppler, observándose la turbulencia que genera la sangre a dicho nivel. La segunda forma es realizando un corte axial y ligeramente diagonal del feto (entre el corazón y la cámara gástrica). En condiciones normales la onda de flujo es bimodal (2 picos), monofásica (no traspasa la línea de base) y la onda de contracción atrial es positiva (onda A).⁴⁻⁶

Cuando se da alteraciones en su morfología, estas consisten básicamente en la pérdida de la positividad de la contracción atrial, lo cual podría suponer falla cardíaca fetal, feto severamente afectado por asfixia y/o un marcador de cromosopatías.⁷

El DV es un reflejo directo de la función ventricular izquierda y nos permite inferir acerca del funcionamiento de la precarga y de la contractilidad del miocardio; por lo tanto puede ser usado como marcador de cromosopatías en el primer trimestre de la gestación; pues de manera casi invariable, los fetos con alteraciones cromosómicas presentan así mismo cardiopatías como parte del espectro de su enfermedad.⁷⁻⁹

El flujo sanguíneo del DV se sabe que incrementa durante la hipoxemia; mientras que el flujo a través del hígado fetal disminuye. El mecanismo de control del DV es parcialmente conocido y se ha descrito como un esfínter anatómico que puede afectarse por factores neuronales u hormonales. La apertura del DV en hipoxia es un signo de respuesta fetal al estrés.⁹

El vaso debe también dilatarse ante el incremento de la presión venosa central. Se ha encontrado que durante la hipoxemia, el flujo sanguíneo de sangre oxigenada se incrementa

a través del foramen oval y por lo tanto en la parte superior del cuerpo fetal. El DV juega entonces un papel importante en el mantenimiento del oxígeno para órganos fetales vitales, como el cerebro y el corazón. El feto reacciona centralizando la circulación, dando un incremento del flujo sanguíneo a órganos vitales. La hipoxemia permite incrementar la presión umbilical venosa con un incremento relativo en el flujo sanguíneo a través del DV y disminuir el flujo sanguíneo hepático. La restricción en la perfusión hepática hace que se incremente la resistencia en el hígado pudiendo entonces permitir el incremento en el flujo del DV y ayudar a mantener estable el flujo a órganos vitales.^{7,8}

Bashat realizó un estudio en el 2003 (n=121 fetos con RCIU) y encontró que aquellos que presentaban flujos venosos anormales tenían peores resultados perinatales que aquellos cuyas alteraciones se encontraban confinadas a la circulación arterial (arteria umbilical y/o la arteria cerebral media). Esto significa que la alteración en los flujos venosos se asocia con daño perinatal, lo cual tiene un impacto significativo a corto plazo. La razón es que cuando existe una falla en la circulación de fetos con RCIU, hay ausencia o reversión del flujo sanguíneo durante la contracción atrial del DV. El deterioro de los índices venosos puede relacionarse con un incremento de la precarga y/o disminución en la función cardíaca.⁸

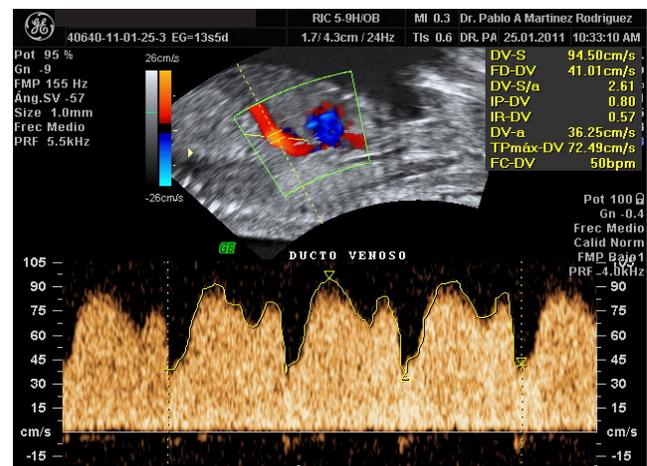
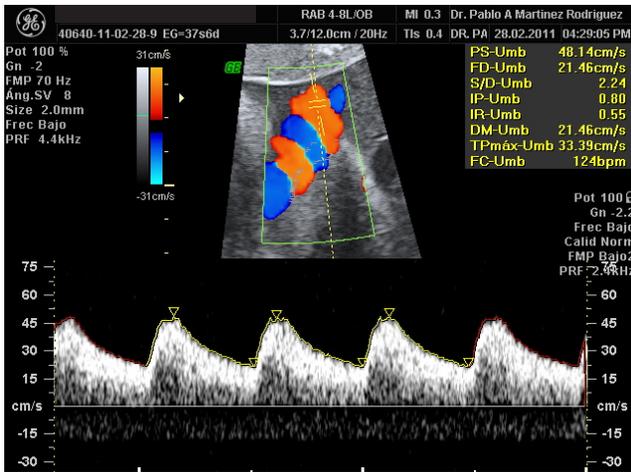


Figura 1.

b. Arteria Umbilical

La circulación en la arteria umbilical (AUmb) es normalmente un flujo de baja impedancia, con un incremento en la cantidad del flujo diastólico conforme avanza la gestación. La arteria umbilical es un fiel reflejo de la circulación placentaria y el incremento en el flujo al final de la diástole que se observa conforme avanza la gestación es un resultado directo del incremento en el número de vellosidades terciarias que tienen lugar en la placenta madura. Por lo general la evaluación de la forma de onda de la velocidad de flujo de la arteria umbilical no resulta una tarea compleja.^{6,9} Las enfermedades que obliteran la musculatura lisa de las arteriolas de las vellosidades placentarias producen que se incrementen las resistencias al flujo sanguíneo que pasa a través de la arteria umbilical hacia la placenta lo cual es susceptible de ser identificado mediante

Flujometría Doppler en forma de reducción del flujo diastólico, ausencia de flujo diastólico y en casos muy severos reversión del flujo diastólico. La ausencia y la reversión del flujo diastólico en la arteria umbilical representan un estado avanzado de compromiso placentario y se asocia con resultado perinatal adverso casi siempre secundario a enfermedad placentaria (Restricción en el Crecimiento Intra Uterino y/o Preeclampsia) y nos permite la identificación así como el seguimiento de aquellos fetos que tienen un alto riesgo de muerte.⁶ Clínicamente hablando, con la evaluación adecuada del flujo sanguíneo que pasa a través de la arteria umbilical en aquellos fetos con RCIU se obtendrá: una reducción en el número de ingresos prenatales para vigilancia, reducción del número de inducciones y cesáreas así como una disminución importante de neonatos con encefalopatía hipóxica y muerte perinatal. La forma de onda de la arteria umbilical puede obtenerse de cualquier segmento a lo largo del cordón umbilical.^{6,8-10}

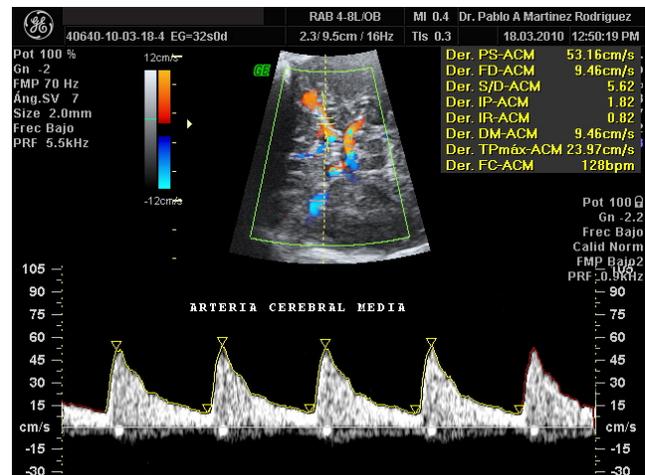


*Figura 2

c. Arteria Cerebral Media

La circulación cerebral es normalmente una circulación de alta impedancia con flujo continuo hacia la circulación cardíaca. La arteria cerebral media (ACM) es el vaso del cerebro fetal más accesible de ser sonado mediante ultrasonido; y este acarrea más del 80% de la circulación cerebral total.⁷ Cuando existe hipoxemia fetal, ocurre una redistribución del flujo sanguíneo hacia los órganos más vitales para su supervivencia: cerebro, corazón y glándulas suprarrenales; y provocándose así mismo una reducción del flujo a otros órganos menos vitales (riñones, intestino, músculo, hueso). Esta redistribución de flujo es conocido como fenómeno "brain sparing" y juega un rol muy importante dentro de la adaptación fetal a la hipoxemia; y es susceptible de ser evaluado mediante Flujometría Doppler para tomar decisiones de cuando es el mejor momento para interrumpir el embarazo de un feto con crecimiento intra uterino restringido. De igual forma, una de las áreas donde mayor repercusión ha tenido la evaluación de la velocidad de flujo a través de la arteria cerebral media es en la valoración de aquellos fetos cursando con anemia secundaria a aloinmunización Rh o anemia secundaria a infección por parvovirus B-19. En el pasado no era técni-

camente factible obtener sangre fetal para tener un diagnóstico certero de anemia fetal, por lo que por muchos años el manejo de los embarazos con aloinmunización se realizó con el seguimiento indirecto propuesto por Liley, determinando los niveles de bilirrubina en líquido amniótico, este método tiene sus bases en que debido a la hemólisis que presentan los fetos con esta enfermedad, se produce un exceso de bilirrubinas, las cuales el feto no puede conjugar, por lo que se encuentran elevadas en el líquido amniótico. Estos niveles de Bilirrubinas nos pueden ayudar a predecir los valores de hemoglobina en forma indirecta, lo cual se logra por medio del análisis de espectrofotometría, con lectura de la densidad óptica diferencial a 450 nm.¹¹ En la actualidad es factible realizar el diagnóstico certero de anemia fetal a través de la realización de cordocentesis, sin embargo el procedimiento tiene muchas dificultades técnicas, y se asocia a complicaciones frecuentes, por lo que se reservaba para pacientes que se presentaban en una zona de muy alto riesgo según la curva de Liley (Zona 2 alta y Zona 3), para confirmar el diagnóstico y evaluar la realización de transfusiones intrauterinas. Gracias a la introducción de la tecnología Doppler, se abren nuevas áreas de estudio y es posible ahora predecir la anemia fetal fundamentándose en el hecho que la anemia fetal está asociada a cambios hemodinámicos que se manifiestan como alteraciones en la velocidad sanguínea, esto como resultado de la disminución de la viscosidad sanguínea, incremento del retorno venoso y de la precarga cardíaca, así como de un aumento del gasto cardíaco y por tanto un aumento de la velocidad en el flujo sanguíneo en las arterias. Mediante el cálculo de la velocidad de pico sistólico en la arteria cerebral media del feto es posible hoy en día inferir los niveles de hemoglobina que el feto tiene para así valorar seguimiento con Doppler, valorar la realización de transfusión sanguínea fetal intrauterina o decidir la interrupción del embarazo.^{3,7,11}



*Figura 3

d. Arterias Uterinas

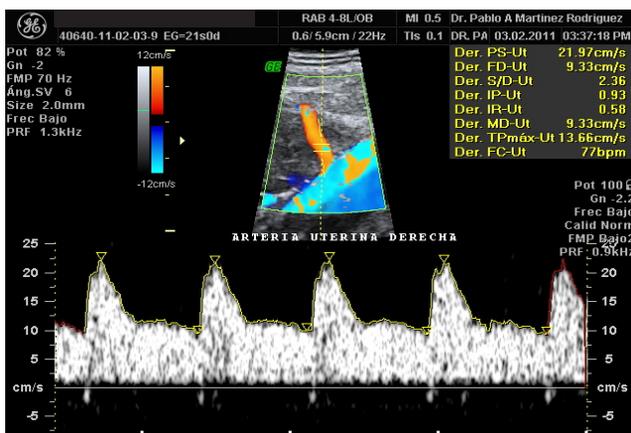
El útero está irrigado por las arterias uterinas derecha e izquierda, ambas originadas de la arteria ilíaca interna y recorren en el interior del ligamento ancho. Las arterias uterinas alcan-

zan el útero a nivel del orificio cervical interno; en este punto de cada arteria uterina se originan 2 ramas descendentes: la arteria cervical y la arteria vesicovaginal. En tanto la arteria uterina propiamente dicha gira en un ángulo de 90° y marcha en sentido ascendente bordeando el útero en un trayecto tortuoso hasta llegar a los ovarios y anastomosarse con las arteria ovárica (rama directa de la aorta abdominal).^{12,13}

Las arterias uterinas mientras una mujer no está embarazada se caracterizan por ser unos vasos que manejan bajos flujos y poseen resistencias altas. Al ocurrir el embarazo, desde etapas tempranas (semana 8-9), el trofoblasto invasor (sincitiotrofoblasto) que se ha implantado en el endometrio viaja hacia las arterias uterinas con el fin de transformarlas (eliminarles la capa muscular) con la finalidad de convertirlas en unas arterias más gruesas (de alto flujo y de baja resistencia) pues las demandas que exigirá el feto conforme la gestación vaya avanzando serán cada vez mayores. A esto se le denomina un desarrollo adecuado o desarrollo normal de la circulación útero-feto-placentaria. Esta transformación que hace el sincitiotrofoblasto la lleva a cabo en 2 etapas; la primera alrededor de semana 8-9 y la segunda alrededor de semana 15-16.¹⁴⁻¹⁷

Característicamente se ha visto como aquellos embarazos en los cuales no se da una adecuada remodelación o una adecuada transformación de las arterias uterinas conforme la gestación avance desarrollarán "enfermedad placentaria" la cual puede manifestarse en la paciente como Preeclampsia o bien manifestarse en el feto como un Crecimiento Intrauterino Restringido.¹⁵⁻¹⁷

Gracias a la sofisticada tecnología ultrasonográfica, los estudios que correlacionan las mediciones del flujo y las características de la cama placentaria han proporcionado evidencia adicional de un eslabón directo de la histopatología de la arteria uterina y de la perfusión placentaria, lo cual permite la evaluación de la circulación uteroplacentaria en periodos tempranos de la gestación.¹²⁻¹⁵



*Figura 4

La perfusión uterina se incrementa a lo largo de la gestación en el primer trimestre. La ultrasonografía Doppler representa una valoración rápidamente reproducible y confiable aún

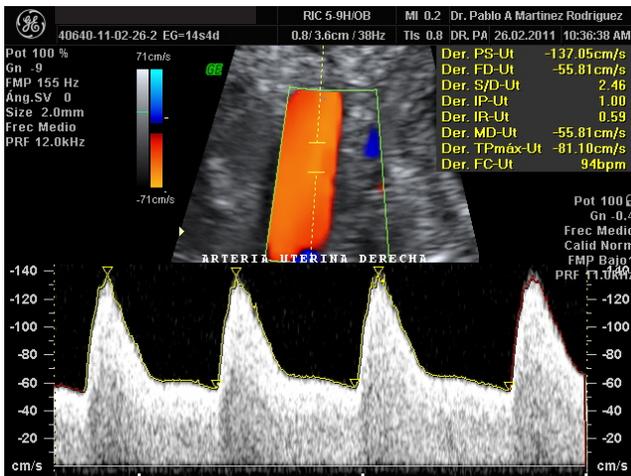
durante estadios tempranos del embarazo. El patrón del incremento progresivo del flujo sanguíneo en las arterias uterinas durante el primer y el segundo trimestre ha sido descrito por varios investigadores como bifásico (lineal al inicio y posteriormente exponencial) o monofásico (lineal o exponencial desde el principio). Sin embargo, ambos patrones, describen el incremento continuo de los requerimientos sanguíneos del útero grávido. Durante el embarazo temprano, la mayoría de los estudios reportan una muesca diastólica temprana en las oleadas Doppler de la arteria uterina (notch), lo cual sugiere una resistencia vascular elevada que desaparecerá progresivamente durante el segundo trimestre como consecuencia de la disminución de la resistencia al flujo. La persistencia de uno o ambos notch de las arterias uterinas más allá de las 24 semanas de gestación, se ha correlacionado con el desarrollo de complicaciones en el embarazo tardío tales como preeclampsia y restricción del crecimiento intrauterino.¹⁷⁻¹⁹

Gratacós et al. (2008) refieren que la evaluación Doppler de las arterias uterinas en el primer trimestre es un método indirecto para examinar la circulación uteroplacentaria y puede ser considerado como una herramienta importante en el tamizaje para el desarrollo de preeclampsia y restricción del crecimiento intrauterino para poder ser utilizado en la clínica.¹⁷

En el Instituto Nacional de Perinatología de México, se cuenta con valores de referencia del índice de pulsatilidad y prevalencia del notch de las arterias uterinas en el primer trimestre para el desarrollo de preeclampsia y/o RCIU.¹⁸

Jestsje et al. (2011), realizó una revisión sistemática en donde se incluyeron 74 estudios de preeclampsia (79,547 pacientes) y 61 estudios de restricción del crecimiento intrauterino (41,131 pacientes). El índice de pulsatilidad por arriba del percentil 95 para la edad gestacional fue el parámetro Doppler con mayor especificidad en el primer trimestre (Especificidad del 95% para preeclampsia y 96% para restricción del crecimiento intrauterino) pero con baja sensibilidad (sensibilidad del 25% para preeclampsia y 12% para restricción del crecimiento intrauterino) 19,20. El notch durante el primer trimestre es el parámetro Doppler con mayor sensibilidad (sensibilidad del 90% para preeclampsia y 74% para restricción del crecimiento intrauterino) pero con especificidad menor (especificidad del 70% para preeclampsia y 42% para restricción del crecimiento intrauterino). Ellos concluyen que de los 15 parámetros Doppler evaluados, el índice de pulsatilidad y el notch durante el primer trimestre son el mejor predictor de preeclampsia y restricción del crecimiento intrauterino.²⁰⁻²²

La evaluación de la circulación uterina en el primer trimestre con el objetivo de predecir preeclampsia y restricción del crecimiento intrauterino se ha mejorado. La ultrasonografía Doppler uterina del primer trimestre se ha empleado para estudiar el proceso de placentación normal y para la detección de complicaciones en el embarazo temprano. No obstante, existe un interés particular por la detección cada vez más temprana de preeclampsia, ya que esto podría representar la más alta probabilidad de conferir beneficios con una intervención farmacológica.^{12,14,16}



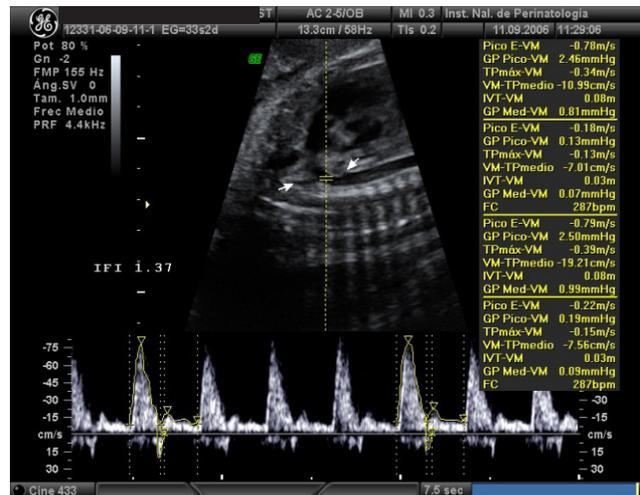
*Figura 5

e. Istmo Aórtico

Estudios experimentales y estudios clínicos han demostrado que la medición de la velocidad del flujo en el istmo aórtico nos provee indicadores válidos de la condición de la circulación cardiaca y periférica durante la vida fetal.^{23,24} En la RCIU secundaria a insuficiencia placentaria las alteraciones en la impedancia vascular provocan cambios en el istmo aórtico. En esta condición, la resistencia placentaria (la cual es normalmente la más baja en toda la circulación fetal) se incrementa, provocando una reducción en el flujo anterógrado diastólico o en casos más severos provocar un flujo retrogrado a través del istmo aórtico. Otro cambio importante en la hemodinámica de los fetos con RCIU es una reducción en la entrega de oxígeno.^{19,23,24}

Actualmente, está bien establecido que dependiendo del grado de severidad de la resistencia vascular placentaria, las ondas de velocidad de flujo de la arteria umbilical durante la diástole pueden estar disminuidas, ausentes o reversas. Los mismos cambios en la velocidad diastólica descritos para la arteria umbilical ocurren también en el istmo aórtico. Por lo tanto, la cantidad del flujo que pasa a través del istmo aórtico fetal se considera un excelente indicador del flujo placentario, permitiendo extrapolar y calcular la cantidad de oxígeno entregado al feto.²⁴

La monitorización del flujo a través del istmo aórtico en fetos con RCIU juega un importante papel en la prevención de secuelas postnatales causadas por hipoxia cerebral durante la vida fetal. De manera ideal, para prevenir las secuelas postnatales de la hipoxia cerebral, la decisión de interrumpir un embarazo se debe tomar justo antes de la descompensación fetal.^{16,24} Hasta el momento no hay signos que auxilien a los médicos a identificar a aquellos fetos cuyos mecanismos de defensa contra la hipoxemia están empezando a fallar.²⁴⁻²⁶ Experimentalmente, un aumento en la resistencia placentaria causa una caída en la concentración de oxígeno en el cerebro solo cuando ocurre un flujo diastólico evidentemente reverso a través del istmo aórtico.¹⁰



*Figura 6

Cuando el flujo reverso ocurre a nivel del istmo, la sangre proveniente de la arteria pulmonar y de la aorta torácica descendente es desviada de su circulación normal hacia la placenta, por lo que el cerebro es parcialmente perfundido con sangre y sustratos disminuidos (predominantemente oxígeno). Debido a que el índice ístmico aórtico es un indicador de la cantidad y de la dirección del flujo, puede ser utilizado como un marcador clínico para identificación de fetos con RCIU que necesitan ser extraídos antes de que se presente evidencia de hipoxia cerebral. A mayor flujo reverso mayor riesgo de presentar daño cerebral.^{10,24,25}

En el 2005 J.C. Fourn et al realizaron un estudio (n=48) en el que se evaluó la asociación existente entre el índice de flujo a través del istmo aórtico alterado en fetos con insuficiencia placentaria y desarrollo neurológico posterior, encontrándose una correlación inversa entre el índice de flujo a través del istmo aórtico y el neurodesarrollo postnatal (entre más disminuye el IFI, la probabilidad de un desarrollo neurológico subóptimo aumenta). Se sugirió además que el índice de pulsatilidad en la arteria umbilical no proporciona ninguna contribución significativa en la explicación de los resultados adversos en el desarrollo neurológico de estos niños.¹⁰

CONCLUSIÓN

La Flujoimetría Doppler ha revolucionado la concepción tradicional que se tenía de la Perinatología pues nos ha dado la oportunidad de entender que el proceso fisiopatológico del feto enfermo presenta un deterioro hemodinámico que sigue un orden secuencial lógico y no se da al azar. Este entendimiento es vital para llevar a cabo una vigilancia fetal de calidad que nos permita realizar intervenciones oportunas optimizando así el momento ideal para llevar a cabo el parto y modificar el tipo de control prenatal que les ofreceremos a nuestras pacientes. Así mismo se puede ahora diferir la realización de procedimientos invasivos fetales y llevar a cabo un seguimiento y vigilancia en casos de anemia fetal secundaria aloinmunización Rh o infecciones fetales.

REFERENCIAS

1. Victoria P. Doppler ultrasonography assessment in maternal fetal medicine. *Rev Colomb Obstet Ginecol.* 2006;57:190-200.
2. Creasy RK, Resnik R. *Maternal-fetal medicine.* 5th ed. Philadelphia, Pennsylvania: Saunders, 2004:537-561.
3. Guzman-Huerta M. La Edad Protocolo de Manejo de los fetos con restricción del crecimiento Intrauterino (RCIU); Protocolos UMF Valld'Hebroón. 2007.
4. Szwasz A, Rychik J. Current concepts in fetal cardiovascular disease. *Clin Perinatol.* 2005;32:857-875.
5. Bilardo C, Wolf H, Stigter R, Ville Y, Baez E, Visser GH, et al. Relationship between monitoring parameters and perinatal outcome in severe, early intrauterine growth restriction. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2004;23:119-125.
6. Odibo A, Quinones J, Lawrence K, Stamilio D, Macones G. What antepartum fetal test should guide the timing of delivery of the preterm growth restricted fetus? A decision analysis. *Am J Obstet Gynecol.* 2004;191:1477-1482.
7. Bashat A A. Pathophysiology of fetal growth restriction: implications for diagnosis and surveillance. *Obstet Gynecol Survey.* 2004;59:617-627.
8. Baschat A A. Integrated fetal testing in growth restriction: combining multi-vessel Doppler and biophysical parameters. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2003;21:1-8.
9. Spinillo A, Bergante C, Gardella B, Mainini R, Montanari L. Interaction between risk factors for fetal growth retardation associated with abnormal umbilical artery Doppler studies. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2004; 83: 431-435.
10. Maulik D, Frances Evans J, Ragolia L. Fetal growth restriction: pathogenic mechanisms. *Clin Obstet Gynecol.* 2006;49(2): 219-227.
11. Baschat AA, Harman C. Antenatal assessment of growth restricted fetus; *Obstet Gynecol.* 2001;13:161-168.
12. Papageorgiou AT, Leslie K. Uterine artery Doppler in the prediction of adverse pregnancy outcome. *Curr Opin Obstet Gynecol.* 2007;19:103-109.
13. Detti L, Johnson SC, Diamond MP, Puscheck EE. First trimester Doppler investigation of the uterine circulation. *Am J Obstet Gynecol.* 2006;195:1210-8.
14. Papageorgiou AT. Predicting and preventing pre-eclampsia-where to next? *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2008;31:367-370.
15. Prefumo F, Sebire NJ, Thilaganathan B. Decreased endovascular trophoblast invasion in first trimester pregnancies with high-resistance uterine artery Doppler indices. *Hum Reprod.* 2004;19(1):206-209.
16. Papageorgiou AT, Campbell S. First trimester for preeclampsia. *Curr Opin Obstet Gynecol.* 2006;18:594-600.
17. Gómez O, Figueras F, Fernández S, Bennasar M, Martínez JM, Puerto B, et al. Reference ranges for uterine artery mean pulsatility index at 11-41 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008;32:128-132.
18. Guzmán ME, Acevedo S, Torres HA. Valores de referencia del índice de pulsatilidad y resistencia de la arteria uterina de la 11 a 13.6 semanas de gestación. [Tesis]. México: INPerIER;2008.
19. Martin AM, Bindra R, Curcio P, Cicero S, Nicolaidis KH. Screening for pre-eclampsia and fetal growth restriction by uterine artery Doppler at 11-14 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2001;18:583-586.
20. Vanio M, Kujansuu E, Koivisto AM, Maenpaa J. Bilateral notching of uterine arteries at 12-14 weeks of gestation for prediction of hypertensive disorders of pregnancy. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2005;84(11):1062-1071.
21. Gómez O, Martínez JM, Figueras F, Del Río M, Borobio V, Puerto B, et al. Uterine artery Doppler at 11-14 weeks of gestation to screen for hypertensive disorders and associated complications in an unselected population. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2005;26:490-494.
22. Guzman ME, Acevedo S, Feria AL. Onda notch bilateral en la onda de flujo Doppler de las arterias uterinas entre las 11 y las 13.6 semanas de gestación como factor de riesgo para preeclampsia y restricción del crecimiento intrauterino. [Tesis]. México: INPerIER;2007.
23. Reed KL, Meijboom EJ, Sahn DJ, Scagnelli SA, Valdes-Cruz L, Shenker L. Cardiac Doppler flow velocities in human fetuses. *Circulation.* 1986; Jan; 73(1): 41-6.
24. Fouron JC. The unrecognized physiological and clinical significance of the fetal aortic isthmus. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2003;22:441-447.
25. Fouron JC, Gosselin J, Radoisson M, Lamoureux J, Tison C, Fouron C, Hudon L. The relationship between an aortic isthmus blood flow velocity index and the postnatal neurodevelopmental status of fetuses with placental circulatory insufficiency. *American Journal Obstet Gynecol.* 2005;192:497-503.
26. Fouron JC, Gosselin J, Amiel-Tison C, Infante-Rivard C, Fouron C, Skoll A, et al. Correlation between prenatal velocity waveform in the aortic isthmus and neurodevelopment outcome between ages of 2 and 4 years. *Am J Obstet Gynecol.* 2001;184:630-636.

SUMMARY. Introduction and objective: Doppler fluxometry techniques have allowed us to understand in a better way fetal and placental hemodynamics and their physiological variants. This has brought the opportunity to carry out actions to help decrease fetal and neonatal morbidity and mortality. The aim of this article is to provide a clear view of the applications that Doppler fluxometry offers us today and how to apply it in obstetric practice. **Methods:** Electronic databases (Cochrane, PubMed, Inari, Ovid, InterScience, Elsevier) and printed text books were reviewed to obtain the best available evidence on the usefulness of the fetal-placental Doppler fluxometry and its clinical application. **Results:** Doppler assessment is currently a diagnostic tool of great value in the field of maternal-fetal medicine. It is vital for the diagnosis and management of fetus that are complicated with fetal growth restriction (FGR) or anemia (secondary to Rh alloimmunization or Parvovirus B19). Likewise, has been useful for chromosomal abnormality screening during the first three months of pregnancy and to establish the risk of future onset of Preeclampsia and adverse perinatal outcomes. **Conclusion** Doppler fluxometry has revolutionized the traditional concept of Perinatology. It has given us the opportunity to understand that the physiopathologic process of the sick fetus presents a hemodynamic deterioration in a sequential logical order and not randomly. This concept is vital to achieve a fetal monitoring of quality, which allows us to perform opportune interventions optimizing the ideal moment to induce the childbirth and to modify the type of prenatal control that we will offer to our patients. Likewise, it can now defer the realization of fetal invasive procedures and accomplish a monitoring and vigilance in cases of fetal anaemia secondary to school Rh alloimmunization or fetal infections.

Keywords: Doppler effect; prenatal diagnosis; intrauterine growth restriction; ultrasound.