

## Resumen Doppler

El principio del ultrasonido Doppler es el análisis del cambio en las ondas sónicas reflejadas (ecos) por estructuras en movimiento, que son en general células sanguíneas. La onda sónica se produce en los componentes contenidos en el transductor, los cuales pueden producir y captar ultrasonido, propiedad denominada piezoeléctrica. Estos componentes pueden estar hechos de diversos materiales, pero dado que en un inicio se utilizaron cristales de cuarzo para la emisión de ultrasonido, se les sigue llamando cristales.

### **Doppler continuo**

Trabaja por medio de dos cristales que operan de manera simultánea, uno emite y otro recibe permanentemente los ecos que retornan.

Se usan para registrar los latidos fetales o audio espectral, de manera que además de escuchar los cambios de frecuencia se puede ver la representación espectral.

### **Doppler pulsado**

El transductor cuenta con un cristal que emite y recibe pulsos de manera intermitente. La frecuencia con la que emite cada pulso se denomina frecuencia de repetición de pulsos y se puede modificar desde el equipo. Se puede ver el vaso con imagen 2D. Se denomina duplex cuando el doppler pulsado y el vaso se lo pueden realizar simultáneamente.

### **Doppler de Energía**

No brinda información acerca de la velocidad o dirección del flujo, sino que aporta datos acerca del caudal del flujo presente en una zona. Permite la identificación de flujos lentos.

### **Doppler direccional en color**

Es una variante del Doppler pulsado. Consiste en líneas de cristales que emiten ultrasonido en forma escalonada.

El Doppler en color analiza la velocidad y dirección, representándolas en un código bicromático de rojo y azul. Por consenso, el movimiento que se acerca al transductor es positivo y se codifica en rojo, mientras que el que se aleja es negativo y se codifica en azul. No obstante, este código puede ser modificado a voluntad del operador.

### **Uso en Obstetricia**

Desde la década del 80, las técnicas de ecografía Doppler han permitido entender de manera más precisa la hemodinamia fetoplacentaria y sus variantes fisiológicas. Igualmente han ayudado a reconocer los cambios patológicos generados en el feto ante diferentes tipos de lesión, permitiendo actuar de forma oportuna y así impactar de manera importante en la disminución de los índices de morbilidad y mortalidad neonatal.

El ultrasonido Doppler es una técnica no invasora usada comúnmente para la evaluación hemodinámica y fetal. El embarazo incrementa de forma considerable la circulación uterina, misma que favorece el adecuado crecimiento fetal. Los cambios vasculares que ocurren en la circulación uterina, provocados por el embarazo, se deben a la pérdida de los componentes elásticos y musculares de las arterias espirales, merced a la invasión trofoblástica y su reemplazo por tejido fibrinoide.

Hasta el momento no existe evidencia de que el uso de la ecografía diagnóstica se relacione con alteraciones estructurales fetales, bajo peso al nacer, lesiones tumorales o alteraciones en el lenguaje, entre otras. La única asociación estadísticamente significativa ha sido que los fetos varones tienden a ser zurdos. No obstante, estos hallazgos se generaron con ecografía convencional, por lo que no son aplicables a la ecografía Doppler, y además no existen datos sobre efectos biológicos del Doppler en sus aplicaciones perinatales con equipos modernos.

El Doppler de la arteria uterina sirve como una forma de rastreo para identificar el riesgo de sufrir algunas enfermedades o para predecir con alto grado de certeza el desarrollo de un embarazo sin estas complicaciones. De ninguna manera evalúa la salud fetal ni determina la implantación de conductas obstétricas.

La forma de la onda de velocidad de flujo de la arteria uterina es única; se distingue por una velocidad alta al final de la diástole y flujo continuo durante la misma. En el transcurso del em-

barazo, y hasta su término, el flujo aumenta constantemente. La falla en la invasión de las arterias espirales por el trofoblasto resulta en una mayor resistencia vascular uterina, con disminución de la perfusión a través de la placenta, lo que puede llevar a restricción del crecimiento intrauterino y finalmente ocasionar preeclampsia

**Características de onda de velocidad de flujo:** a partir del segundo trimestre ocurre un progresivo descenso de los índices Doppler de territorio uterino. Se transforma progresivamente en un circuito de baja resistencia, desapareciendo la escotadura diastólica temprana ("notch") y disminuyendo progresivamente, además, la diferencia entre zonas ipsi o contralateral a inserción placentaria. De esta manera se forma una onda característica a partir de las 26 semanas de gestación.

**Arteria uterina (AU):** Las ondas de velocidad de estos vasos se caracterizan por cambios importantes en su morfología e índices de impedancia, los cuales están condicionados por los denominados "cambios fisiológicos" que el trofoblasto extravelositario induce en las arterias espirales encargadas de perfundir el espacio intervelloso, fuera de la gestación y al inicio de esta las OVF de arteria uterina se caracterizan por una elevada impedancia y la presencia de muesca en las velocidades diastólicas, pero una vez que se instauran los cambios la impedancia desciende y desaparecen las muescas. La presencia de estos cambios morfométricos en cualquier edad de la gestación y especialmente después de las 24 semanas garantiza de manera razonable y con sustentación estadística, que la perfusión del lecho placentario se está realizando de manera adecuada y si por el contrario se detectan índices de impedancia elevados o la presencia de muescas, o de ambos, se deduce que los cambios fisiológicos han fracasado y en consecuencia pudiéramos estar ante una hipoperfusión del órgano placentario.

<http://www.sovuog.com/revison temas/doppler al dia.pdf>

#### **Secuencia para la exploración fetal en casos de sospecha e hipoxia Fetal.**

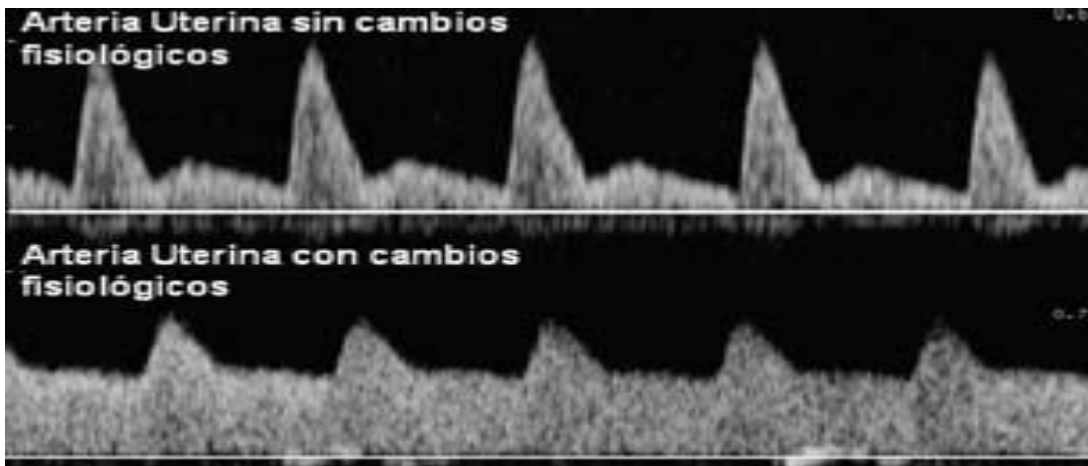
La secuencia típica de alteraciones en los casos de deterioro fetal por restricción placentaria es la siguiente:

- 1) Aumento de resistencia placentaria, reflejado por un incremento en el IP de la AU.
  - 2) Redistribución de flujo sanguíneo fetal, manifestado principalmente por vasodilatación de la ACM.
  - 3) Alteración de flujos venosos fetales: es la fase final de esta cadena y corresponde a la disminución en la compliance de las cavidades derechas por isquemia cardíaca.
  - 4) Recuperación de flujo cerebral normal: es signo de muerte fetal inminente y corresponde a la pérdida de mecanismos de autorregulación de irrigación cerebral.
- Por tanto, el orden lógico que se debe seguir en la exploración Doppler es el siguiente:
- 1) Arteria Umbilical (AU).
  - 2) Si aumento resistencia placentaria ( $PI-AU > p95$ ) evaluar arteria cerebral media (ACM). Si no es posible hacerlo, puede intentarse el Doppler de arteria carótida (AC).
  - 3) Si vasodilatación cerebral ( $PI-ACM < p5$ ), Doppler de ductus venoso (DV) y vena umbilical (VU).

[http://www.svg.es/doc/Protocolos\\_Hospitales/Vall\\_d\\_Hebron/protocol-Doppler.pdf](http://www.svg.es/doc/Protocolos_Hospitales/Vall_d_Hebron/protocol-Doppler.pdf)

#### **Arteria uterina**

El estudio de la arteria uterina (AU) entre las 11 y 14 semanas se ha convertido en una herramienta de cribado de gran especificidad, pues la presencia de ondas de flujo (OVF) de resistencia baja y sin muescas (*notch*) constituye un dato para clasificar a las pacientes como de riesgo bajo para trastornos hipertensivos del embarazo y crecimiento fetal restringido, así como para seleccionar a aquellas cuyo patrón flujométrico sea de elevada resistencia y con la presencia de muescas, como candidatas a ser sometidas a una nueva evaluación entre las 24 y 26 semanas. Hoy en día, se acepta que alrededor de 50% de las gestantes ya presenta, entre las 11 y 14 semanas, patrones de OVF de resistencia baja y que por lo tanto no solo al trofoblasto extravelositario se le puede atribuir la responsabilidad de los cambios de la impedancia en la red vascular del lecho placentario.



[http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/ginecologia/vol55\\_n3/pdf/A04V55N3.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/ginecologia/vol55_n3/pdf/A04V55N3.pdf)

### **Arteria cerebral media (ACM)**

El descenso de sus índices de resistencia traduce una vasodilatación que, asociada a un aumento de la resistencia en la arteria umbilical, apunta hacia una activación del circuito de ahorro en el feto, que está siendo blanco de una noxa hipoxemiante. Su integración, mediante el denominado índice cerebro/umbilical, permite poner en evidencia aquellos fetos en los que se encuentra activo el mecanismo protector cerebral, siendo el índice de resistencia menor en la ACM. Este sector vascular, además, resulta de gran importancia en la evaluación de los estados anémicos fetales y ha quedado demostrado fehacientemente que la velocidad del pico sistólico se correlaciona con el grado de anemia, logrando esta técnica desplazar totalmente a la espectrofotometría del líquido amniótico (delta OD a 450 m $\mu$ ), en el manejo de la anemia fetal por isoimmunización Rh y de otras anemias en el feto.

[http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/ginecologia/vol55\\_n3/pdf/A04V55N3.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/ginecologia/vol55_n3/pdf/A04V55N3.pdf)

### **DUCTO VENOSO**

**El ductus venoso es un vaso estrecho que comunica la porción intraabdominal de la vena umbilical con la vena cava inferior y cuya función es permitir la llegada de sangre bien oxigenada desde la vena umbilical directamente a la aurícula derecha y a través del foramen oval a la aurícula izquierda.**

**La onda de flujo sanguíneo del ductus venoso puede ser obtenida al final del primer trimestre del embarazo con la ayuda del doppler color o power doppler en un plano parasagital derecho de una visión longitudinal del feto.**

**Debe realizarse el estudio cuando el feto esté quieto y en apnea debido al impacto que los movimientos respiratorios fetales tienen sobre las velocidades del flujo. La onda de velocidad del flujo del ductus venoso es pulsátil y tiene tres componentes:**

- el primer componente (onda S) es elevado y simultáneo a la sístole ventricular.
- el segundo componente (onda D) se produce durante la diástole ventricular.
- el tercer componente (onda A), en la que se observan las menores velocidades pero siempre con flujo anterógrado, se produce durante la contracción auricular.

Considerando la secuencia de deterioro antes mencionada, se utilizarán las siguientes definiciones para

hallazgos de la exploración:

Tipo I: normal

Tipo II: aumento moderado de resistencia placentaria sin signos de redistribución (arteria umbilical con IP > p 95)

Tipo III: aumento severo de resistencia placentaria sin signos de redistribución. (arteria umbilical con flujo diastólico ausente )

Tipo IV: signos de redistribución hemodinámica

( vasodilatación cerebral = arteria cerebral media con IP < p 5)

Tipo V: alteración hemodinámica grave (arteria umbilical con flujo revertido y/o vena umbilical pulsátil y/o ductus venoso con flujo ausente o revertido)  
[http://www.svg.es/doc/Protocolos\\_Hospitales/Vall d\\_Hebron/protocol-Doppler.pdf](http://www.svg.es/doc/Protocolos_Hospitales/Vall_d_Hebron/protocol-Doppler.pdf)

<http://escuela.med.puc.cl/paginas/departamentos/obstetricia/AltoRiesgo/doppler.html#Figura 1>