



## Guías de práctica de ISUOG (actualizadas): uso de la velocimetría Doppler en obstetricia

Traducción al español 2024 por: Dra. Ivonne Sánchez (Guatemala), Dr. Jaime Matute (Honduras) y Ana Lucía Matute MSc (Bélgica)

Revision por: Dr. Raigam Martínez Portilla (México)

### Comité de Estándares Clínicos

La Sociedad Internacional de Ultrasonido en Obstetricia y Ginecología (ISUOG) es una organización científica que fomenta la práctica clínica sólida y la enseñanza e investigación de alta calidad relacionadas con el diagnóstico por imágenes en la atención médica de la mujer. El Comité de Estándares Clínicos (CSC) de ISUOG tiene el mandato de desarrollar guías de práctica y declaraciones de consenso como recomendaciones educativas que brinden a los profesionales de la salud un enfoque basado en el consenso, de expertos, para el diagnóstico por imágenes. Su objetivo es reflejar lo que ISUOG considera la mejor práctica en el momento en que se emiten. Aunque ISUOG ha hecho todo lo posible para garantizar que las Guías sean precisas cuando se emitan, ni la Sociedad ni ninguno de sus empleados o miembros aceptan responsabilidad por las consecuencias de cualquier dato, opinión o declaración inexacta o engañosa emitida por el CSC. Los documentos del ISUOG CSC no pretenden establecer un estándar legal de atención, porque la interpretación de la evidencia que sustenta las Guías puede verse influenciada por circunstancias individuales, protocolos locales y recursos disponibles. Las Guías aprobadas se pueden distribuir gratuitamente con el permiso de ISUOG (info@isuog.org).

### ALCANCE DEL DOCUMENTO

Esta es una Guía Práctica sobre cómo realizar una ecografía Doppler de la circulación fetoplacentaria. Es de suma importancia no exponer al embrión o al feto a energía de ultrasonido excesivamente dañina, especialmente en las primeras etapas del embarazo. En estas etapas, el uso del Doppler, cuando esté clínicamente indicado, debe realizarse con los niveles de energía más bajos posibles. ISUOG ha publicado una guía sobre el uso de la ecografía Doppler en el examen de ecografía fetal de las semanas 11 a 13 + 6<sup>1</sup>. Al realizar imágenes Doppler, el índice térmico mostrado debe ser  $\leq 1.0$  y el tiempo de exposición debe mantenerse lo más corto posible, generalmente no más de 5 a 10 minutos.

No es la intención de esta Guía definir indicaciones clínicas, especificar el momento apropiado para realizar la evaluación Doppler durante el embarazo o discutir cómo interpretar los hallazgos o el uso del Doppler en la ecocardiografía fetal. El objetivo es describir la ecografía Doppler pulsado y sus diferentes modalidades: Doppler espectral, mapeo de flujo color y Doppler de poder, que se utilizan comúnmente para estudiar la circulación materno-fetal. No describimos la técnica Doppler de onda continua, porque generalmente no se aplica en imágenes obstétricas; sin

embargo, en los casos en los que el feto tiene una afección que conduce a un flujo sanguíneo de velocidad muy alta (por ejemplo, estenosis aórtica o regurgitación tricuspídea), podría ser útil definir claramente las velocidades máximas evitando el aliasing.

Las técnicas y prácticas descritas en esta Guía se han seleccionado para minimizar el error de la medición y mejorar la reproducibilidad. Es posible que no sean aplicables en determinadas condiciones clínicas o para protocolos de investigación.

Los detalles de los grados de recomendación utilizados en esta Guía se proporcionan en el Apéndice 1. El informe de los niveles de evidencia no es aplicable a esta Guía.

## RECOMENDACIONES

### ¿Qué equipo se necesita para la evaluación Doppler de la circulación fetoplacentaria?

- El equipo debe tener capacidades de Doppler de flujo color y onda espectral, con visualización en pantalla de las escalas de velocidad de flujo o frecuencia de repetición de pulso (PRF) y frecuencia de ultrasonido Doppler (en MHz).
- El índice mecánico (IM) y el índice térmico (IT) deben mostrarse en la pantalla del ultrasonido y se debe aplicar el principio ALARA (tan bajo como sea razonablemente posible) durante el examen para garantizar la seguridad. **(PUNTO DE BUENA PRÁCTICA)**
- El sistema de ultrasonido debe generar un trazado del contorno de la velocidad máxima (VME) que muestre toda la forma de onda espectral Doppler.
- Debería ser posible delinear la MVE utilizando trazos de forma de onda automáticos o manuales.
- El software del sistema debe poder estimar la velocidad sistólica máxima (PSV), la velocidad diastólica final (VDF) y la velocidad máxima promediada en el tiempo (TAMX) a partir del MVE y calcular los índices Doppler comúnmente utilizados, es decir, pulsatilidad (IP) e índices de resistencia (IR) y la relación de velocidad sistólica máxima/diastólica final (relación S/D). En el trazado de la onda espectral debe indicar los distintos puntos incluidos en el cálculo de los índices Doppler. **(PUNTO DE BUENA PRÁCTICA)**

### Aspectos técnicos básicos

Todas las modalidades de Doppler se basan en tres principios fundamentales. (1) Las estructuras en movimiento cambian la frecuencia y amplitud de las señales de ultrasonido reflejadas. Las estructuras en movimiento incluyen no solo sangre, sino también vasos o tejidos fetales. Esto puede generar un cambio en las señales retrodispersadas. (2) El análisis de los componentes de las señales reflejadas se utiliza para diferentes modalidades de Doppler: el cambio de frecuencia para el Doppler color direccional y espectral, y el cambio de amplitud para el ultrasonido Doppler de potencia (PDU). (3) Todas las modalidades de Doppler color y de potencia son técnicas pulsadas, mientras que el Doppler espectral puede ser pulsado o continuo.

PRF, o escala, es la frecuencia a la que se emiten las señales de ultrasonido (pulsos); una PRF baja permite que las señales de objetivos que se mueven lentamente lleguen al transductor antes de que se emita el siguiente pulso, mientras que una PRF alta permitirá que sólo altas velocidades lleguen al transductor de ultrasonido antes del siguiente pulso. El filtro de pared es una barrera definida por un umbral de frecuencia específico por debajo del cual las señales no se muestran en la imagen Doppler. La ganancia es la amplificación de señales. La calidad y reproducibilidad de las grabaciones se pueden mejorar conociendo estos parámetros Doppler y cómo ajustarlos.

### ¿Cómo se puede optimizar la adquisición de formas de onda Doppler?

#### *Ultrasonografía Doppler de onda pulsada espectral*

- Los registros deben obtenerse en ausencia de respiración y movimientos corporales fetales y, si es necesario, durante la retención temporal de la respiración materna.
- El mapeo del flujo en color no es obligatorio, aunque es muy útil para identificar el vaso de interés y definir la dirección del flujo sanguíneo.
- La insonación óptima está completamente alineada con la dirección del flujo sanguíneo. Esto garantiza las mejores condiciones para evaluar velocidades absolutas y formas de onda. Pueden producirse pequeñas desviaciones en el ángulo. Un ángulo de insonación de 10° corresponde a un error del 2% en la velocidad, mientras que un ángulo de 20° corresponde a un error del 6%. Cuando la velocidad absoluta es el parámetro clínicamente importante (p. ej., para la

arteria cerebral media (ACM)) y no se puede obtener un ángulo cercano a 0°, a pesar de repetidos intentos, se puede utilizar la corrección del ángulo. En este caso, se debe agregar en el informe, señalando el ángulo de insonación y si se realizó la corrección del ángulo o si se registró la velocidad no corregida.

- Es aconsejable comenzar con un volumen de muestra relativamente amplio (volumen de muestra) para asegurar el registro de velocidades máximas durante todo el pulso. Si la interferencia de otros vasos causa problemas, la muestra se puede reducir para definir la grabación. Debe tenerse en cuenta que el volumen de la muestra sólo se puede reducir en altura, no en ancho.

- De manera similar a las imágenes en escala de grises, la penetración y resolución del haz Doppler se pueden optimizar ajustando la frecuencia (en MHz) del transductor Doppler.

- El filtro de pared del vaso, también llamado “rechazo de baja velocidad”, “filtro de movimiento de la pared” o “filtro de paso alto”, se utiliza para eliminar el ruido resultante del movimiento de las paredes del vaso. Según la convención, debe configurarse lo más bajo posible ( $\leq 50$ – $60$  Hz) para eliminar el ruido de baja frecuencia de los vasos sanguíneos periféricos. Cuando se utiliza un umbral más alto para el filtro, se puede ver un espacio entre la línea Doppler y las señales Doppler. Esto puede crear el efecto de la ausencia de flujo de fin de la diástole. (ver Figura 4b).

- Un filtro de pared más alto es útil para obtener un MVE bien definido de estructuras como los tractos de salida aórtico y pulmonar, que tienen flujos de alta velocidad. Un filtro de pared inferior puede causar ruido, que aparece como artefactos de flujo cerca de la línea base o después del cierre de la válvula.

- La velocidad de barrido horizontal Doppler debe ser lo suficientemente rápida como para separar formas de onda sucesivas. Lo ideal es una visualización de cuatro a seis (pero no más de ocho a 10) ciclos cardíacos completos. Para frecuencias cardíacas fetales de 110 a 150 lpm, es adecuada una velocidad de barrido de 50 a 100 mm/s. **(PUNTO DE BUENA PRÁCTICA)**

- El PRF debe ajustarse según el vaso estudiado: un PRF bajo permitirá la visualización y medición precisa del flujo de baja velocidad; sin embargo, producirá aliasing cuando se encuentren altas velocidades. La forma de

onda debe llenar al menos el 75 % de la pantalla Doppler (consulte la Figura 3). **(PUNTO DE BUENA PRÁCTICA)**

- Las mediciones Doppler deben ser reproducibles; por lo tanto, se recomienda obtener más de un registro Doppler. Si hay una discrepancia obvia entre dos mediciones, se recomienda realizar otra medición. Para los informes se debe utilizar la grabación técnicamente más superior (que generalmente significa la que tiene el MVE más alto). **(PUNTO DE BUENA PRÁCTICA)**

- La mayoría de los sistemas de ultrasonido muestran el promedio de los índices de tres formas de onda consecutivas obtenidas de cada medición Doppler.

- Para aumentar la calidad de las mediciones Doppler, se deben realizar actualizaciones frecuentes de la imagen Doppler en color o en escala de grises en tiempo real (es decir, después de confirmar en la imagen en tiempo real que la muestra Doppler está colocada correctamente, la imagen bidimensional (2D) La imagen en escala de grises y/o Doppler en color debe congelarse mientras se registran las formas de onda Doppler).

- Se debe garantizar el posicionamiento correcto y la optimización del registro Doppler de la imagen 2D congelada escuchando la representación audible del desplazamiento Doppler a través del altavoz.

- El uso simultáneo de escala de grises, mapeo de flujo de color y Doppler espectral (modo tríplex) afecta significativamente de manera negativa la calidad de los datos adquiridos y no se recomienda.

- La ganancia Doppler debe ajustarse para ver claramente la forma de onda de velocidad Doppler, sin la presencia de artefactos en el fondo de la pantalla.

- Es recomendable no invertir la visualización Doppler en la pantalla del ecógrafo. En la evaluación del corazón y los vasos centrales del feto, es muy importante mantener la dirección original del flujo en color y la visualización Doppler de onda pulsada. Convencionalmente, el flujo hacia el transductor de ultrasonido se muestra en rojo y las formas de onda están por encima de la línea base, mientras que el flujo que sale del transductor se muestra en azul y las formas de onda están por debajo de la línea base. **(PUNTO DE BUENA PRÁCTICA)**

*Ultrasonografía Doppler direccional en color*

- En comparación con las imágenes en escala de grises, el Doppler color aumenta la potencia total emitida. La resolución Doppler color aumenta cuando se reduce el tamaño del cuadro de color. Se debe tener cuidado al evaluar el IM y el IT, ya que cambian según el tamaño y la profundidad del cuadro de color.

- Aumentar el tamaño del cuadro de color también aumenta el tiempo de procesamiento y, por tanto, reduce la velocidad de las imágenes; la caja debe mantenerse lo más pequeña posible, para incluir solo el área estudiada.

- La escala de velocidad o PRF debe ajustarse para representar las velocidades del flujo sanguíneo del vaso estudiado. Cuando el PRF es alto, los vasos de baja velocidad no se mostrarán en la pantalla. Cuando se aplica incorrectamente un PRF bajo, el aliasing se presentará como códigos de velocidad de color contradictorios y una dirección de flujo ambigua.

- En cuanto a las imágenes en escala de grises, la resolución y la penetración del Doppler color dependen de la frecuencia del ultrasonido. La frecuencia del modo Doppler color debe ajustarse para optimizar las señales.

- Las ganancias deben ajustarse para evitar ruidos y artefactos, vistos como puntos de color en el fondo de la pantalla.

- El filtro también debe ajustarse para excluir el ruido de la región estudiada.

- El ángulo de insonación afecta la imagen Doppler color; se debe ajustar optimizando la posición de la sonda ecográfica según el vaso o zona estudiada.

#### *Doppler de energía y ecografía Doppler de energía direccional*

- Los mismos principios fundamentales que los de la ecografía Doppler direccional en color se aplican a la PDU y a la PDU direccional.

- La PDU es más sensible a velocidades más bajas que el Doppler direccional en color.

- La PDU detecta cambios en la amplitud (potencia) de las señales Doppler.

- El ángulo de insonación tiene menos efecto en el Doppler de potencia que en las señales de Doppler en color; sin embargo, se debe realizar el mismo proceso de optimización que para el Doppler direccional color.

- No existe el fenómeno de aliasing al utilizar PDU (excepto PDU direccional); sin embargo, un PRF inapropiadamente bajo puede generar ruido y artefactos.

- La ganancia debe reducirse para evitar la amplificación del ruido (que se ve como un color uniforme en el fondo). También se debe ajustar la persistencia de la PDU; la persistencia alta agrega información de PDU a la de una imagen anterior, mientras que la falta de persistencia muestra los cambios dinámicos en la PDU en cada cuadro. La alta persistencia es útil cuando se evalúa la vascularidad de un área.

#### **¿Cuál es la técnica adecuada para obtener formas de onda Doppler de la arteria uterina?**

Utilizando ecografía Doppler color en tiempo real, la rama principal de la arteria uterina se localiza fácilmente en la unión cervicocorpórea. Las mediciones de velocimetría Doppler generalmente se realizan cerca de esta ubicación, ya sea por vía transabdominal<sup>2</sup> o transvaginal<sup>3-5</sup>. Si bien las velocidades absolutas tienen poca o ninguna importancia clínica, comúnmente se emplea la evaluación semicuantitativa de las formas de onda de velocidad. Las mediciones deben informarse de forma independiente para las arterias uterinas derecha e izquierda, y debe anotarse la presencia de muescas (notch). **(PUNTO DE BUENA PRÁCTICA)**

El notch se define cualitativamente como velocidades diastólicas tempranas reducidas antes de la velocidad diastólica máxima en la forma de onda Doppler. La gravedad del notch se define por la diferencia entre las velocidades diastólica temprana más baja y máxima diastólica<sup>6</sup>.

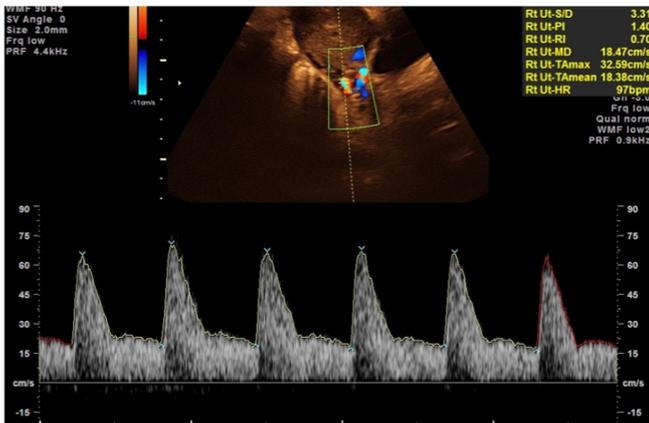
#### *Evaluación de la arteria uterina en el primer trimestre (Figura 1)*

##### *1. Técnica transabdominal*

- Por vía transabdominal, se obtiene una sección sagital media del útero y se identifica el canal cervical.

- Luego se mueve la sonda lateralmente hasta que se vea el plexo vascular paracervical.

- Se activa el Doppler color y se identifica la arteria uterina mientras gira cranealmente, para realizar su ascenso al cuerpo uterino.



**Figura 1** Forma de onda de la arteria uterina obtenida por vía transabdominal en el primer trimestre.

- Las mediciones se toman en el punto antes de que la arteria uterina se ramifique en las arterias arcuatas.
- A medida que el PSV disminuye desde el útero hasta las arterias arcuatas, una medición de PSV < percentil 5 (60 cm/s)<sup>7</sup> debería incitar al operador a verificar cuidadosamente la colocación de la de muestra de volumen.

Se repite el mismo proceso en el lado contralateral. Se ha descrito un enfoque alternativo para obtener las señales Doppler utilizando un plano transversal<sup>8</sup>, y mostró valores comparables y una reproducibilidad igualmente buena en comparación con el plano sagital<sup>9,10</sup>.

## 2. Técnica transvaginal

- Se debe pedir a la mujer que vacíe la vejiga y se la debe colocar en posición de litotomía dorsal.
- Por vía transvaginal, la sonda se coloca en el fondo de saco anterior. De manera similar a la técnica transabdominal, la sonda se mueve lateralmente para visualizar el plexo vascular paracervical y se llevan a cabo los mismos pasos en la misma secuencia que para la técnica transabdominal.
- Se debe tener cuidado de no insonar la arteria cervicovaginal (que corre en dirección craneal a caudal) o las arterias arcuatas.

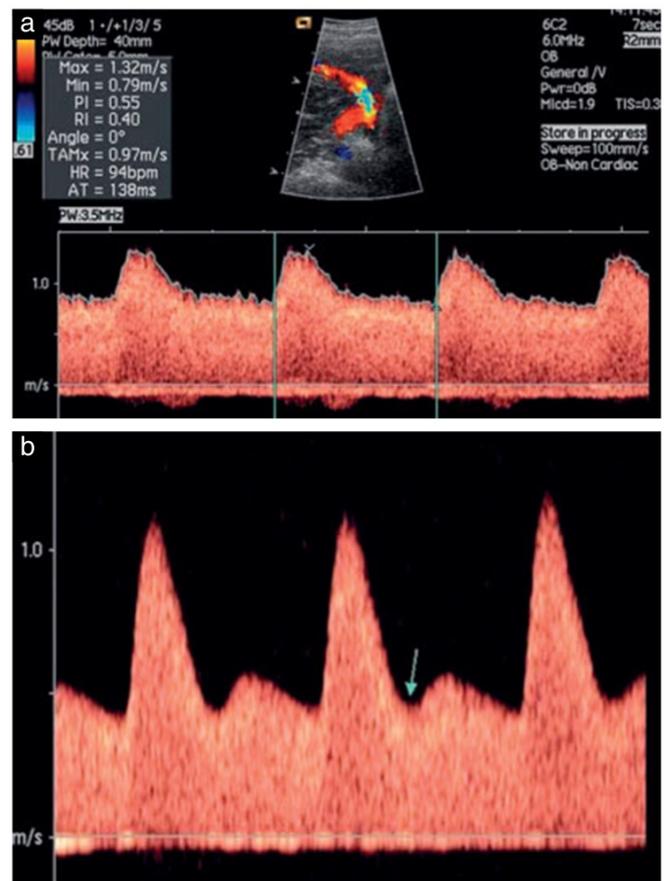
## Evaluación de la arteria uterina en el segundo y tercer trimestre (Figura 2)

### 1. Técnica transabdominal

- Transabdominalmente, la sonda se coloca longitudinalmente en el cuadrante lateral inferior del abdomen, en ángulo medial en el plano parasagital. El

mapeo de flujo en color es útil para identificar la arteria uterina, ya que se ve cruzando la arteria ilíaca externa.

- Las arterias uterinas generalmente corren a lo largo de cada lado del útero hacia el fondo. Para obtener el mejor ángulo de insonación, la posición de la sonda debe ajustarse según la orientación de la arteria uterina.
- El volumen de muestra se coloca 1 cm por encima de este punto de cruce.
- En una pequeña proporción de casos, la arteria uterina se ramifica antes de la intersección de la arteria ilíaca externa. En tales casos, el volumen de muestra



**Figura 2** Formas de onda de la arteria uterina obtenidas por vía transabdominal en el segundo trimestre. Formas de onda normales (a) y anormales (b); observe el notch (flecha) en la señal Doppler en (b).

debe colocarse en la arteria uterina justo antes de su bifurcación.

- Se repite el mismo proceso para la arteria uterina contralateral.
- A medida que avanza la edad gestacional, el útero suele sufrir dextrorrotación. Por lo tanto, la arteria

uterina izquierda no discurre tan lateral con respecto al útero como lo hace la derecha.

## 2. Técnica transvaginal

- Se debe pedir a la mujer que vacíe la vejiga y se la debe colocar en posición de litotomía dorsal.
- Se coloca la sonda en el fondo de saco lateral y se identifica, mediante Doppler color, la arteria uterina a la altura del orificio cervical interno.
- Esto luego debe repetirse para la arteria uterina contralateral. Debe recordarse que los rangos de referencia para los índices Doppler de la arteria uterina dependen de la técnica de medición, por lo que se deben utilizar los rangos de referencia correspondientes apropiados para las vías transabdominal<sup>3</sup> y transvaginal<sup>5</sup>. La técnica de insonación utilizada debe ser la misma que la utilizada para establecer el rango de referencia.

Tenga en cuenta que, en mujeres con anomalía uterina congénita, la evaluación de los índices Doppler de la arteria uterina y su interpretación no es confiable, ya que todos los estudios publicados se han realizado en mujeres con (presunta) anatomía normal. **(PUNTO DE BUENA PRÁCTICA)**

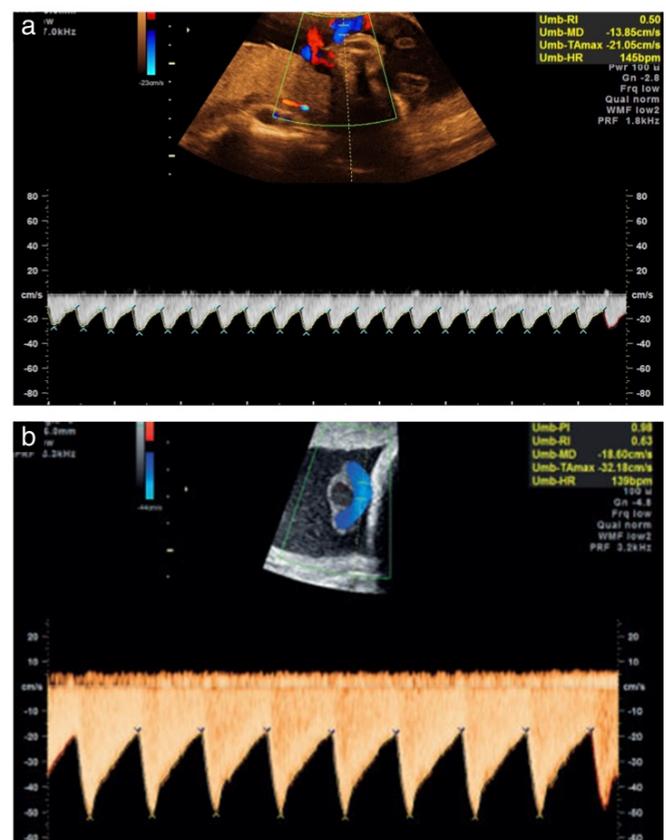
### ¿Cuál es la técnica adecuada para obtener formas de onda Doppler de la arteria umbilical?

Existe una diferencia significativa en los índices Doppler medidos en el extremo fetal (intraabdominal)<sup>11</sup>, en asa libre y en el extremo placentario del cordón umbilical<sup>12</sup>. La impedancia es mayor en el extremo fetal y es probable que la EDV ausente o invertida se observe primero en este sitio. Se han publicado rangos de referencia para los índices Doppler de la arteria umbilical en cada uno de estos sitios<sup>11,13</sup>. En aras de la simplicidad y la coherencia, las mediciones deben realizarse en un asa de cordón libre. **(PUNTO DE BUENA PRÁCTICA)**

La decisión de utilizar un asa libre del cordón se tomó temprano en la historia de la ecografía Doppler y se ha aplicado con gran éxito clínico. Sin embargo, en embarazos múltiples y/o cuando se comparan mediciones repetidas longitudinalmente, los registros de sitios fijos, es decir, el extremo fetal, el extremo placentario o la porción intraabdominal, pueden ser

más confiables. Se deben utilizar rangos de referencia apropiados según el lugar de la evaluación. La Figura 3 muestra ejemplos de registros de formas de onda de velocidad aceptables e inaceptables y la Figura 4 ilustra la influencia del filtro de la pared del vaso.

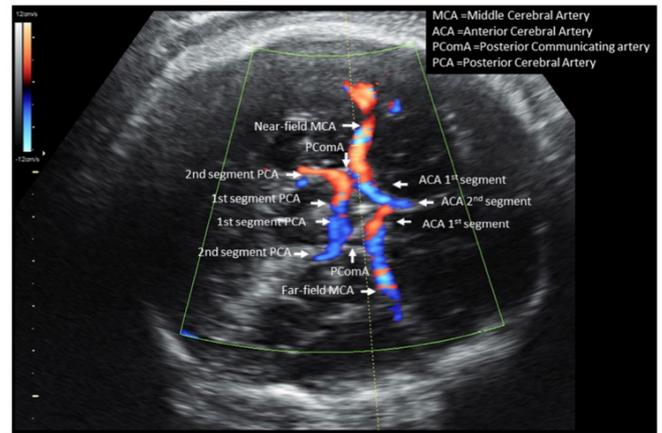
Tenga en cuenta que, en embarazos múltiples, la evaluación del flujo sanguíneo de la arteria umbilical puede ser un desafío, ya que puede haber dificultades para seleccionar un asa de cordón a un feto en particular. Por lo tanto, es mejor tomar una muestra de la arteria umbilical justo distal a la inserción abdominal del cordón umbilical. Sin embargo, la impedancia allí es mayor que la del asa libre y la de la inserción del cordón placentario, por lo que se necesitan gráficos de referencia apropiados. **(PUNTO DE BUENA PRÁCTICA)** Tenga en cuenta también que, en un cordón de dos vasos, en cualquier edad gestacional, el diámetro de la arteria umbilical única es mayor que el diámetro arterial si hubiera dos arterias<sup>14</sup>. Debido a las diferentes hemodinámicas, la forma de onda de velocidad registrada en tales casos debe interpretarse con precaución cuando se utilizan rangos de referencia convencionales. **(PUNTO DE BUENA PRÁCTICA)**



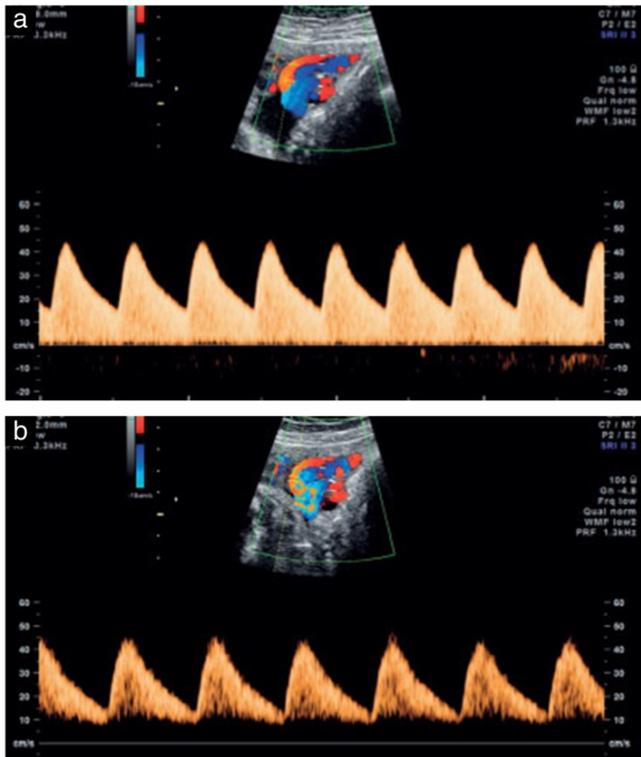
**Figura 3** Ejemplos de formas de onda de la arteria umbilical inaceptables (a) y aceptables (b). El registro se mejora reduciendo la escala Doppler (es decir, reduciendo la frecuencia de repetición del pulso) para ampliar el registro de velocidad en la pantalla, así como ajustando la velocidad de barrido para cubrir solo de tres a nueve ondas consecutivas.

## ¿Cuál es la técnica adecuada para obtener formas de onda Doppler de la arteria cerebral media fetal?

- Se debe obtener y ampliar una sección axial del cerebro, incluidos los tálamos y las alas del hueso esfenoides.
- Se debe utilizar un mapeo de flujo de color para identificar el polígono de Willis y la ACM proximal, justo caudal al plano transtalámico (Figura 5).
- Luego se debe colocar la muestra Doppler de onda pulsada en el tercio proximal de la ACM, cerca de su



**Figura 5** Mapeo de flujo de color del polígono de Willis.

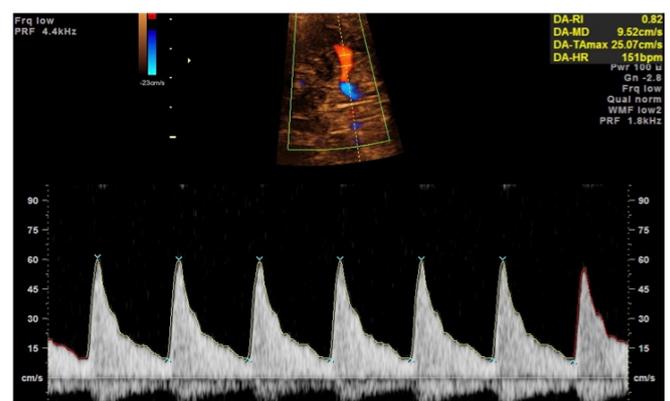


**Figura 4** (a) Forma de onda de velocidad de la arteria umbilical registrada con un filtro de pared vascular bajo que muestra flujo normal y (b) un registro con flujo diastólico aparentemente muy bajo y ausencia de señales de flujo al inicio del estudio, debido al uso de un filtro de pared vascular incorrecto que se establece demasiado alto, ocultando así las bajas velocidades a lo largo de la línea cero.

origen en la arteria carótida interna<sup>15</sup> (la velocidad sistólica disminuye al aumentar la distancia desde el punto de origen de este vaso). **(GRADO DE RECOMENDACIÓN: C)**

- El ángulo entre el haz de ultrasonido y la dirección del flujo sanguíneo debe mantenerse lo más cercano posible a 0° (Figura 6).
- Se debe tener cuidado para evitar cualquier presión innecesaria sobre la cabeza del feto, ya que esto puede provocar un aumento del PSV, una disminución del EDV y un aumento del IP<sup>16</sup>.

- Se deben registrar al menos tres y menos de 10 formas de onda consecutivas. El punto más alto de la forma de onda se considera PSV (en cm/s).
- El PSV se puede medir utilizando calipers manuales o automáticos. El IP se informa habitualmente mediante la medición de trazo automático, pero el trazo manual también es aceptable. De hecho, la colocación manual de un clíper se utilizó en el trabajo que investiga el valor de la ACM-PSV para la detección no invasiva de la anemia fetal<sup>15</sup>.
- Se deben utilizar rangos de referencia apropiados para la interpretación y la técnica de medición debe ser la misma que la utilizada para los rangos de referencia.

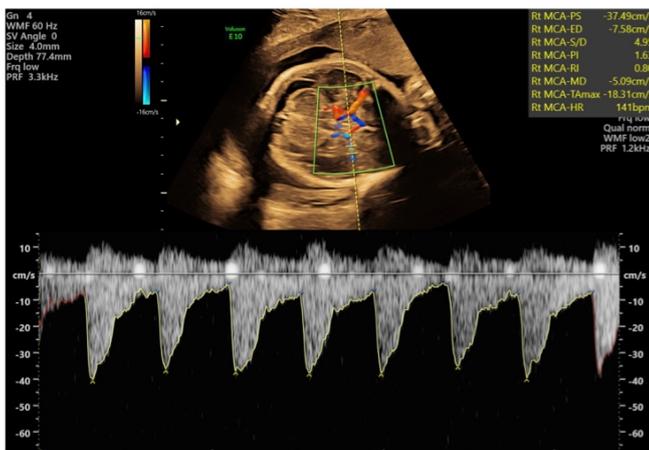


**Figura 6** Forma de onda Doppler aceptable de la arteria cerebral media. Tenga en cuenta que el ángulo de insonación se ha ajustado para que sea casi 0°.

- Se informa que la confiabilidad interobservador de la medición de la ACM-IP es sólo moderada, con un acuerdo limitado entre dos observadores. El intervalo

del 95% de las diferencias de IP entre observadores fue de + 0.91 a - 1.14 en el sitio de muestreo proximal de la ACM de campo cercano. En aproximadamente el 30% de los casos, la diferencia de IP entre observadores fue superior a 0.5<sup>17</sup>. Se recomiendan múltiples mediciones para evaluar el valor real.

- Las mediciones de la ACM-PSV en el sitio proximal de la ACM en el campo cercano son comparables a las obtenidas del campo lejano en la práctica clínica<sup>18,19</sup>. Se puede elegir el campo lejano si obtener un ángulo de insonación de 0° es más fácil para la ACM de campo lejano que para el de campo cercano (Figura 7). **(GRADO DE RECOMENDACIÓN: C)**



**Figura 7** Formas de onda Doppler de la arteria cerebral media (ACM) obtenidas de la ACM de campo lejano. Tenga en cuenta el ángulo de insonación de 0°.

### ¿Cómo se calculan el índice cerebroplacentario y el índice umbilicocerebral?

- La base fisiológica para la aplicación clínica del índice Doppler cerebroplacentario (RCP) es doble. El RCP es un reflejo de la redistribución arterial que se produce durante la perfusión cerebral preferencial en respuesta a la hipoxemia fetal (“preservación del cerebro”). Amplifica matemáticamente el efecto de la hemodinámica anormal en las circulaciones umbilical y cerebral y se correlaciona más estrechamente con la presión parcial de oxígeno fetal (pO<sub>2</sub>) que cualquiera de los índices que lo componen<sup>20-22</sup>.

- La proporción de los índices Doppler de las circulaciones arteriales cerebral y umbilical se ha calculado de diversas formas, utilizando índices de la ACM, la arteria cerebral anterior, la arteria vertebral o la arteria carótida interna, utilizando índices de la

arteria umbilical en el denominador en lugar del numerador y utilizando IP o IR, para análisis semicuantitativo de formas de onda<sup>21,23-26</sup>.

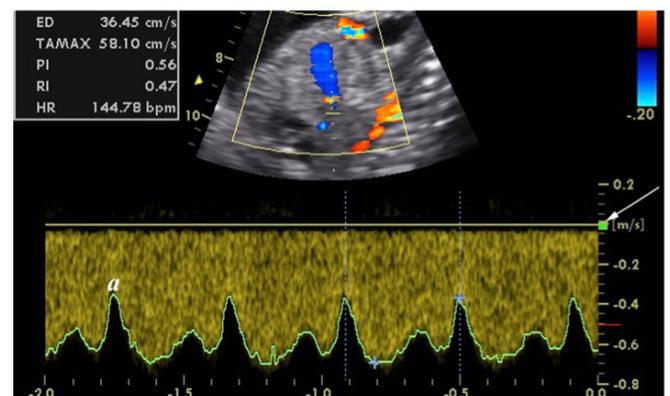
- El mayor conjunto de evidencia científica se ha acumulado para la relación simple de la ACM-IP dividido por el IP de la arteria umbilical (es decir, el CPR), y la segunda relación más comúnmente utilizada es su inversa, es decir, el IP de la arteria umbilical dividido por la ACM-IP (relación umbilicocerebral (UCR)).

- Cuando se calculan la CPR o la UCR, las mediciones de la arteria umbilical y la ACM deben obtenerse utilizando las técnicas descritas en esta guía para estos vasos. **(PUNTO DE BUENA PRÁCTICA)**

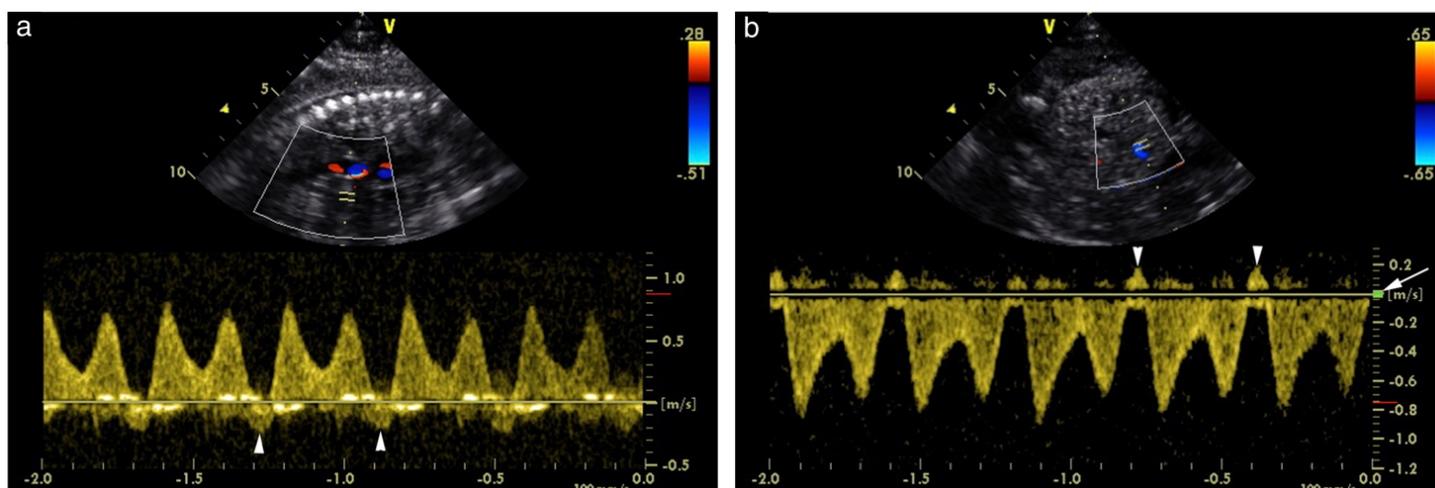
- La CPR o la UCR deben interpretarse utilizando rangos de referencia relacionados con la edad gestacional<sup>27</sup> en lugar de un único punto de corte. **(PUNTO DE BUENA PRÁCTICA)**

### ¿Cuál es la técnica adecuada para obtener formas de onda Doppler del ductus venoso fetal?

- El ductus venoso (DV) conecta la porción intraabdominal de la vena umbilical con la porción izquierda de la vena cava inferior, justo debajo del diafragma. El vaso se identifica visualizando esta conexión mediante imágenes 2D, ya sea en un plano longitudinal medio sagital del tronco fetal o en un plano transversal oblicuo a través de la parte superior del abdomen<sup>28</sup>.



**Figura 8** Registro Doppler del ductus venoso con insonación sagital alineándose con la porción ístmica, sin corrección de ángulo. El filtro de baja velocidad de la pared vascular (flecha) no interfiere con la onda a (a), que está lejos de la línea cero. Una alta velocidad de barrido permite una visualización detallada de la variación de la velocidad.



**Figura 9** (a) Registro del ductus venoso que muestra un aumento de la pulsatilidad a las 36 semanas. La interferencia, incluido el desorden altamente ecogénico a lo largo de la línea cero, dificulta la verificación del componente invertido durante la contracción auricular (puntas de flecha). (b) Una grabación repetida con un filtro de pared vascular de baja velocidad ligeramente aumentado (flecha) mejora la calidad y permite una visualización clara del componente de velocidad invertida durante la contracción auricular (puntas de flecha).

- El mapeo de flujo en color que demuestra la alta velocidad en la entrada estrecha del DV confirma su identificación e indica el sitio de muestreo estándar para las mediciones Doppler<sup>29</sup>.
- La medición Doppler se logra mejor en el plano sagital desde la parte anteroinferior del abdomen fetal, ya que la alineación con el istmo ductal puede controlarse bien (Figura 8). La insonación sagital a través del tórax también es una buena opción, pero más exigente. Una sección oblicua proporciona un acceso razonable para una insonación anterior o posterior, produciendo formas de onda robustas, pero con menos control del ángulo y las velocidades absolutas.
- Al principio del embarazo y en embarazos comprometidos, se debe tener especial cuidado en reducir adecuadamente el volumen de la muestra para garantizar un registro limpio de la velocidad más baja durante la contracción auricular (Figura 9).

La forma de onda suele ser trifásica, pero en fetos sanos se pueden observar registros bifásicos y no pulsantes, aunque son más raros<sup>28</sup>.

- Las velocidades son relativamente altas, entre 55 y 90 cm/s, durante la mayor parte de la segunda mitad del embarazo<sup>30</sup>, pero son más bajas al comienzo del embarazo.

### ¿Qué índices se deben utilizar?

La relación S/D, IR e IP son los tres índices más conocidos para describir las formas de onda de la velocidad del flujo arterial. Los tres están altamente correlacionados. La relación IR y S/D estiman la relación entre PSV y EDV en la forma de onda Doppler ( $IR = (S - D) / S$ , relación  $S/D = S / D$ , donde S es la velocidad sistólica máxima y D es la velocidad diastólica final). El IP tiene en cuenta el PSV, el EDV y la media temporal del cambio de frecuencia máximo a lo largo del ciclo cardíaco ( $IP = (S - D) / TAMX$ , donde S es la velocidad sistólica máxima, D es la velocidad diastólica final y TAMX es la velocidad máxima registrada en el MVE promediada durante el ciclo cardíaco; TAMX no debe confundirse con la velocidad media ponderada por intensidad (TAV o  $V_m$ ) promediada en el tiempo; en las formas de onda Doppler que muestran cambios dinámicos en los componentes sistólico o diastólico (es decir, en el caso de una forma de onda de la arteria uterina con presencia de notch o EDV invertida en la forma de onda de la arteria umbilical), IP proporciona una mejor estimación de las características de la forma de onda que el IR o rango S/D. El IP muestra una correlación lineal con la resistencia vascular, a diferencia de el cociente S/D como el IR, que muestran una relación parabólica con el aumento de la resistencia vascular<sup>31</sup>. Además, el IP no se acerca al infinito cuando hay valores diastólicos ausentes o invertidos. El IP es el

índice recomendado para su uso en la práctica clínica y en la investigación. **(PUNTO DE BUENA PRÁCTICA)**

Actualmente no existe evidencia de alto nivel que indique cómo se debe utilizar la RCP o la UCR en el manejo clínico.

Se describen dos índices para el análisis Doppler de onda pulsada de las venas. El más utilizado es el índice de pulsatilidad venosa (IPV)<sup>32</sup>. Esto se calcula como  $IP = V(V_s - V_a) / TAMX$ , donde  $V_s$  es la velocidad máxima de avance durante la sístole ventricular y  $V_a$  es la velocidad máxima de avance o la velocidad máxima invertida durante la sístole auricular, contracción (la "onda a"). El índice de velocidad máxima de las venas (PVIV) se informa con menos frecuencia y no aparece en la mayoría de los paquetes de medición automática. PVIV se calcula como  $(V_s - V_a) / V_d$ , donde  $V_d$  es la velocidad máxima de avance durante la contracción auricular (diástole). Se recomienda el uso de IPV en la práctica clínica. **(PUNTO DE BUENA PRÁCTICA)**

Esta Guía presenta las técnicas más utilizadas en obstetricia clínica, respaldadas por sólida documentación científica. Somos conscientes de usos y secciones importantes de la circulación que no se mencionan aquí, aunque estos vasos y mediciones pueden ser de crucial importancia en ciertos individuos. Estos vasos incluyen, por ejemplo, la vena umbilical, la arteria hepática, la vena porta izquierda y la vena cava superior. Sin embargo, los principios presentados en esta Guía son válidos para todos los exámenes Doppler fetales.

## GUIA DE LOS AUTORES

**A. Bhide**, Fetal Medicine Unit, St George's University Hospital and St George's University of London, London, UK

**G. Acharya**, Division of Obstetrics and Gynecology, Department of Clinical Science, Intervention and Technology, Karolinska Institutet & Center for Fetal Medicine, Karolinska University Hospital, Stockholm, Sweden and Women's Health and Perinatology Research Group, Faculty of Medicine, University of Tromsø and University Hospital of Northern Norway, Tromsø, Norway

**A. Baschat**, Johns Hopkins Center for Fetal Therapy, Department of Gynecology & Obstetrics, Johns Hopkins University, Baltimore, MD, USA

**C. M. Bilardo**, Department of Obstetrics and Gynecology Amsterdam UMC, Amsterdam and Academic Medical Center Groningen, University of Groningen, Groningen, The Netherlands

**C. Brezinka**, Univ Klinik fuer Gynaekologie und Geburtshilfe, Innsbruck, Austria

**D. Cafici**, Sociedad Argentina de Ultrasonografía en Medicina y Biología, Argentina

**C. Ebbing**, Department of Obstetrics and Gynecology, Haukeland University Hospital, and Department of Clinical Medicine, University of Bergen, Bergen, Norway  
**E. Hernandez-Andrade**, Department of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Sciences, McGovern Medical School, University of Texas, Health Science Center at Houston (UTHealth), Houston, TX, USA

**K. Kalache**, Gynaecology, Charité, CBF, Berlin, Germany  
**J. Kingdom**, Maternal-Fetal Medicine Division, Department of Obstetrics & Gynaecology, Mount Sinai Hospital, University of Toronto, Toronto, Canada

**T. Kiserud**, Department of Clinical Science, University of Bergen and Department of Obstetrics and Gynecology, Haukeland University Hospital, Bergen, Norway

**S. Kumar**, Mater Research Institute, University of Queensland, Brisbane, Australia

**W. Lee**, Texas Children's Fetal Center, Texas Children's Hospital Pavilion for Women, Department of Obstetrics and Gynecology, Baylor College of Medicine, Houston, TX, USA

**C. Lees**, Centre for Fetal Care, Queen Charlotte's & Chelsea Hospital, Imperial College Healthcare NHS Trust, London, UK and Department of Development & Regeneration KU Leuven, Leuven, Belgium

**K. Y. Leung**, Department of Obstetrics and Gynaecology, Queen Elizabeth Hospital, Hong Kong

**G. Malinger**, Division of Ob-Gyn Ultrasound, Lis Maternity Hospital, Tel Aviv Sourasky Medical Center and Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel

**G. Mari**, Women's Health Institute, Department of Obstetrics and Gynecology, Cleveland Clinic Foundation, Cleveland, OH, USA

**F. Prefumo**, Division of Obstetrics and Gynaecology, Department of Clinical and Experimental Sciences, University of Brescia, Brescia, Italy

**W. Sepulveda**, FETALMED – Maternal-Fetal Diagnostic Center, Fetal Imaging Unit, Santiago, Chile

**B. Trudinger**, Department of Obstetrics and Gynaecology, University of Sydney, Sydney, Australia

## CITA

Esta Guía deberá de ser citada como: 'Bhide A, Acharya G, Baschat A, Bilardo CM, Brezinka C, Cafici D, Ebbing C, Hernandez-Andrade E, Kalache K, Kingdom J, Kiserud T, Kumar S, Lee W, Lees C, Leung KY, Malinger G, Mari G, Prefumo F, Sepulveda W, Trudinger B. ISUOG Practice Guidelines (updated): use of Doppler velocimetry in obstetrics. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2021; 58: 331 – 339.'

## REFERENCIAS

1. Salvesen K, Abramowicz J, Ter Haar G, Miloro P, Sinkovskaya E, Dall'Asta A, Marszałek K, Lees C; Board of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG). ISUOG statement on the safe use of Doppler for fetal ultrasound examination in the first 13 + 6 weeks of pregnancy (updated). *Ultrasound Obstet Gynecol* 2021; **57**: 1020.
2. Aquilina J, Barnett A, Thompson O, Harrington K. Comprehensive analysis of uterine artery flow velocity waveforms for the prediction of pre-eclampsia. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; **16**: 163–170.
3. Gomez O, Figueras F, Fernandez S, Bannasar M, Martinez JM, Puerto B, Gratacos E. Reference ranges for uterine artery mean pulsatility index at 11–41 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; **32**: 128–132.
4. Papageorghiou AT, Yu CK, Bindra R, Pandis G, Nicolaides KH, Fetal Medicine Foundation Second Trimester Screening G. Multicenter screening for pre-eclampsia and fetal growth restriction by transvaginal uterine artery Doppler at 23 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; **18**: 441–449.
5. Jurkovic D, Jauniaux E, Kurjak A, Hustin J, Campbell S, Nicolaides KH. Transvaginal color Doppler assessment of the uteroplacental circulation in early pregnancy. *Obstet Gynecol* 1991; **77**: 365–369.
6. Bower S, Kingdom J, Campbell S. Objective and subjective assessment of abnormal uterine artery Doppler flow velocity waveforms. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1998; **12**: 260–264.
7. Ridding G, Schluter PJ, Hyett JA, McLennan AC. Influence of sampling site on uterine artery Doppler indices at 11–13(+)(6) weeks gestation. *Fetal Diagn Ther* 2015; **37**: 310–315.
8. Drouin O, Johnson JA, Chaemsaitong P, Metcalfe A, Huber J, Schwarzenberger J, Winters E, Stavness L, Tse AWT, Lu J, Lim WT, Leung TY, Bujold E, Sahota D, Poon LC. Transverse technique: complementary approach to measurement of first-trimester uterine artery Doppler. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2018; **52**: 639–647.
9. Kongwattanakul K, Chaiyach S, Hayakangchat S, Thepsuthammarat K. The Transverse versus the Sagittal Approach in First-Trimester Uterine Artery Doppler Measurement. *Int J Womens Health* 2019; **11**: 629–635.
10. Meelhuysen Sousa Aguiar L, Goncalves Machado Zanotto L, Mascarenhas Silva CH, Amaral Pedroso M. The first trimester uterine artery Doppler: comparison between sagittal and transverse techniques. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2019; **1**: 1–5.
11. Acharya G, Wilsgaard T, Berntsen GK, Maltau JM, Kiserud T. Reference ranges for serial measurements of blood velocity and pulsatility index at the intra-abdominal portion, and fetal and placental ends of the umbilical artery. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; **26**: 162 – 169.
12. Khare M, Paul S, Konje JC. Variation in Doppler indices along the length of the cord from the intraabdominal to the placental insertion. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2006; **85**: 922 – 928.
13. Acharya G, Wilsgaard T, Berntsen GK, Maltau JM, Kiserud T. Reference ranges for serial measurements of umbilical artery Doppler indices in the second half of pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2005; **192**: 937 – 944.
14. Sepulveda W, Peek MJ, Hassan J, Hollingsworth J. Umbilical vein to artery ratio in fetuses with single umbilical artery. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; **8**: 23 – 26.
15. Mari G, Deter RL, Carpenter RL, Rahman F, Zimmerman R, Moise KJ Jr, Dorman KF, Ludomirsky A, Gonzalez R, Gomez R, Oz U, Detti L, Copel JA, Bahado-Singh R, Berry S, Martinez-Poyer J, Blackwell SC. Noninvasive diagnosis by Doppler ultrasonography of fetal anemia due to maternal red-cell alloimmunization. Collaborative Group for Doppler Assessment of the Blood Velocity in Anemic Fetuses. *N Engl J Med* 2000; **342**: 9 – 14.
16. Su YM, Lv GR, Chen XK, Li SH, Lin HT. Ultrasound probe pressure but not maternal Valsalva maneuver alters Doppler parameters during fetal middle cerebral artery Doppler ultrasonography. *Prenat Diagn* 2010; **30**: 1192 – 1197.
17. Figueras F, Fernandez S, Eixarch E, Gomez O, Martinez JM, Puerto B, Gratacos E. Middle cerebral artery pulsatility index: reliability at different sampling sites. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; **28**: 809 – 813.
18. Abel DE, Grambow SC, Brancazio LR, Hertzberg BS. Ultrasound assessment of the fetal middle cerebral artery peak systolic velocity: A comparison of the near-field versus far-field vessel. *Am J Obstet Gynecol* 2003; **189**: 986 – 989.
19. Salvi S, Badade A, Khatal K, Bhide A. Reliability of Doppler Assessment of the Middle Cerebral Artery in the Near and Far Fields in Healthy and Anemic Fetuses. *J Ultrasound Med* 2015; **34**: 2037 – 2042
20. Peeters LL, Sheldon RE, Jones MD Jr, Makowski EL, Meschia G. Blood flow to fetal organs as a function

- of arterial oxygen content. *Am J Obstet Gynecol* 1979; **135**: 637 – 646.
21. Wladimiroff JW, vd Wijngaard JA, Degani S, Noordam MJ, van Eyck J, Tonge HM. Cerebral and umbilical arterial blood flow velocity waveforms in normal and growth-retarded pregnancies. *Obstet Gynecol* 1987; **69**: 705 – 709.
  22. Arbeille P, Maulik D, Fignon A, Stale H, Berson M, Bodard S, Locatelli A. Assessment of the fetal PO<sub>2</sub> changes by cerebral and umbilical Doppler on lamb fetuses during acute hypoxia. *Ultrasound Med Biol* 1995; **21**: 861 – 870.
  23. Arbeille P, Roncin A, Berson M, Patat F, Pourcelot L. Exploration of the fetal cerebral blood flow by duplex Doppler – linear array system in normal and pathological pregnancies. *Ultrasound Med Biol* 1987; **13**: 329 – 337.
  24. Arduini D, Rizzo G. Prediction of fetal outcome in small for gestational age fetuses: comparison of Doppler measurements obtained from different fetal vessels. *J Perinat Med* 1992; **20**: 29 – 38.
  25. Scherjon SA, Kok JH, Oosting H, Wolf H, Zondervan HA. Fetal and neonatal cerebral circulation: a pulsed Doppler study. *J Perinat Med* 1992; **20**: 79–82.
  26. Gramellini D, Folli MC, Raboni S, Vadora E, Merialdi A. Cerebral-umbilical Doppler ratio as a predictor of adverse perinatal outcome. *Obstet Gynecol* 1992; **79**: 416 – 420.
  27. Ciobanu A, Wright A, Syngelaki A, Wright D, Akolekar R, Nicolaides KH. Fetal Medicine Foundation reference ranges for umbilical artery and middle cerebral artery pulsatility index and cerebroplacental ratio. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2019; **53**: 465 – 472.
  28. Kiserud T. Hemodynamics of the ductus venosus. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1999; **84**: 139 – 147.
  29. Acharya G, Kiserud T. Pulsations of the ductus venosus blood velocity and diameter are more pronounced at the outlet than at the inlet. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1999; **84**: 149 – 154.
  30. Kessler J, Rasmussen S, Hanson M, Kiserud T. Longitudinal reference ranges for ductus venosus flow velocities and waveform indices. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; **28**: 890 – 898.
  31. Ochi H, Suginami H, Matsubara K, Taniguchi H, Yano J, Matsuura S. Micro-bead embolization of uterine spiral arteries and changes in uterine arterial flow velocity waveforms in the pregnant ewe. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1995; **6**: 272 – 276.
  32. Hecher K, Campbell S, Snijders R, Nicolaides K. Reference ranges for fetal venous and atrioventricular blood flow parameters. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1994; **4**: 381 – 390.

## **Apéndice 1** Grados de recomendación y niveles de evidencia utilizados en las Guías de ISUOG

---

### *Clasificación de niveles de evidencia*

1++	Metaanálisis de alta calidad, revisiones sistemáticas de ensayos controlados aleatorios o ensayos controlados aleatorios con muy bajo riesgo de sesgo
1+	Metaanálisis bien realizados, revisiones sistemáticas de ensayos controlados aleatorios o ensayos controlados aleatorios con bajo riesgo de sesgo
1-	Metaanálisis, revisiones sistemáticas de ensayos controlados aleatorios o ensayos controlados aleatorios con alto riesgo de sesgo
2++	Revisiones sistemáticas de alta calidad de estudios de casos y controles o de cohortes o estudios de casos y controles o de cohortes de alta calidad con muy bajo riesgo de confusión, sesgo o probabilidad y alta probabilidad de que la relación sea causal.
2+	Estudios de casos y controles o de cohortes bien realizados con bajo riesgo de confusión, sesgo o probabilidad y probabilidad moderada de que la relación sea causal.
2-	Estudios de casos y controles o de cohortes con alto riesgo de confusión, sesgo o probabilidad y riesgo significativo de que la relación no sea causal.
3	Estudios no analíticos, ej. informes de casos, series de casos
4	Opinión del experto

### *Grados de recomendación*

A	Al menos un metaanálisis, revisión sistemática o ensayo controlado aleatorio calificado como 1++ y aplicable directamente a la población objetivo; o una revisión sistemática de ensayos controlados aleatorios o un conjunto de evidencia que consiste principalmente en estudios calificados como 1+ aplicables directamente a la población objetivo y que demuestran la coherencia general de los resultados.
B	Conjunto de evidencia que incluye estudios calificados como 2++ aplicables directamente a la población objetivo y que demuestran la coherencia general de los resultados; o evidencia extrapolada de estudios calificados como 1++ o 1+
C	Conjunto de evidencia que incluye estudios calificados como 2+ aplicables directamente a la población objetivo y que demuestran la coherencia general de los resultados; o evidencia extrapolada de estudios calificados como 2++
D	Nivel de evidencia 3 o 4; o evidencia extrapolada de estudios calificados como 2+
Punto de buena práctica	Mejores prácticas recomendadas basadas en la experiencia clínica del grupo de desarrollo de la guía.

---