

DOPPLER EN MEDICINA MATERNOFETAL

Hospital Clínic | Hospital Sant Joan de Déu | Universitat de Barcelona.

1. INTRODUCCIÓN

La utilización de Doppler en obstetricia se ha extendido fuera de las unidades especializadas y se ha generalizado para la toma de decisiones. Los protocolos de utilización estandarizados y sistemáticos limitan enormemente la probabilidad de error de una técnica que de otra forma presenta una gran variabilidad.

Por otra parte, es esencial un conocimiento adecuado de la fisiopatología y los cambios hemodinámicos asociados a las condiciones que pretendemos evaluar, para una correcta interpretación de lo que vamos a buscar y medir en cada caso. El estudio Doppler permite evidenciar las modificaciones hemodinámicas asociadas con determinadas condiciones patológicas. De éstas, las aportaciones más importantes se han producido en la monitorización de la hipoxia crónica fetal. La hipoxia crónica conlleva un progresivo deterioro fetal que se manifiesta en una secuencia de cambios hemodinámicos en diferentes territorios, que reflejan desde la adaptación inicial a la progresiva claudicación fetal. Las otras dos grandes utilidades del Doppler son en el estudio de las anomalías de implantación placentaria, asociadas principalmente a preeclampsia y retraso de crecimiento fetal, y el estudio de la anemia fetal. Como cualquier parámetro hemodinámico, los parámetros Doppler presentan fluctuaciones fisiológicas por lo que en general se requiere más de una observación para la toma de decisiones clínica.

2. EVALUACIÓN DOPPLER DE LAS ARTERIAS UTERINAS

- Puede realizarse por vía vaginal o abdominal. La mayor proximidad a la arteria uterina hace que con la vía vaginal se consiga una onda de velocidad de flujo (OVF) de mejor calidad con un ángulo de insonación óptimo en primer trimestre. A partir de la semana 12 el útero asciende a la cavidad abdominal y se pueden utilizar indistintamente ambas vías. A partir de las 20 semanas la vía abdominal es de elección. Durante el segundo trimestre de la gestación, por vía abdominal se obtienen valores de pulsatilidad discretamente superiores a los obtenidos por vía vaginal, pero las diferencias son clínicamente irrelevantes. Es importante utilizar curvas de referencia realizadas con la misma metodología que estamos usando.

PROTOCOLO: DOPPLER EN MEDICINA FETAL

- *Vía vaginal*: el transductor debe ser colocado paramedialmente al cérvix uterino a nivel del orificio cervical interno (figura 1). Desplazamientos hacia abajo pueden identificar erróneamente una rama cervical o hacia arriba una arteria arcuata.

- *Vía abdominal*: se coloca el transductor longitudinalmente en la fosa ilíaca, de forma paralela a la cresta ilíaca y pared uterina, identificando los vasos ilíacos. Con un movimiento sutil en sentido medial se identifica la arteria uterina en una falsa imagen de cruce con la arteria ilíaca externa (Figura 2). La arteria uterina debe estudiarse 1-2 cm distal a este punto.

• Aspectos técnicos de la medición:

- Se debe identificar el vaso con Doppler color y utilizar escalas de velocidad altas (>60cm/s) para la identificación selectiva del vaso.
- El zoom tiene que ser suficiente para que el área de interés ocupe >50% de la pantalla
- El ángulo de insonación para las mediciones debe ser inferior a 30°.
- Deben obtenerse tres o más OVF de similares características para la medición, con una escala adecuada de Doppler pulsado (PRF), ocupando al menos tres cuartas partes del eje de las "y", con la línea de base en el cuarto inferior del eje. (Figura 3)
- El tamaño de la muestra del Doppler debe ser equivalente al diámetro de la arteria y debe colocarse en el centro del vaso.
- La velocidad de barrido debe permitir mostrar en pantalla 5-10 ondas.

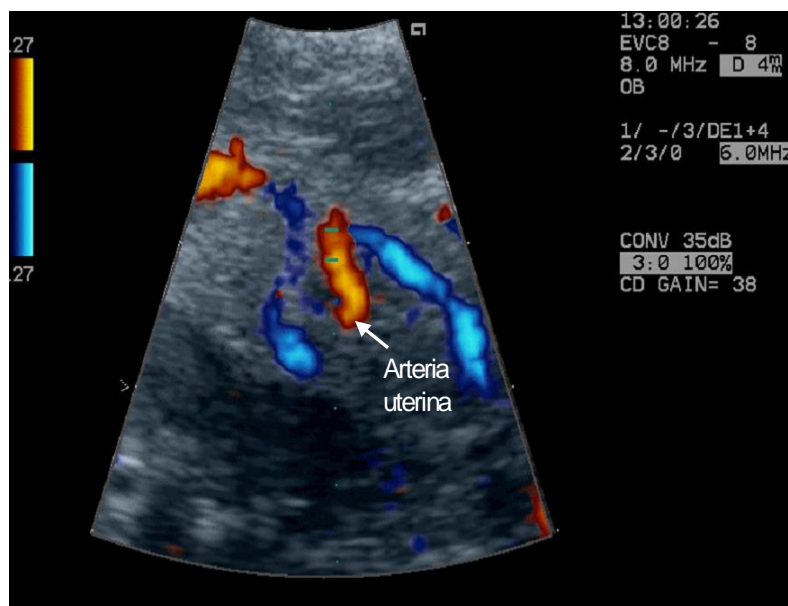


Figura 1: Localización de la arteria uterina vía vaginal, paramedialmente al orificio cervical interno

PROTOCOLO: DOPPLER EN MEDICINA FETAL

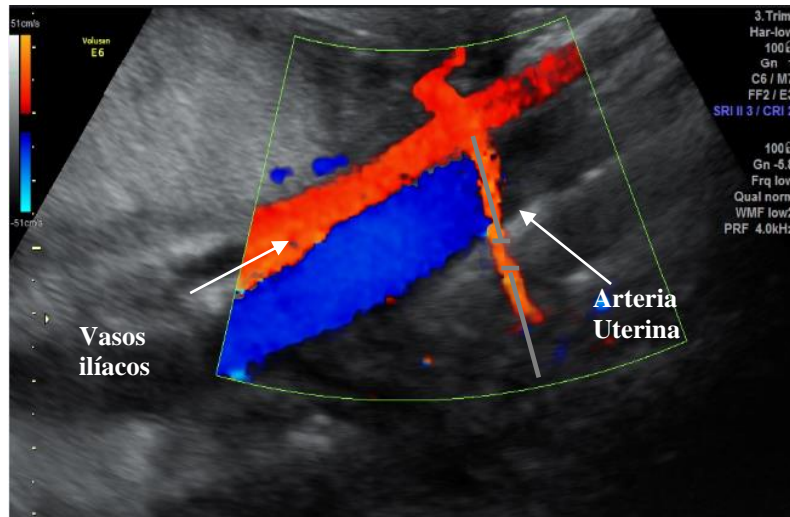


Figura 2: Localización de la arteria uterina vía abdominal, en su cruce con los vasos ilíacos. Obsérvese el lugar de insonación a unos 2 cm por debajo del cruce.

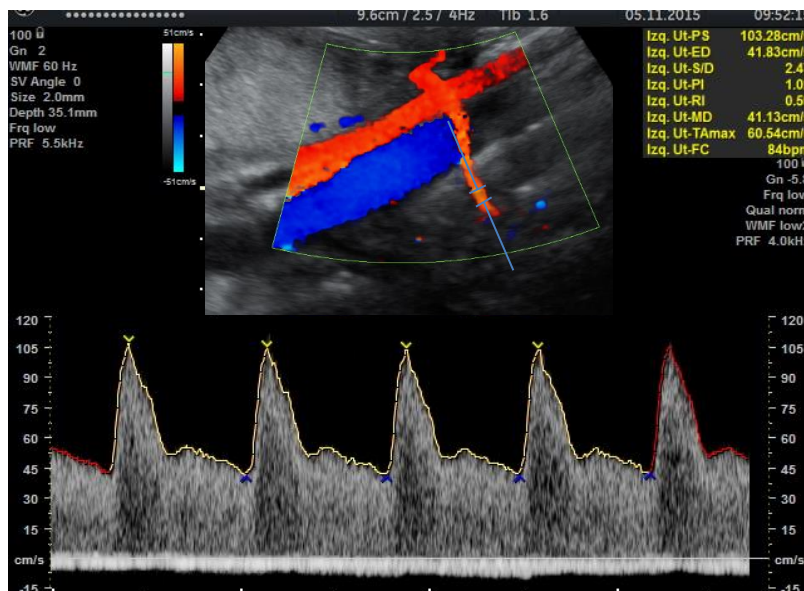


Figura 3: Insonación y obtención de la onda de velocidad de flujo de la arteria uterina.

PROTOCOLO: DOPPLER EN MEDICINA FETAL

- Parámetros utilizados en la práctica clínica:
 - (1) Flujo uterino anormal: La arteria uterina se puede analizar cuantitativa (índice de pulsatilidad) o cualitativamente (notch).

Dado que la valoración del notch no ha demostrado mejorar el rendimiento clínico de los índices cuantitativos, se usará sólo el Índice de pulsatilidad (IP) medio: $IP \text{ derecha} + IP \text{ izquierda} / 2$ y se valora según curvas de normalidad para la edad gestacional (Tabla 1).

3. EVALUACIÓN DOPPLER DE LA ARTERIA UMBILICAL (AU)

- La AU se puede estudiar a nivel paravesical, en asa libre o en la inserción placentaria. A menor distancia de la placenta menor pulsatilidad. Determinaremos el Doppler en asa libre por facilidad técnica, porque la mayoría de curvas de referencia se han realizado a este nivel y porque todos los estudios randomizados que han establecido su utilidad han usado esta porción. En gestaciones gemelares con dificultad técnica para asignar a cada feto su porción de asa libre, p.e. por oligoamnios, es útil evaluar la porción cercana a feto o bien a placenta. Como concepto general, en el seguimiento de patología en el mismo feto es imprescindible utilizar siempre la misma localización.
- Aspectos técnicos de la medición (Figura 4):
 - Se debe identificar el vaso con Doppler color y utilizar escalas de velocidad medias (entre 20 y 40 cm/s) para la identificación selectiva del vaso.
 - El zoom tiene que ser suficiente para que el área de interés ocupe >50% de la pantalla
 - El ángulo de insonación debe ser siempre inferior a 30°, lo cual es fácil en este vaso. Aunque los índices Doppler son matemáticamente independientes del ángulo, un ángulo de insonación excesivo afecta a la precisión de la medida.
 - El tamaño de la muestra del Doppler debe ser equivalente al diámetro de la arteria y debe colocarse en el centro del vaso.
 - Hasta en un 30% de los fetos en segundo trimestre la diferencia de los índices Doppler entre las dos arterias umbilicales es superior al 20%, diferencia que disminuye a lo largo de la gestación y es mínima a término. En caso de pulsatilidad anormal, se evaluarán ambas arterias y quedarnos con la mejor medición.
 - Como en cualquier vaso fetal, el estudio Doppler debe realizarse la exploración en ausencia de movimientos respiratorios fetales, que pueden alterar el tipo de onda y simular ausencia de flujo diastólico.
 - La valoración del IP es poco valorable en bradicardia o taquicardia marcadas, por la interferencia en la morfología de la onda.

PROTOCOLO: DOPPLER EN MEDICINA FETAL

- Deben obtenerse tres o más OVF de similares características para la medición, con una escala adecuada de Doppler pulsado (PRF), ocupando al menos tres cuartas partes del eje de las “y”, con la línea de base en el cuarto inferior del eje.
- La velocidad de barrido debe permitir mostrar en pantalla 5-10 ondas
- Se repetirá la adquisición y medida de la onda en tres ocasiones, y a efectos clínicos consideraremos la mejor (menos pulsátil) de las observaciones.

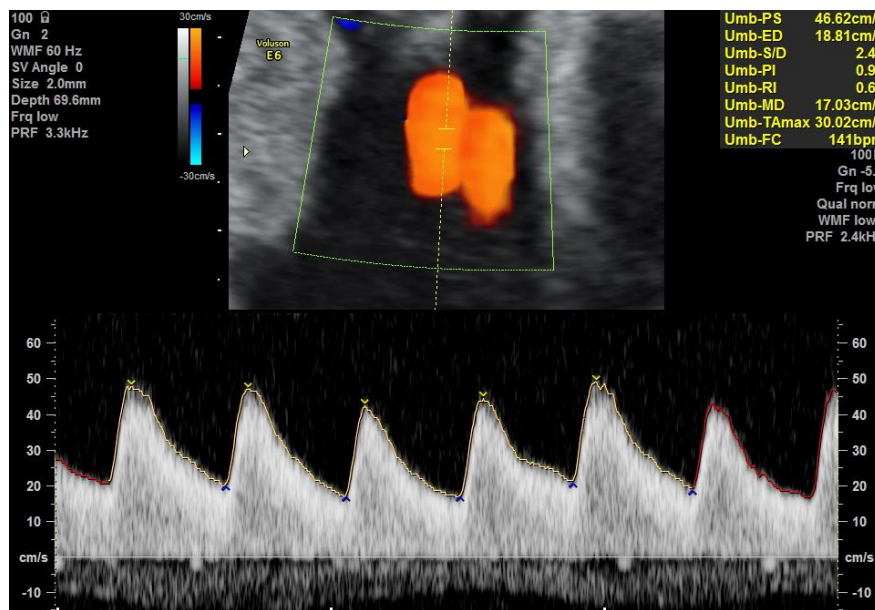


Figura 4: Insonación y obtención de la onda de velocidad de flujo de la arteria umbilical. Obsérvese la insonación del flujo con ángulo cercano a 0°, la optimización de la escala de color para evitar el “aliasing” y el ajuste de la escala de velocidades para que la onda ocupe alrededor de un tercio de la imagen.

- Parámetros utilizados en la práctica clínica:

(1) Índice de Pulsatilidad (IP): Se considerará anormal cuando $IP > \text{percentil } 95$ para edad gestacional (Tabla 1).

(2) Características del flujo diastólico (Figura 5):

- Flujo diastólico ausente: flujo ausente en algún momento de la diástole, de manera constante (>50% de los ciclos), persistente (en 2 determinaciones separadas más de 12 horas) y en ambas arterias.
- Flujo diastólico reverso: flujo reverso en algún momento de la diástole, de manera constante (>50% de los ciclos), persistente (en 2 determinaciones separadas más de 12 horas) y en ambas arterias.

PROTOCOLO: DOPPLER EN MEDICINA FETAL

De lo previo se deduce que ante un Doppler de la arteria umbilical patológico, deberemos realizar siempre la determinación en ambas arterias umbilicales y nos quedaremos con el mejor valor.

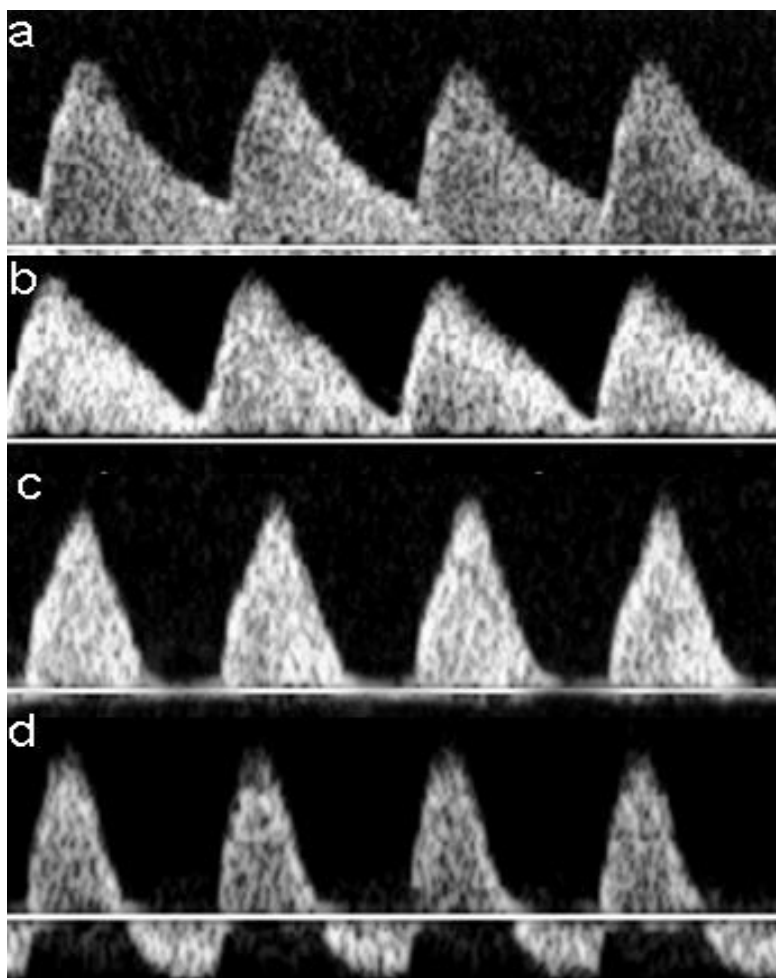


Figura 5: Cambios progresivos en la onda de velocidad de flujo la arteria umbilical en situación de insuficiencia placentaria. (a): Flujo diastólico normal; (b): Flujo diastólico disminuido pero positivo; (c): Flujo diastólico ausente; (d) Flujo diastólico reverso.

PROTOCOLO: DOPPLER EN MEDICINA FETAL

4. EVALUACIÓN DOPPLER DE LA ARTERIA CEREBRAL MEDIA (ACM)

- Se identifica en un corte axial craneal a nivel del polígono de Willis, observándose su trayecto de unos 2-4cm desde su parte proximal en la salida en la carótida interna hasta su parte distal adyacente al hueso parietal. Existen diferencias a tener en cuenta entre los diferentes segmentos de la ACM. Cuanto más distal al polígono, mayor es la pulsatilidad. Además, en sus porciones más distales la ACM se divide en 2-4 vasos por lo que su evaluación es menos representativa. El estándar es explorar el vaso en su porción proximal, cerca de la salida de la carótida interna.
- Aspectos técnicos de la medición (Figura 6):
 - Se debe identificar el vaso con Doppler color y utilizar escalas de velocidad medias (entre 20 y 40 cm/s) para la identificación selectiva del vaso.
 - El zoom tiene que ser suficiente para que el área de interés ocupe >50% de la pantalla.
 - El ángulo de insonación debe ser siempre inferior a 15°, lo cual es fácil en este vaso.
 - El tamaño de la muestra del Doppler debe ser equivalente al diámetro de la arteria y debe colocarse en el centro del vaso.
 - El estudio Doppler debe realizarse la exploración en ausencia de movimientos respiratorios fetales.
 - La valoración del IP es poco valorable en bradicardia o taquicardia marcadas, por la interferencia en la morfología de la onda.
 - El tamaño de la muestra del Doppler debe ser equivalente al diámetro de la arteria y debe colocarse en el centro del vaso.
 - Se debe tener en cuenta no ejercer una presión excesiva sobre la calota fetal, pues ésta puede aumentar artefactualmente la pulsatilidad y disminuir las velocidades máximas. Este fenómeno es más notable a edades gestaciones precoces, por ser la calota más deformable.
 - Deben obtenerse tres o más OVF de similares características para la medición, con una escala adecuada de Doppler pulsado (PRF), ocupando al menos tres cuartas partes del eje de las “y”, con la línea de base en el cuarto inferior del eje.
 - La velocidad de barrido debe permitir mostrar en pantalla 5-10 ondas.
 - Se repetirá la adquisición y medida de la onda en tres ocasiones, y a efectos clínicos consideraremos la mejor (más pulsátil) de las observaciones. En el caso de la evaluación del PVS en el contexto de la sospecha de anemia fetal se considerará el valor promedio.

PROTOCOLO: DOPPLER EN MEDICINA FETAL

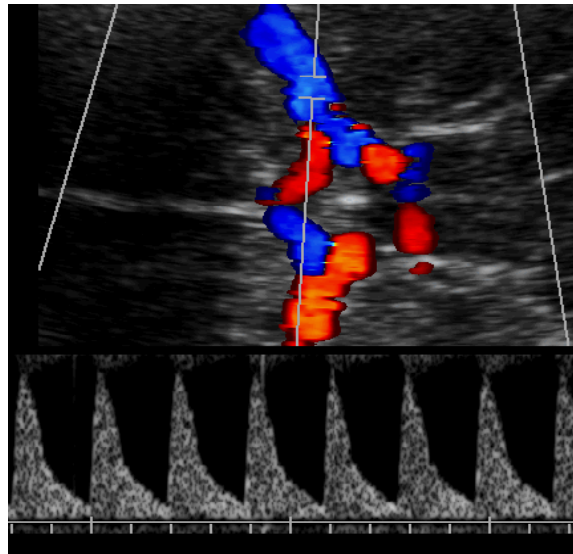


Figura 6: Insonación y obtención de la onda de velocidad de la arteria cerebral media. Obsérvese el “zoom” de la arteria cerebral media, la insonación con ángulo cercano a 0° en la porción más proximal de la arteria a su salida del polígono de Willis y ajuste de la escala de velocidades para que la onda ocupe alrededor de un tercio de la imagen.

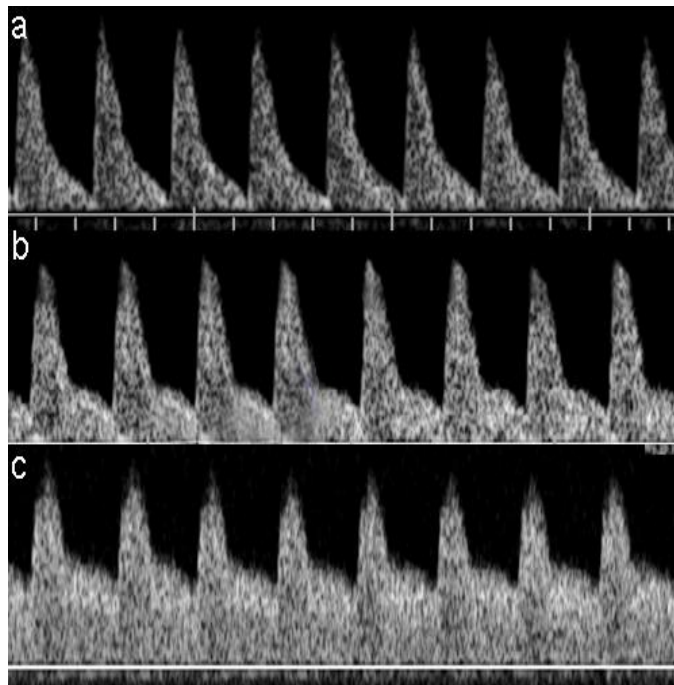


Figura 7: Cambios progresivos en la onda de velocidad de flujo de la arteria cerebral media en situación de hipoxia. (a): Onda de velocidad de flujo normal de alta resistencia; (b) Aumento moderado de las velocidades diastólicas con caída moderada de la pulsatilidad; (c) Aumento marcado de las velocidades diastólicas con caída marcada de la pulsatilidad.

PROTOCOLO: DOPPLER EN MEDICINA FETAL

- Parámetros utilizados en la práctica clínica:
 - (1) IP: utilizado para valorar la vasodilatación cerebral en contexto de sospecha de hipoxia fetal. Vasodilatación: IP ACM < percentil 5 de manera persistente (en 2 determinaciones separadas > 12 horas). (Tabla 1).
 - (2) Índice Cerebroplacentario (ICP: IP ACM/IP AU). Redistribución: ICP < percentil 5 de manera persistente (en 2 determinaciones separadas > 12 horas). (Tabla 1).
 - (3) Velocidad máxima (pico sistólico): requiere ángulos muy cercanos a 0° y nunca superiores a 30°. Aumento de las velocidades sistólicas: Velocidad máxima > 1.5 MoM, de manera constante. (Tabla 1).

5. EVALUACIÓN DOPPLER DEL ISTMO AÓRTICO

- Es posible evaluar el istmo aórtico en dos cortes: el corte sagital y el corte de tres vasos y tráquea:
 - En un corte sagital del tórax fetal, identificar el ventrículo izquierdo y el arco aórtico. La muestra del Doppler unos milímetros más allá del origen de la arteria subclavia izquierda (Figura 8).

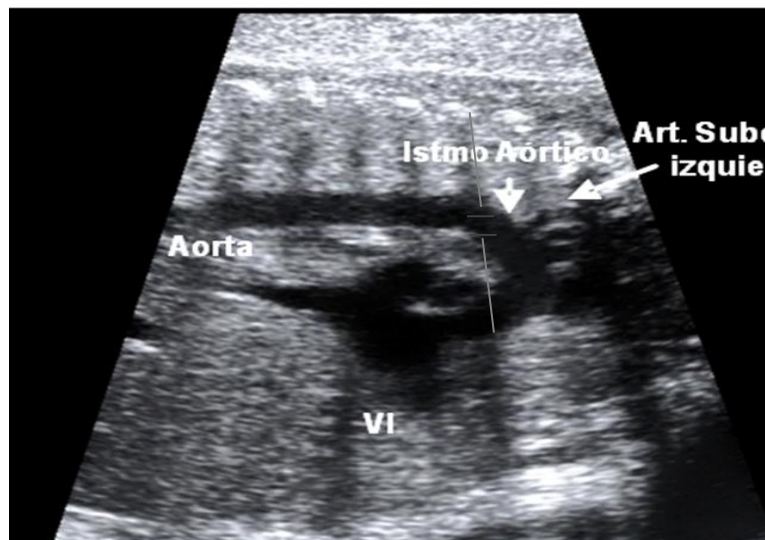


Figura 8: Istmo aórtico medido en la aorta longitudinal. Obsérvese que la muestra del Doppler se coloca unos milímetros más allá del origen de la arteria subclavia izquierda.

PROTOCOLO: DOPPLER EN MEDICINA FETAL

- En el corte de los tres vasos y tráquea, colocando la muestra del Doppler justo antes de la convergencia del IAO y el ductus arterioso (Figura 9). El corte de los tres vasos y tráquea ofrece una forma fácil y precisa para estudiar el flujo sanguíneo del istmo aórtico en la mayoría de las posiciones fetales, reduciendo el tiempo de exploración. Este corte es especialmente útil en las etapas más avanzadas de la gestación, cuando la columna vertebral calcificada, dificulta la visualización del arco aórtico dificultando la técnica, y el corte de los tres vasos y tráquea nos es más accesible³.

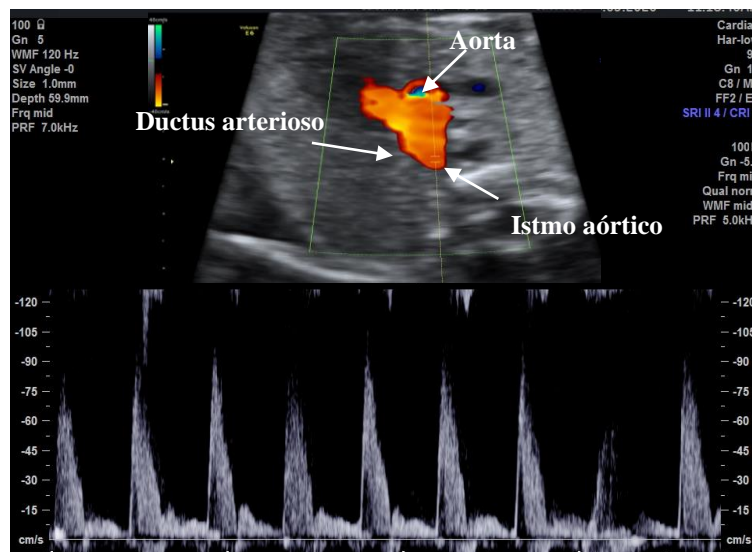


Figura 9: Insonación y onda de velocidad flujo del istmo aórtico medido en el corte de los tres vasos y tráquea. Obsérvese que la muestra del Doppler se coloca justo antes de la convergencia del istmo aórtico y el ductus arterioso.

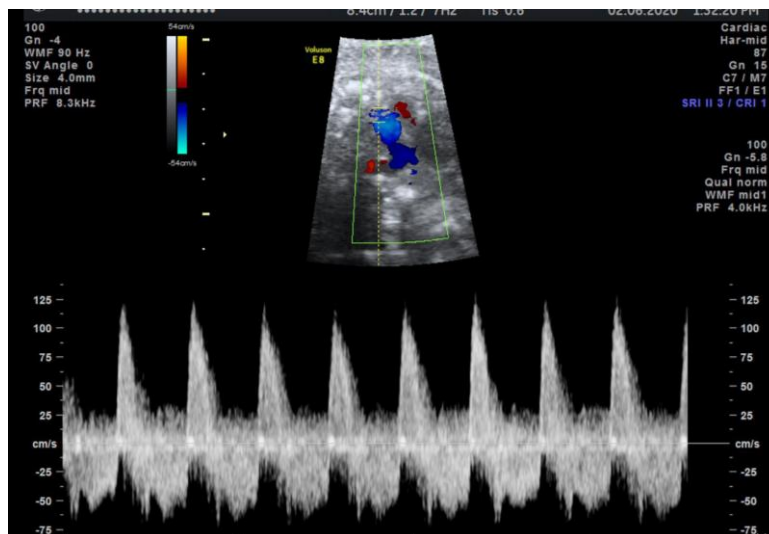


Figura 10: Presencia de un flujo diastólico reverso

PROTOCOLO: DOPPLER EN MEDICINA FETAL

- Aspectos técnicos de la medición:
 - Se debe identificar el vaso con Doppler color y utilizar escalas de velocidad medias-altas (>60cm/s).
 - El zoom tiene que ser suficiente para que el área de interés ocupe >50% de la pantalla.
 - El ángulo de insonación debe ser siempre inferior a 30°, lo cual es más fácil en el corte de la "V".
 - El tamaño de la muestra del Doppler debe ser equivalente al tamaño del vaso.
 - El estudio Doppler debe realizarse la exploración en ausencia de movimientos respiratorios fetales.
 - Deben obtenerse tres o más OVF de similares características para la medición, con una escala adecuada de Doppler pulsado (PRF), ocupando al menos tres cuartas partes del eje de las "y", con la línea de base en el cuarto inferior del eje pero permitiendo valorar la presencia de flujo reverso.
 - Se debe diferenciar del flujo del ductus arterioso. Ayuda la localización anatómica precisa, la presencia del notch protodiastólico y la morfología de la sístole que tiene mayor aceleración en el istmo.

- Parámetros utilizados en la práctica clínica:
 - Flujo reverso en IAo: presencia de un componente diastólico reverso mayor al anterógrado y más de la mitad de los ciclos y en al menos 3 medidas sucesivas.

6. EVALUACIÓN DOPPLER DEL RETORNO VENOSO DERECHO

Aspectos generales

- En los vasos de baja velocidad (vena umbilical y vena cava inferior) el filtro de la pared se ha de fijar en el límite inferior permitido por el equipo, en general 50Hz, para poder detectar bajas velocidades de flujo sanguíneo.
- Es especialmente importante que el feto esté en reposo y sin movimientos respiratorios. Por su fina pared, los movimientos respiratorios se reflejan con mayor influencia aun que en los vasos arteriales.
- El volumen muestra debe ser equivalente al diámetro del vaso y colocarse en el centro del vaso.

PROTOCOLO: DOPPLER EN MEDICINA FETAL

6.1.- Vena umbilical

- Aspectos técnicos de la medición:
 - Se puede evaluar en asa libre o en su porción intraabdominal, antes de dar lugar a la vena hepática. A nivel del asa libre, la proximidad de la arteria puede simular un flujo venoso pulsátil, por lo que en general la región de elección es la intraabdominal, antes de dar lugar a la vena hepática. Debe evitarse explorar el flujo en el anillo umbilical, dado que por su estrechez la presencia de pulsaciones es fisiológica.
 - Se utilizarán escalas de velocidad bajas (<20 cm/s).
 - El ángulo de insolación debe ser inferior a 30°.
- Parámetros utilizados en la práctica clínica:
 - (1) Flujo pulsátil: pulsaciones persistentes (en dos ocasiones separadas >12 horas), sincrónicas con el ciclo cardíaco. Las pulsaciones pueden ser bi o trifásicas, siendo estas últimas las mejor correlacionadas con la acidosis (Figura 11)

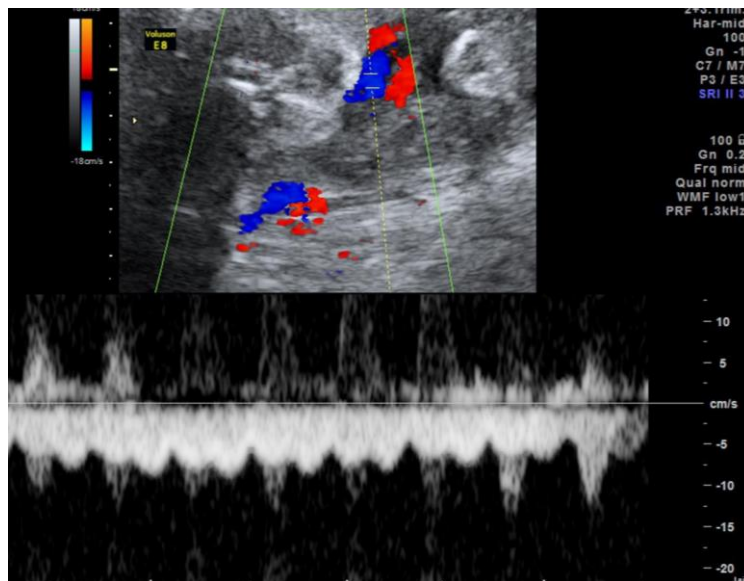


Figura 11. Flujo venoso umbilical con pulsaciones trifásicas.

PROTOCOLO: DOPPLER EN MEDICINA FETAL

6.2.- Ductus venoso

- Se puede estudiar en un plano sagital medio o transverso oblicuado del abdomen fetal. El plano transverso facilita los ángulos inferiores a 30°. Nace de la VU y al ser un vaso de alta velocidad, se observa fácilmente con Doppler color. Manipulando la escala de color puede observarse su trayecto de forma diferenciada por el aumento de velocidad (casi amarillo, y si se utilizan escala bicromáticas se observa el cambio de color). La figura 12 ilustra el cambio de escala para la identificación del DV. Es fácil identificar falsamente una vena hepática como un DV de aspecto patológico, dado que se sitúan en un plano superior a una distancia mínima del DV (Figura 13), se diferencia por su localización anatómica y porque sus velocidades son menores. Además de optimizar la escala de velocidad, debe reducirse el tamaño del volumen de muestra del Doppler pulsado para evitar la contaminación con vasos adyacentes. El plano transverso facilita los ángulos inferiores a 30°.
- Aspectos técnicos de la medición (Figura 14):

El zoom tiene que ser suficiente para que el área de interés ocupe >50% de la pantalla

- La muestra de Doppler pulsado debería ser colocada en el punto más próximo a la salida de la umbilical, que corresponde al de máxima velocidad.
 - El ángulo de insonación debe ser inferior a los 30°.
 - Ausencia de movimientos fetales y maternos.
 - Se utilizarán escalas de velocidad altas (40-60 cm/s).
 - Deben obtenerse tres o más OVF de similares características para la medición, con una escala adecuada de Doppler pulsado (PRF), ocupando al menos tres cuartas partes del eje de las "y", con la línea de base en el cuarto inferior.
 - La velocidad de barrido debe permitir mostrar en pantalla 5-10 ondas
 - Se repetirá la adquisición y medida de la onda en tres ocasiones (idealmente en planos diferentes), y a efectos clínicos consideraremos la mejor (menos pulsátil) de las observaciones.
- Parámetros utilizados en la práctica clínica (Figura 15):
 - (1) IP: Se considerará patológico si IP DV > percentil 95. (Tabla 1).
 - (2) Presencia o ausencia de flujo durante la onda atrial. Debe ser constante (más del 50% de los ciclos) y persistente (en 2 ocasiones separadas >12 horas).

PROTOCOLO: DOPPLER EN MEDICINA FETAL

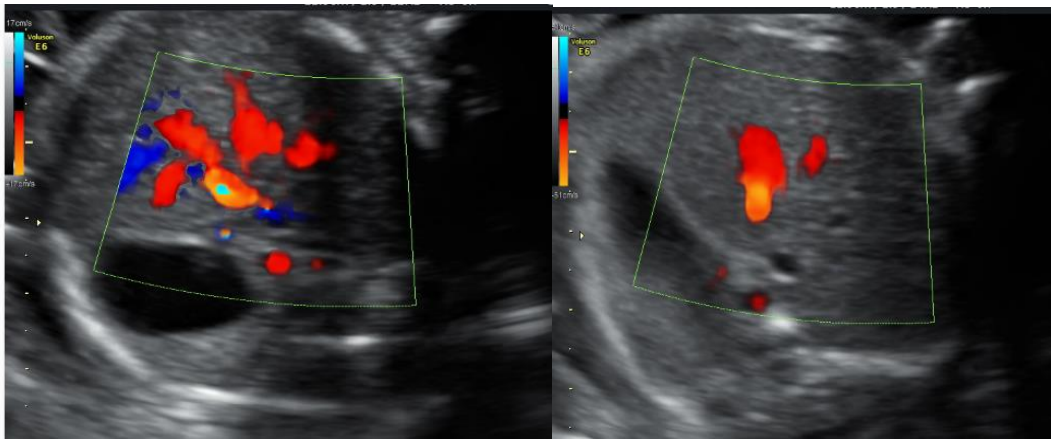


Figura 12: Efecto del cambio de escala en el ductus venoso. Obsérvese que al ajustar las velocidades a un rango alto se selecciona selectivamente el ductus y permite identificar el punto óptimo de insonación que corresponde con el de máxima velocidad.

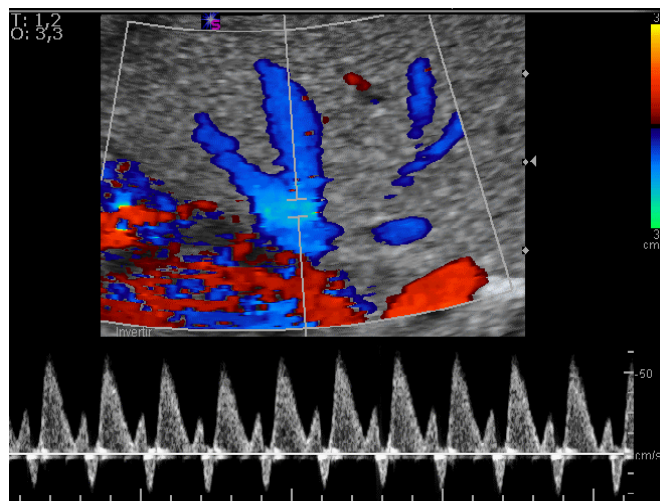


Figura 13: Insonación y onda de velocidad de flujo de una vena hepática. Obsérvese las elevadas velocidades que lo diferencian de la cava inferior y las velocidades negativas durante la contracción atrial que lo diferencian del ductus venoso.

PROTOCOLO: DOPPLER EN MEDICINA FETAL

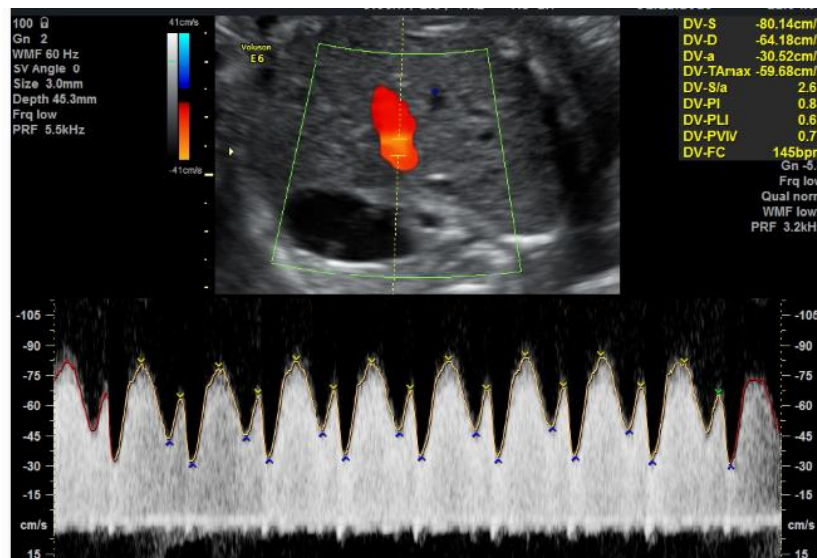


Figura 14: Insonación y obtención de la onda de velocidad del ductus venoso. Obsérvese el punto de insonación que corresponde con el de máxima velocidad identificable por el fenómeno de “aliasing”.

PROTOCOLO: DOPPLER EN MEDICINA FETAL

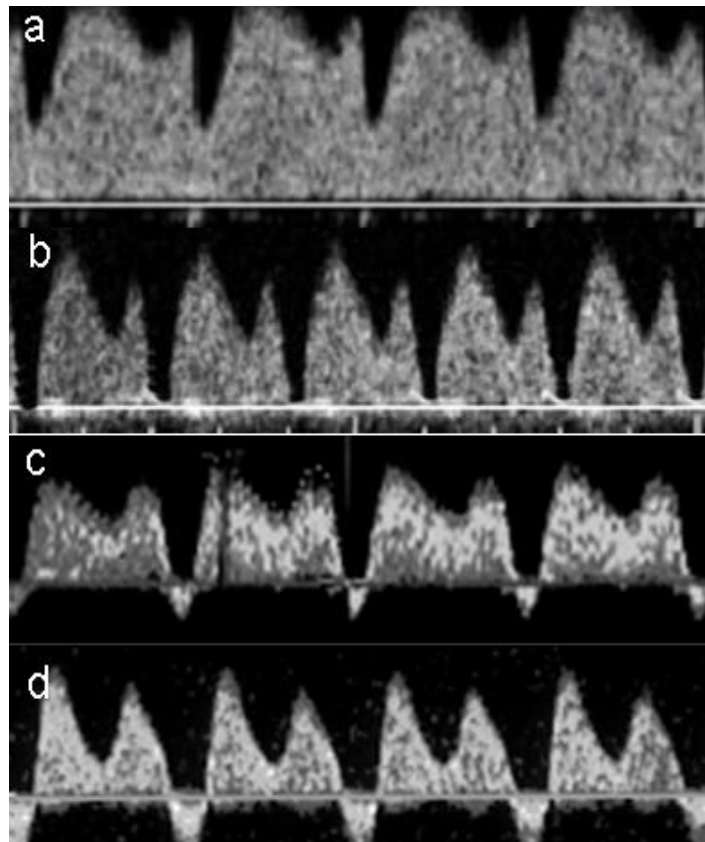


Figura 15: Cambios progresivos en la onda de velocidad de flujo del ductus venoso en situación de acidosis. (a) Onda de velocidad de flujo normal; (b) Flujo ausente durante la contracción atrial; (c) Flujo reverso moderado durante la contracción atrial; (d) Flujo reverso marcado durante la contracción atrial.

Responsables del protocolo:	Eduarne Mazarico, Eva Meler, Francesc Figueras
Fecha del protocolo y actualizaciones:	01/06/2007, 01/06/2020
Última actualización:	01/06/2020
Próxima actualización:	01/06/2024
Código Hospital Clínic:	MMF-63-2007
Código Sant Joan de Deu:	

PROTOCOLO: DOPPLER EN MEDICINA FETAL

Tabla 1. Valores de normalidad

VALORES NORMALIDAD DOPPLER							
EG (s)	IPAU (p95) ¹	IPACM (p5)	ICP ² (p5)	PVS (1.5MoM) ³	IPDV (p95) ⁴	IPCVCi (p95) ⁵	IPmUt (p95) ⁶
20	2,01	1,37	0,83	38	0,89	0,81	1.61
21	1,96	1,4	0,91	40	0,88	0,78	1.54
22	1,9	1,45	0,99	42	0,87	0,75	1.47
23	1,85	1,47	1,06	44	0,86	0,72	1.41
24	1,79	1,5	1,12	46	0,85	0,68	1,35
25	1,73	1,51	1,18	48	0,83	0,66	1,30
26	1,69	1,52	1,23	50	0,82	0,64	1,25
27	1,64	1,53	1,27	52	0,81	0,62	1,21
28	1,6	1,53	1,30	55	0,80	0,60	1,17
29	1,58	1,53	1,33	58	0,79	0,57	1,13
30	1,54	1,52	1,35	61	0,78	0,55	1,10
31	1,5	1,51	1,36	64	0,76	0,53	1,06
32	1,48	1,5	1,36	67	0,75	0,52	1,04
33	1,46	1,47	1,36	70	0,74	0,50	1,01
34	1,43	1,43	1,35	73	0,73	0,48	0,99
35	1,42	1,4	1,33	76	0,72	0,47	0,97
36	1,41	1,37	1,31	80	0,71	0,45	0,95
37	1,4	1,32	1,28	84	0,70	0,43	0,94
38	1,4	1,28	1,24	-	0,68	0,41	0,92
39	1,4	1,21	1,19	-	0,89	0,40	0,91
40	1,4	1,18	1,14	-	0,88	0,39	0,90

1 Arduini D J Perinat Med 1990; 18: 165

2 Baschat AA UOG 2003; 21: 124

3 Mari G N Engl J Med 2000; 342: 9

4 Hecher K UOG 1994; 4: 381

5 Rizzo G UOG 1996; 7: 401

6 Gomez O UOG 2008; 32: 128

