

# **Doppler en medicina materno-fetal**



# Doppler en medicina materno-fetal

## **Daniel Cafici**

Médico especialista en Obstetricia con orientación en ultrasonido materno-fetal.

Director de Docencia e Investigación, Sociedad Argentina de Ultrasonografía en Medicina y Biología (SAUMB).

Expresidente de la Sociedad Argentina de Ultrasonografía en Medicina y Biología (SAUMB).

Expresidente de la Federación Latinoamericana de Ultrasonografía en Medicina y Biología (FLAUS).

Exembajador de la *International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology* (ISUOG).

Cafci, Daniel

Doppler en medicina materno-fetal / Daniel Cafci.

1ª ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Journal, 2025.

226 p.; 24 x 17 cm.

ISBN 978-987-8452-81-4

1. Ultrasonografía Doppler. 2. Obstetricia. I. Título.

CDD 618.207543

© Ediciones Journal, 2025

Viamonte 2146 1 "A" (C1056ABH) CABA, Argentina

ediciones@journal.com.ar | www.edicionesjournal.com

Producción editorial: Ediciones Journal S.A.

Diagramación: Diego Stegmann

Diseño de tapa: Le Voyer

Importante: se ha puesto especial cuidado en confirmar la exactitud de la información brindada y en describir las prácticas aceptadas por la mayoría de la comunidad médica. No obstante, los autores, traductores, correctores y editores no son responsables por errores u omisiones ni por las consecuencias que puedan derivar de poner en práctica la información contenida en esta obra y, por lo tanto, no garantizan de ningún modo, ni expresa ni tácitamente, que ésta sea vigente, íntegra o exacta. La puesta en práctica de dicha información en situaciones particulares queda bajo la responsabilidad profesional de cada médico.

Los autores, traductores, correctores y editores han hecho todo lo que está a su alcance para asegurarse de que los fármacos recomendados en esta obra, al igual que la pauta posológica de cada uno de ellos, coinciden con las recomendaciones y prácticas vigentes al momento de publicación. Sin embargo, puesto que la Investigación sigue en constante avance, las normas gubernamentales cambian y hay un constante flujo de información respecto de tratamientos farmacológicos y reacciones adversas, se insta al lector a verificar el prospecto que acompaña a cada fármaco a fin de verificar cambios en las indicaciones y la pauta posológica y nuevas advertencias y precauciones. Esta precaución es particularmente importante en los casos de fármacos que se utilizan con muy poca frecuencia o de aquéllos de reciente lanzamiento al mercado.

Quedan reservados todos los derechos. No se permite la reproducción parcial o total, el almacenamiento, el alquiler, la transmisión o la transformación de este libro, en cualquier forma o por cualquier medio, sea electrónico o mecánico, mediante fotocopias, digitalización u otros métodos, sin el permiso previo y escrito de Ediciones Journal S.A. Su infracción está penada por las leyes 11.723 y 25.446.

Libro de edición argentina

Impreso en India - Printed in India - 09/2024

Replika Press Pvt Ltd, Haryana, 131028

Queda hecho el depósito que establece la Ley 11.723

Se imprimieron 2000 ejemplares

A0001

*Para Benja.*

*Para Pía y mis hijos Fede, Carla, Joka, Pipe y Renata.*

*Para mis hijos en el afecto Santi, Naco, Tommy y Nacho.*



# Prólogo

A pesar de todos los avances que se han producido en el área de la ecografía convencional y en la evaluación de la circulación materno-fetal por medio del ultrasonido Doppler, quedan aún muchos interrogantes a develar.

La investigación en el ámbito de la salud de la madre y del feto durante la gestación es un tema que se encuentra en permanente revisión y actualización. La aplicación del ultrasonido Doppler en la evaluación prenatal es una técnica ampliamente difundida, que se utiliza sistemáticamente en la vigilancia del embarazo. De allí que la demanda constante del aprendizaje, la actualización y la educación permanente sea una constante entre los diferentes profesionales de la salud.

Tengo la firme convicción de que la realización de un estudio Doppler en el embarazo requiere de dos pilares fundamentales: la utilización de una técnica adecuada y el conocimiento de los aspectos clínicos de la patología que estemos investigando. Solo de esa manera el operador podrá conocer las implicancias que pueda tener en la madre o en el feto el informe que está entregando.

Este libro cubre todos esos aspectos. Por un lado, explica detalladamente los principios físicos que nos permiten optimizar la operación del equipo y evitar errores; y, por otro, ilustra claramente la metodología para obtener los registros de los diferentes territorios de la circulación materna y fetal. Revisa de manera integral la aplicación del estudio Doppler en situaciones clínicas de interés en capítulos dedicados a la evaluación del crecimiento fetal, a los aspectos vinculados con el diagnóstico y manejo de la restricción de crecimiento, y a la fisiopatología y los aspectos clínicos de la preeclampsia, así como las herramientas disponibles para su detección. También, ofrece al lector una herramienta de gran importancia como es la inclusión de los diferentes valores de referencia para la biometría y el peso fetal, así como para todas las determinaciones Doppler.

Espero que, como ha ocurrido en mis otras publicaciones, la larga trayectoria en la enseñanza garantice que el contenido sea ameno, de lectura sencilla y de fácil comprensión. Los lectores podrán adquirir los diferentes niveles de conocimiento, desde los aspectos básicos hasta las últimas actualizaciones, y encontrarán todo el material que hace de este libro una herramienta de consulta permanente.

**Daniel Cafici**

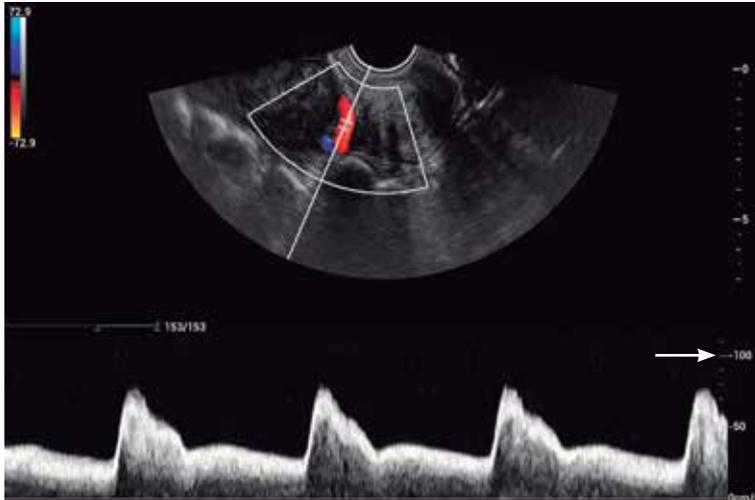


# Índice

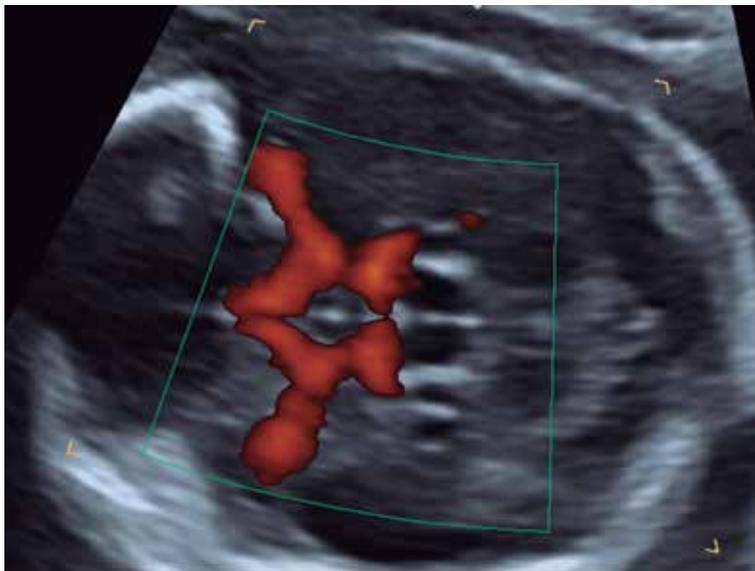
Prólogo .....	VII
<b>1</b> Física e instrumentación del Doppler .....	1
<b>2</b> Bioseguridad .....	31
<b>3</b> Evaluación mediante Doppler de las arterias uterinas .....	39
<b>4</b> Evaluación mediante Doppler de la arteria umbilical .....	57
<b>5</b> Evaluación Doppler de la circulación cerebral fetal .....	79
<b>6</b> Sistema venoso fetal .....	107
<b>7</b> Otros territorios de interés .....	129
<b>8</b> Biometría y crecimiento fetal: identificación del feto con crecimiento anormal .....	145
<b>9</b> Uso del Doppler en el diagnóstico, seguimiento y manejo de la restricción de crecimiento fetal .....	179
<b>10</b> Preeclampsia: aspectos clínicos, fisiopatología y tamizaje .....	199
Índice de términos .....	225



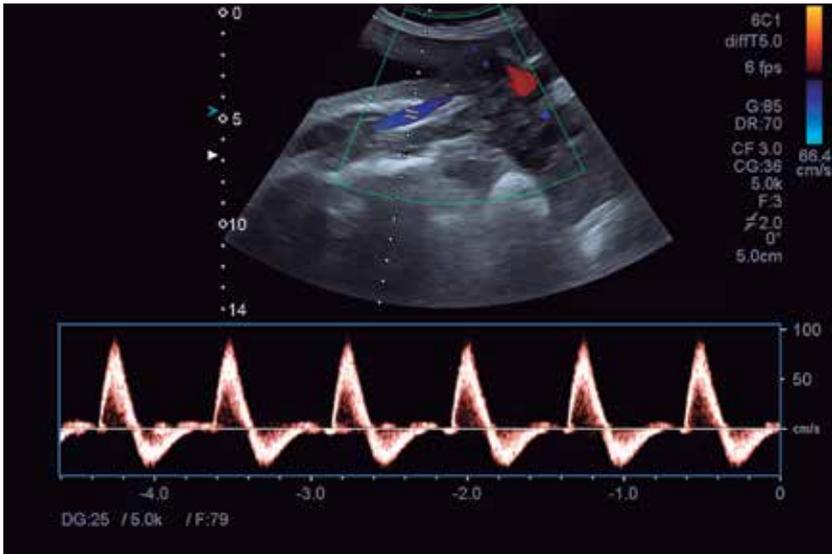
La amplitud de la señal es, por otra parte, la base para la generación del Doppler de amplitud, también conocido como Doppler de energía o Doppler de poder. El Doppler de energía representa la presencia de flujo con una sobreimposición del color naranja (Figura 1.14).



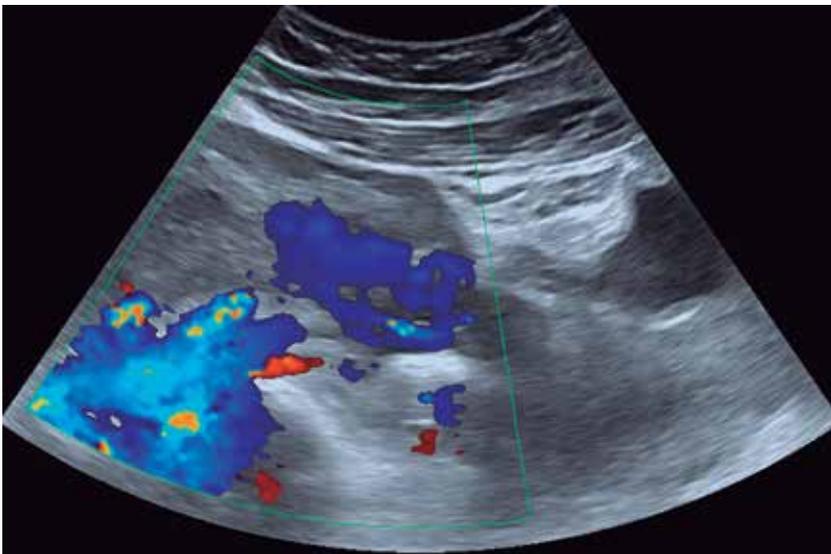
**Figura 1.13** Obsérvese la inversión de la barra de color a la izquierda de la pantalla. Los tonos azules se encuentran arriba y los rojos abajo. Significa que el flujo que observamos en color rojo en la imagen se está alejando del transductor. En la señal espectral, el signo menos (-) (*flecha a la derecha*) indica que el flujo se aleja del transductor. La inversión la efectuó el operador para que el espectro se presente por encima de la línea de base, a pesar de estar circulando en sentido contrario.



**Figura 1.14** Visualización del polígono de Willis con Doppler de energía.



**Figura 3.11** Forma de onda de velocidad de flujo característica de la arteria ilíaca externa. Muestra un elevado pico sistólico, flujo reverso inicial en diástole y escaso flujo de fin de diástole. Puede servir al operador para orientar la búsqueda de la arteria uterina que habitualmente la intersecará en ángulo de aproximadamente 90° con algunas variantes.



**Figura 3.12** La caja color se sitúa en el área paracervical. No es posible identificar claramente los vasos debido al *aliasing* color que se produce debido a la utilización de una frecuencia de repetición de pulsos muy baja.

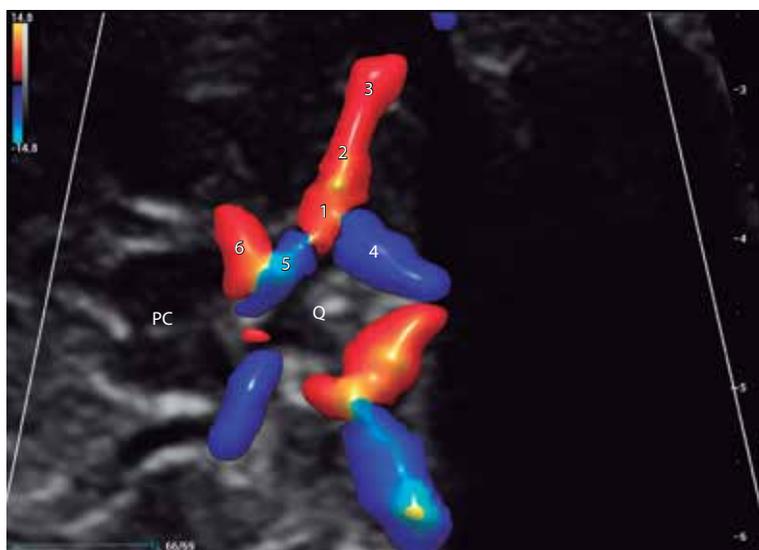
### Otros sectores de la circulación cerebral

Como se ha dicho, el vaso de elección para la evaluación de la circulación cerebral fetal es la ACM en su porción proximal. En esta sección describiremos la identificación de otros vasos del polígono de Willis. Los mismos han sido evaluados con fines de investigación y su reconocimiento puede ser útil para evitar confundirlos entre sí.

A continuación, se describen los vasos que pueden identificarse en el plano transpeduncular. La arteria carótida interna (ACI) puede ser evaluada en este mismo plano antes de su bifurcación en la ACA y la ACM. La ACA, que se sitúa más frontal y medial, otorga una señal más débil que la ACM. Finalmente, para localizar la señal de la ACP debemos ubicar la muestra en el borde externo y anterior del pedúnculo cerebral. La pesquisa de la ACP en el borde externo del polígono no es fácil de obtener debido a que habitualmente guarda un ángulo desfavorable con respecto al transductor. La Figura 5.8 ilustra sobre los sitios de registro de la ACM en sus dos porciones, de la ACA y de la ACP.

La circulación cerebelar puede objetivarse en un plano oblicuo que demuestre la fosa posterior en el plano transcerebelar. Se podrá identificar en este nivel la arteria cerebelosa posteroinferior y la arteria cerebelosa superior. La arteria cerebelosa posteroinferior, en la porción posterior de la unión del vermis cerebeloso con uno de los hemisferios (Figura 5.9) y la arteria cerebelosa superior cerca del borde anterior del cerebelo.

En algunas ocasiones en que la cabeza fetal se encuentre muy descendida en la pelvis materna, puede tornarse dificultosa la insonación de los vasos cerebrales del feto. En estos casos puede ser de gran utilidad proceder al examen de la calota fetal mediante un transductor endovaginal.



**Figura 5.8** Otros vasos de la circulación cerebral. Se aprecian la arteria carótida interna (1), la arteria cerebral media, porción proximal (2) y distal (3) la arteria cerebral anterior (4), la arteria comunicante posterior (5) arteria cerebral posterior (6). Q: quiasma óptico; PC: pedúnculos cerebrales.

### Visualización ultrasonográfica de la circulación venosa fetal

El hígado fetal es atravesado por varias venas, pero las que guardan interés en la circulación fetal son la VCI, VU, DV, el sistema porta y las venas hepáticas. La mayoría de las venas se pueden identificar en escala de grises a partir del segundo trimestre, sin embargo, el estudio dedicado de las venas fetales se ve facilitado por la aplicación de Doppler color.

La VCI está formada por la unión de ambas venas ilíacas comunes y en su curso recibe a las dos venas renales. En la parte inferior y media del abdomen, la VCI tiene un trayecto en el lado derecho de la columna vertebral y la aorta y cuando alcanza el nivel del hígado, toma un curso más ventral para ingresar luego en la aurícula derecha.

La VU ingresa en el abdomen y tiene un curso extrahepático corto para acceder al hígado a lo largo del ligamento falciforme a la izquierda de la vesícula biliar.

Luego de un breve trayecto intrahepático se conecta a una vena con forma de L, que es la vena porta izquierda (VPI). En este nivel, se forma el seno portal (SP) que, por definición, es un espacio vascular que se extiende desde el punto de origen de la vena porta inferior izquierda hasta el punto de origen de la vena porta derecha (Figura 6.5).

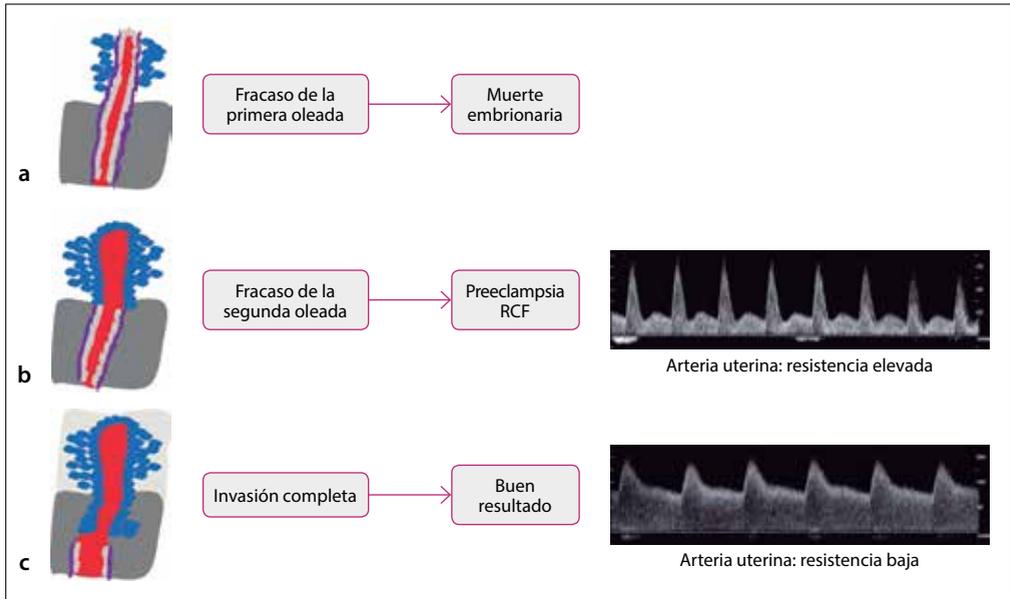
El SP representa la confluencia de los siguientes vasos: VU, vena porta principal o extrahepática, venas porta intrahepáticas izquierda y derecha y DV.

Continuando el trayecto de la VU emerge el DV como una derivación delgada con morfología similar a una trompeta debido a su inicio de pequeño calibre, aproximadamente un tercio del diámetro de la VU.

Las tres venas hepáticas derecha, media e izquierda forman el sistema venoso eferente que drena la sangre venosa del hígado hacia el corazón. En modo B muestran un curso en forma de tridente (la “estrella del hígado”). Como se mencionó previamente, las tres venas hepáticas confluyen en el vestíbulo subdiafrágmatico junto con el DV y la VCI. Topográficamente el



**Figura 6.5** Corte axial del abdomen fetal que muestra la vena umbilical (VU), el seno portal (SP), la vena porta (VP) y el ductus venoso (DV).



**Figura 10.3** **a** El fracaso la primera oleada de invasión trofoblástica resulta habitualmente muerte embrionaria. **b** La preeclampsia estaría relacionada con un fracaso en la segunda oleada o invasión trofoblástica profunda de las arterias espiraladas. **c** La invasión trofoblástica completa se asocia habitualmente a un buen resultado de la gestación. El Doppler de las arterias uterinas refleja el resultado de la invasión trofoblástica. RCF: restricción de crecimiento fetal.

Este desequilibrio en el perfil de células T que caracteriza a la PE puede contribuir a que se produzca una placentación deficiente y a la consiguiente inflamación materna y disfunción endotelial.

### Síndrome materno

En el ámbito histológico, las lesiones patológicas de preeclampsia y eclampsia se caracterizan por lesiones endoteliales diseminadas en diversos lechos de órganos.

### Endoteliosis glomerular

El concepto "endoteliosis glomerular" describe los hallazgos de microscópicos de glomérulos agrandados y exangües debido a la presencia de células endoteliales hinchadas y lúmenes capilares ocluidos

Sin embargo, el vínculo entre la proteinuria de la preeclampsia y la endoteliosis no está del todo claro.

### Desbalance de factores angiogénicos

Estudios experimentales y epidemiológicos respaldan un papel esencial del desequilibrio en los factores angiogénicos circulantes en la etiología del síndrome materno.

Los niveles excesivos del factor antiangiogénico sFLT1, que se produce en la placenta y se libera en la circulación materna, induce una disfunción endotelial materna que conduce