

## *Ultrasonido cerebral transfontanelar posnatal en medicina materno fetal: estado del arte*

*Drs. Jeiv Vicente Gómez Marín<sup>1</sup>, Manuel Guevara<sup>2</sup>, Carmen Sarmiento<sup>3</sup>,  
Marvina Romero<sup>4</sup>, Alexandra Rivero Fraute<sup>5</sup>, Carlos Cabrera Lozada<sup>6</sup>*

DOI: <https://doi.org/10.59542/CRANM.2024. XXX.11>

ORCID: 0000-0003-4833-5160<sup>1</sup>

ORCID: 0009-0000-1888-5888<sup>2</sup>

ORCID: 0009-0000-4004-2430<sup>3</sup>

ORCID: 0000-0001-6705-6349<sup>4</sup>

ORCID: 0000-0003-3171-6100<sup>5</sup>

ORCID: 0000-0002-3133-5183<sup>6</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. en bioética, especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal. Coordinador de investigación del programa de especialización en medicina materno fetal. Universidad Central de Venezuela.

<sup>2</sup>Especialista en obstetricia y ginecología, residente del programa de especialización en Medicina Materno Fetal. Universidad Central de Venezuela.

<sup>3</sup>Especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal y perinatología. Coordinadora del curso de perfeccionamiento profesional en medicina perinatal y del primer año del programa de especialización en medicina materno fetal. Universidad Central de Venezuela.

<sup>4</sup>Especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal y perinatología. Coordinadora docente del programa de especialización en medicina materno fetal. Universidad Central de Venezuela.

<sup>5</sup>Especialista en obstetricia y ginecología, perinatología. Directora del programa de especialización en medicina materno fetal.

<sup>6</sup>MD.PhD. Especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal. Director fundador emérito del programa de especialización en medicina materno fetal. Universidad Central de Venezuela. Miembro Correspondiente Nacional puesto 16 de la Academia Nacional de Medicina.

## **RESUMEN**

La ultrasonografía cerebral transfontanelar posnatal (UCTP) es el método de neuroimagen de primera línea para los neonatos de alto riesgo orgánico o psicosocial. El UCTP en medicina materno fetal (MMF) es parte de la visión holística histórica del uso de herramientas en feto-neonato-lactante para diagnóstico y conducta apropiados que permitan mejorar los resultados perinatales. La implementación de la UCTP en modo B y con uso de la herramienta *doppler*, estandarizando su evaluación en 6 cortes coronales y 5 sagitales, por parte del programa en especialización en MMF, con sede en la Maternidad “Concepción Palacios”, en Caracas, en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF, se dio en respuesta a una demanda asistencial y una política priorizada docente e investigativa. Su mayor aplicación clínica ha sido principalmente en la evaluación de encefalopatía hipóxico-isquémica, hemorragia intraventricular o parenquimatosa, ventriculomegalia (hidrocefalia) y leucomalacia periventricular, en menor grado de marcadores ecográficos de infecciones perinatales y/o neuroinfección. Este innovador método diagnóstico ha resultado ser un método confiable y útil en la evaluación de anomalías congénitas, detectadas o no prenatalmente en casos clínicos perinatales del programa de especialización. Lo auspicioso, prolijo y prometedor resultado, demanda la difusión de la UCTP en lo asistencial, docente e investigativo a nivel nacional.

Palabras clave: Ultrasonido cerebral, transfontanelar, posnatal, medicina materno fetal.

## **SUMMARY**

Postnatal transfontanellar brain ultrasound (PTBU) constitutes the first line neuroimaging technique for newborns with high risk organical or phsychosocial factors. PTBU on maternal fetal medicine (MFM) is part of a holistic view on use of appropriate clinical tools on

fetus- newborn-infant for diagnosis and management. Implementing PTBU using B-mode and Doppler, with a standard evaluation on 6 coronal views, and 5 sagittal views, by the MFM specialization program, located at “Concepcion Palacios” Maternity Hospital, in Caracas, on the MFM Service Ultrasound Unit, was a response to demanding care needs and a teaching-researching prioritized policy. Its greatest clinical utility has been performing evaluation for hypoxic ischemic encephalopathy, intraventricular or parenchymal hemorrhage, ventriculomegaly (hydrocephalus) and periventricular leukomalacia, in less degree on ultrasound markers for perinatal infections and/or neuroinfection. It has been a reliable and useful method for the evaluation of congenital anomalies, in presence or absence of prenatal detection in perinatal clinical cases at the specialization program. The state of art at MFM demands PTBU massive diffusion on teaching, research and care national level.

Keywords: Brain ultrasound, transfontanellar, postnatal, maternal fetal medicine.

## **INTRODUCCIÓN**

Hace unos 50 años, la evolución del resultado perinatal del feto-neonato no era tomada en cuenta de forma integral, mientras que los indicadores de salud de morbilidad y mortalidad materna asociada al embarazo mostraban la necesidad del desarrollo dentro de la obstetricia, y posteriormente de la perinatología clásica, de una subespecialidad que abordara la vigilancia anteparto e incluso desde el período preconcepcional para identificar de manera precoz al feto con riesgo de padecer daños de manera irreversible o muerte anteparto, para ello se deben disponer de recursos clínicos, ecográficos, electrónicos, datos del líquido amniótico, parámetros bioquímicos y hormonales de forma tal que permitan disminuir considerablemente la morbimortalidad materno-fetal-neonatal y también permitiera la adecuada formación de personal

médico, con la finalidad de influir directamente en los indicadores de salud perinatales en la población bajo su influencia, principalmente al proveer una atención más directa, especializada y personalizada de la paciente embarazada con patología asociada que signifique riesgo para su vida y/o la del feto-neonato, gracias a la realización de diagnósticos precoces en la búsqueda de un mejor pronóstico. Motivo de dichos esfuerzos nace la concepción actual de la medicina materno fetal (MMF), la cual ha evolucionado de forma sustancial el resultado de los avances tecnológicos en la atención binomio madre-feto que han cambiado radicalmente las pautas de diagnóstico y tratamiento en la gestación de alto riesgo hasta la actualidad (1-5).

El programa en especialización en MMF, de la Coordinación de Estudios de Posgrado de la Facultad de Medicina (CEPFM), de la Universidad Central de Venezuela (UCV), con sede en la Maternidad “Concepción Palacios” (MCP), ubicado en Caracas, Distrito Capital, es hasta el momento, el primer y único programa de especialización reconocido en Venezuela por el Consejo Nacional de Universidades (CNU) bajo el nombre único de MMF, desde el año 2013 (1-3,6-12), aunque existen programas de especialización en perinatología (reconocido por el CNU en el año 2005, con sede en el Hospital Universitario de Caracas), así como la existencia de cursos de ampliación en MMF y cursos de perfeccionamiento profesional en medicina perinatal, desde el año 2003 hasta la actualidad (6-15).

El programa de especialización en MMF, desde su aprobación por el CNU en el año 2013 (11), a lo largo de su historia se ha distanciado desde sus inicios como curso de ampliación en MMF, reconocido por la CEPFM en el año 2003 (1-3,12), programática y conceptualmente de la perinatología clásica, debido a su visión pionera de desarrollar e incorporar en la práctica clínica de la especialidad en el medio asistencial hospitalario, concretamente en la MCP, herramientas que evalúen integralmente a madre-feto-neonato y permitan diagnóstico, terapéutica y seguimiento adecuados (1-3).

Ante la demanda de respuestas de políticas sanitarias públicas con respecto a la prestación de servicios por parte del equipo de salud peri-

natal de estudios de neuroimagen en neonatos y lactantes de alto riesgo neurológico con factores de riesgo en su historia clínica perinatal, ha surgido en la práctica clínica la ultrasonografía cerebral transfontanelar posnatal (UCTP), que se ha integrado en la MMF a la neurosonografía prenatal rutinaria de cribado dirigida para la evaluación del desarrollo cerebral del feto-neonato-lactante, bien sea por factores de riesgo de alto riesgo neurológico en la historia clínica perinatal o como seguimiento de la detección prenatal de ventriculomegalia, anomalías de inducción ventral y dorsal, malformaciones de desarrollo cortical, anomalías de fosa posterior, infecciones intrauterinas con afectación del sistema nervioso central (SNC) fetal, apoplejía fetal y procesos destructivos cerebrales, quistes y tumores intracraneales, trastornos metabólicos con afectación de SNC fetal, alteraciones de la circulación cerebral prenatal (incluyendo malformaciones arteriovenosas), anomalías craneofaciales y anomalías vertebrales (1-5,16-19).

Dentro de los factores de riesgo hay un primer grupo en el que se encuentran los neonatos con riesgo orgánico o alto riesgo biológico, aquellos con cromosomopatías, malformaciones congénitas mayores que precisaron cirugía, prematuridad (edad gestacional menor de 32 semanas), bajo peso al nacer (menor a 1 500 gramos), peso inferior a 2 DS para su edad gestacional, asfixia perinatal severa y/o encefalopatía hipóxico-isquémica, puntuación de Apgar a los 5 minutos  $\leq 3$  puntos, ventilación mecánica prolongada, crecimiento fetal restringido, convulsiones neonatales, infecciones perinatales, enfermedad congénita del metabolismo susceptible de ocasionar déficit neurológico, hiperbilirrubinemia que precisan exanguinotransfusión, policitemia, cardiopatías congénitas, displasia broncopulmonar, entre otros (20).

El segundo grupo de neonatos-lactantes pertenece a aquellos con riesgo psicosocial: hijos de padres con bajo nivel socioeconómico, retardo mental o enfermedad psiquiátrica, abuso de sustancias tóxicas, antecedente de maltrato o abandono de otros hijos, madre menor de 20 años o que no realizó seguimiento prenatal y familias monoparentales sin apoyo. La detección precoz de estos factores de riesgo para realización de la UCTP, permiten instaurar intervenciones tempranas

con potencial de modificar favorablemente los resultados perinatales en neonatos-lactantes (20).

Si bien no hay mayores reportes en la literatura nacional de la prevalencia de anomalías en la UCTP en casos con factores de alto riesgo biológico o psicosocial, se estima que de un 25 % a 30 % de los UCTP pueden reportar alguna anomalía en neonatos-lactantes con factores de alto riesgo biológico o psicosocial (20). Se estima que la que la incidencia de malformaciones congénitas en SNC es de 1 a 2 por cada 10 000 nacidos vivos, siendo de los defectos congénitos más frecuentes, tomando en cuenta que históricamente se ha reportado que la incidencia de las cardiopatías congénitas se presenta de 8 a 10 por cada 1 000 nacidos vivos (2,3,18,19). Sin embargo, toda vez que estudios a largo plazo han demostrado que la incidencia de anomalías intracraneales puede ser tan alta como 1 por cada 100 nacidos vivos, debido a que estas anomalías pueden escapar de la detección prenatal y manifestarse más tarde en la vida (16-19).

La UCTP se utiliza ampliamente como estudio de neuroimagen en neonato-lactante. Tiene como ventajas principales la ausencia de radiación ionizante y su amplia disponibilidad, se puede utilizar con equipos portátiles en pacientes que no puedan ser trasladados de las unidades de cuidados intensivos o intermedios, neonatales o pediátricas, así como su bajo costo. Si bien está descrito su uso con transductores endocavitarios (como sucede en la MCP ante la carestía de equipos con transductores más apropiados), se recomienda el uso de transductores microconvexos, sectoriales y lineales multifrecuenciales, ya que permiten la obtención de imágenes de mejor calidad (20-24). En neonatos se recomienda el uso de transductor microconvexo de 5 a 10 MHz, y en lactantes el uso de transductor sectorial o convexo de 5 a 8 MHz (21). Los transductores lineales de alta frecuencia (10-18 MHz) son mejores en la valoración del espacio extracerebral y del patrón de sulcación (operculización-mielinización) tanto cerebral como cerebeloso (23). No se recomienda el uso de transductores endocavitarios en neonatos en incubadoras (4).

La UCTP es el estudio de neuroimagen de primera línea para la evaluación de complicaciones a corto y mediano plazo en neonatos pretérmino. En neonatos a término es de suma utilidad en varias situaciones clínicas, haciendo posible la selección de pacientes que se beneficiaran de otras técnicas de mayor invasividad o costo, o que requieran de sedación, tales como la tomografía axial computarizada, la resonancia magnética y la angiorresonancia. Las desventajas de la UCTP incluyen que es operador dependiente y que una apropiada ventana acústica es necesaria, también presenta limitaciones en el estudio del trauma obstétrico, la evaluación de malformaciones complejas y en la estimación del daño a la sustancia blanca, así como la falta de parámetros estandarizados en el proceso de mielinización (20-24).

Con una comprensión básica de la neuroanatomía y fisiología en el neonato-lactante en condiciones normales y patológicas, los equipos apropiados, así como un entendimiento por parte del operador de los sistemas de ultrasonido (*knobology*), entrenamiento y experiencia, así como una técnica cuidadosa tomando ventajas de las fontanelas, la UCTP es un método confiable para el diagnóstico y seguimiento de alteraciones congénitas y adquiridas, especialmente en el caso de encefalopatía hipóxico-isquémica, ventriculomegalia (hidrocefalia), hemorragia y leucomalacia periventricular (24,25). En los neonatos prematuros es importante tener en cuenta la asepsia, que implica el lavado de manos y del transductor, uso de guantes y geles estériles y, por otro lado, contar con la ayuda del personal de enfermería de las unidades de cuidados intensivos o intermedios que permita un estudio seguro para el paciente. En los recién nacidos a término y lactantes, la ayuda de los padres para calmar y sujetar al paciente es importante (23). Ante la carestía de especialistas en radiología pediátrica en la MCP, y la necesidad de profesionales sanitarios con formación en UCTP, el Comité Académico del Programa de Especialización en MMF, desde su inicio en el año 2013, programó la práctica de la UCTP en neonatos-lactantes de consulta externa y casos institucionales hospitalizados en el Servicio de Neonatología de la MCP, actualmente de forma rutinaria,

se realizan de 15 a 20 estudios semanales, como parte de los estudios practicados en MMF (1-3).

El comité académico de igual forma, implementó la docencia de la UCTP a los docentes asistenciales y residentes en formación del programa de especialización en MMF, como prioridad formativa y política docente-investigativa del programa de especialización en MMF, para la difusión del uso de la UCTP en la MCP y otros centros sanitarios del Sistema Público Nacional de Salud (SPNS) por parte de especialistas en MMF (1-3). Los 77 egresados del programa de especialización en MMF, desde el año 2013 hasta la actualidad han sido formados en UCTP, los médicos especialistas que forman parte del Servicio de MMF de la MCP así como el personal de planta y de guardia, activos en la docencia del programa y actividades asistenciales, han sido formados en UCTP (1-3).

Desde el año 2024, la colaboración de especialistas del Servicio de MMF de la MCP, egresados del programa de especialización, han estimulado con aprobación del comité académico, la realización de actividades docentes teórico-prácticas con especialistas en radiología pediátrica reconocidos a nivel nacional e internacional, incluyendo sociedades científicas como la Sociedad Venezolana de Radiología y Diagnóstico por Imágenes (SOVERADI) y la Asociación Venezolana de Ultrasonido en Medicina (AVUM), como Pedro Unshelm Báez (2,3).

El avance de proyectos de trabajos especiales de grado dentro de la línea de investigación clínica en UCTP han profundizado la docencia a la par de la actividad asistencial de la UCTP, en la competencia del egresado del programa con respecto al uso del UCTP (2,3). También destaca la publicación de reportes de casos clínicos perinatales de anomalías de SNC con correlación pre y posnatal con el uso de UCTP, evaluados por los docentes asistenciales y residentes del programa de especialización, como parte de la prioridad formativa y política docente-investigativa antes mencionada (26-30).

El desarrollo de la implementación de la UCTP en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de la MCP, así como la revisión de

la evidencia con respecto a su aplicación en la práctica clínica de la especialidad (1-5,20-25), ha permitido la recomendación de la evaluación de la ecoanatomía del cerebro del neonato-lactante como pauta de práctica clínica institucional en la MCP, a través de cinco cortes sagitales y seis cortes coronales, con el uso de modo B y uso de la herramienta *doppler* (2-5,20-24), como extensión a la evaluación integral de la neurosonografía prenatal de rutina y extendida practicada en MMF, tanto a nivel nacional como internacional (2,3,16-19). De las organizaciones científicas ampliamente reconocidas en las guías de práctica clínica en UCTP están el *American Institute of Ultrasound in Medicine* (AIUM), la Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM) y la Sociedad y Fundación Española de Cuidados Intensivos Pediátricos (SECIP) (4,5,20-24). Las guías de práctica clínica para la realización de UCTP elaboradas por la AIUM, se elaboraron en colaboración con el *American College of Radiology* (ACR), la *Society for Pediatric Radiology* (SPR) y la *Society of Radiologists in Ultrasound* (SRU) (24).

## **DESARROLLO**

Según el AIUM (24), más allá de los factores de riesgo orgánico o psicosocial mencionados previamente, las indicaciones formales del estudio de la UCTP son: 1) el incremento anormal en la circunferencia cefálica; 2) hemorragia o anomalías parenquimatosas en infantes a término o pretérmino; 3) ventriculomegalia (hidrocefalia); 4) anomalías vasculares; 5) sospecha de encefalopatía hipóxico-isquémica; 6) pacientes en hipotermia, membrana de circulación extracorpórea u otras máquinas de soporte; 7) defectos congénitos; 8) signos y/o síntomas de un trastorno del SNC como convulsiones, dismorfismo facial, macrocefalia, microcefalia y crecimiento fetal restringido/bajo peso al nacer; 9) infección del SNC congénita o adquirida; 10) traumatismo cefálico (sospechoso o conocido); 11) craneosinostosis; 12) cribado previo a cirugía.

Las ventanas acústicas apropiadas dependen primariamente de una fontanela abierta. En promedio, el tiempo de cierre de las fontanelas varía de 13 a 24 meses para la anterior, 6-8 semanas para la posterior, y 6-18 meses para la mastoidea (5). En la experiencia desarrollada en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de la MCP (1-3), se ha encontrado que la totalidad de la exploración se puede realizar a través de la fontanela anterior (aún con la limitante de usar el transductor endocavitario ante la carestía de equipos con transductores más apropiados), evaluando e identificando estructuras recomendadas por las guías prácticas del AIUM, la SERAM y la SECIP, en modo B y con uso de la herramienta *doppler*, en cortes coronales y sagitales (Figuras 1 a 12).



Figura 1. Corte coronal con identificación de lóbulos frontales (LF), la línea media interhemisférica y las órbitas oculares.

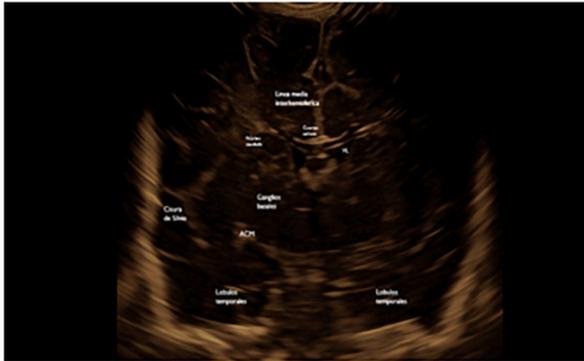


Figura 2. Corte coronal con identificación de cisura interhemisférica en la línea media, cuerpo calloso, núcleo caudado, ventrículo lateral (VL), ganglios basales, cisura de Silvio, arteria cerebral media (ACM) y lóbulos temporales.



Figura 3. Corte coronal con identificación del cuerpo calloso, medición del diámetro anteroposterior de las astas frontales de los ventrículos laterales (VL), *cavum del septum pellucidum* (CSP), tercer ventrículo (3V), tálamo, cisura de Silvio, mesencéfalo.

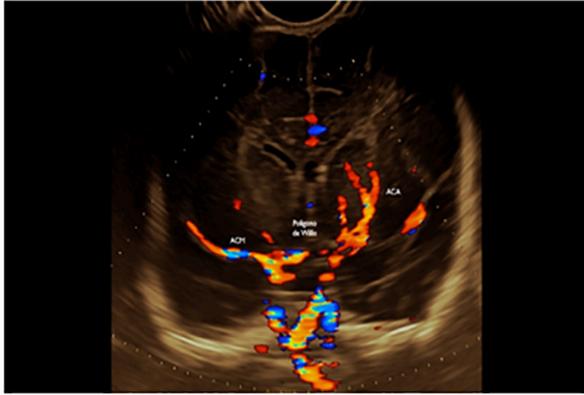


Figura 4. Corte coronal con uso de *doppler* color con identificación del polígono de Willis, arteria cerebral media (ACM) y arteria cerebral anterior (ACA).

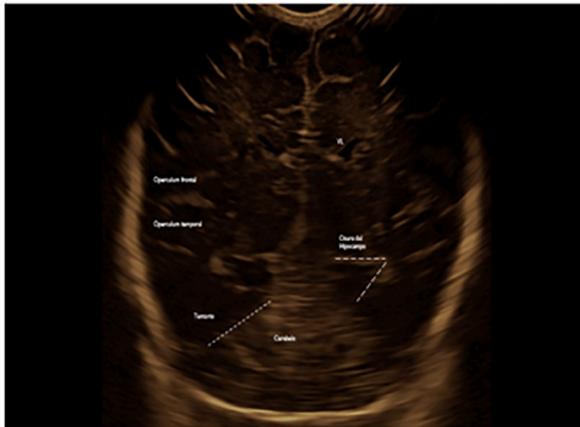


Figura 5. Corte coronal con identificación del ventrículo lateral (VL), *operculum* frontal, *operculum* temporal, surco con giro del hipocampo, tálamo y cerebelo.



Figura 6. Corte coronal con identificación de cisura de Rolando, ventrículo lateral (VL), plexos coroides (PC), surco parietooccipital y la cisura de Silvio.

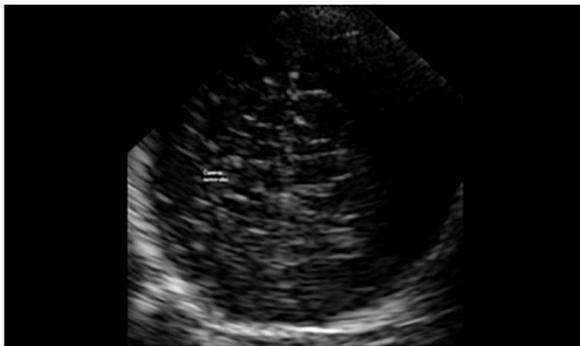


Figura 7. Corte coronal con identificación de los centros semiovais.



Figura 8. Corte sagital en el que se identifican el lóbulo frontal (LF), la cisura de Silvio, el lóbulo temporal (LT), el lóbulo occipital (LO) y el surco parietooccipital.

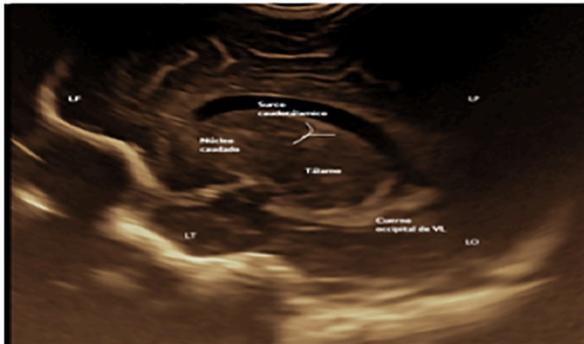


Figura 9. Corte sagital en el que se identifican el lóbulo frontal (LF), el núcleo caudado, el surco caudotalámico, el tálamo, el lóbulo temporal (LT), el cuerno occipital del ventrículo lateral, el lóbulo occipital (LO) y el lóbulo parietal (LP).

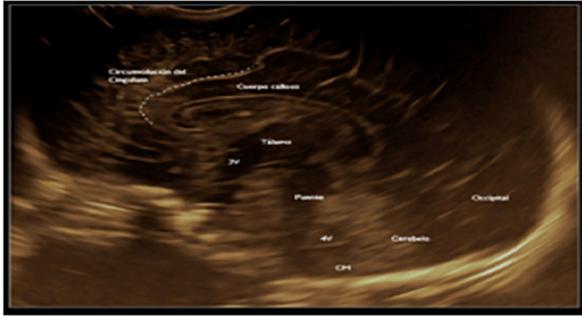


Figura 10. Corte sagital en el que se identifican la circunvolución del cíngulo o *cingulum*, el tercer ventrículo (3V), el cuerpo calloso, el tálamo, el puente, el cuarto ventrículo, la cisterna magna, el cerebelo y el lóbulo occipital.

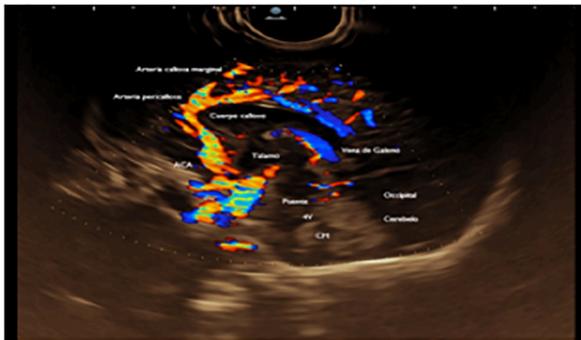


Figura 11. Corte sagital con el uso de *doppler* color en el que se identifican la arteria cerebral anterior (ACA), la arteria pericallosa, la arteria callosa marginal, el cuerpo calloso, el tálamo, el puente, el cuarto ventrículo (4V), la cisterna magna (CM), la vena de Galeno, el cerebelo y el lóbulo occipital.

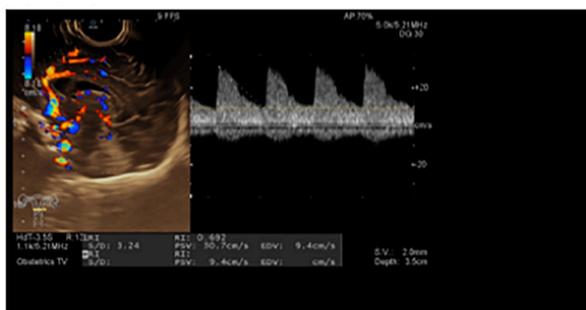


Figura 12. Corte sagital con velocimetría *doppler* de la onda de velocidad de flujo de la arteria pericallosa con obtención del índice de resistencia.

La ventana acústica más empleada en la UCTP es la fontanela anterior por su mayor tamaño y mejor accesibilidad. A través de ella se obtienen las imágenes clásicas de anatomía cerebral, así como los planos estándar sagitales y coronales. El uso de ventanas acústicas alternativas es aconsejable, ya que la fontanela anterior es menos conveniente para la evaluación de la fosa posterior al encontrarse esta más lejos del transductor. La fontanela posterior nos permite una mejor valoración de los atrios de los ventrículos laterales y de la sustancia blanca parietooccipital. La ventana mastoidea permite obtener mejores imágenes de la fosa posterior, incluyendo el cerebelo, y la ventana lateral o temporal de las cisternas basales y el polígono de Willis (21). Las vistas suplementarias, cuando están presentes, pueden tomarse a través de los agujeros de Burr, defectos de craneotomía o áreas finas de los huesos parietales (5). El abordaje a través del foramen magno puede utilizarse para evaluar el tallo encefálico y la médula espinal cervical especialmente en casos conocidos o sospechosos de malformaciones de Arnold Chiari 1 o 2 (24).

Según el AIUM, en colaboración con el ACR, la SRP y el SRU, el SERAM y la SECIP (4,5,20-24,31,32), la evaluación estándar del UCTP debe incluir cortes coronales con un escaneo en forma de barrido de anterior a posterior usando como ventana acústica la fontanela anterior. Dicha evaluación en cortes coronales incluye lo siguiente en forma secuencial:

- a) Lóbulos frontales anteriores a las astas frontales de los ventrículos laterales con las órbitas visualizadas profundamente en la base del cráneo.
- b) Astas frontales o cuerpos de los ventrículos laterales y la cisura interhemisférica en la línea media.
- c) Incluye los ventrículos laterales al nivel del foramen o agujero de Monro (trazando el borde externo del curso de los plexos coroides del ventrículo lateral al tercer ventrículo), la cisura interhemisférica en la línea media, el surco cingulado o del *cingulum* (si está desarrollado), cuerpo calloso, el *cavum* del *septum pellucidum*, el núcleo caudado, los ganglios basales y las cisuras de Silvio.
- d) Los ventrículos laterales ligeramente posterior al foramen de Monro (punto de comunicación de los ventrículos laterales con el tercer ventrículo). Incluye visualización del puente, tálamo, bulbo raquídeo y el plexo coroideo en el techo y en los surcos caudotalámicos.
- e) Nivel de la cisterna cuadrigeminal y el cerebelo. Incluye el vermis cerebeloso y la cisterna magna.
- f) El glomus del plexo coroideo en la parte posterior de los ventrículos laterales a nivel de los trígonos. Incluye el esplenio del cuerpo calloso en la divergencia del ventrículo lateral y la sustancia blanca periventricular lateral a las astas posteriores de los ventrículos laterales.
- g) Posterior a los cuernos occipitales. Incluye lóbulos parietal y occipital y la cisura interhemisférica posterior.
- h) Espacios de fluido extraaxial: con el uso de transductores lineares de alta frecuencia, se magnifica la vista coronal incluyendo estructuras cerebrales periféricas (seno sagital superior a nivel de las astas

frontales, midiendo la distancia sinocortical, craniocortical y el ancho de la cisura interhemisférica), la evaluación *doppler* color puede ser necesaria para diferenciar hemorragia subaracnoidea de subdural.

En la experiencia desarrollada en el programa de especialización en MMF de la MCP, se ha podido reproducir esta visualización de estructuras con bastante fidelidad en las vistas sagitales (Figuras 1 a 7). En forma más abreviada, la SERAM y la SECIP (20-23), recomiendan visualizar en 6 cortes coronales en modo B:

1. Lóbulos frontales, órbitas, cisura interhemisférica.
2. Astas frontales de ventrículos laterales, lóbulos temporales, lóbulos frontales.
3. Lóbulos temporales, tronco cerebral, cuerpo calloso, tercer ventrículo, cisura de Silvio.
4. Cuerpo ventrículo lateral, plexo coroideo, cuarto ventrículo, tálamo, hipocampos y cerebelo.
5. Lóbulos parietales, glomus del plexo coroideo, ventrículos laterales, cerebelo.
6. Lóbulos occipitales, centros semioviales.

La evaluación sagital por convención, debe ubicar la parte anterior del cerebro en el lado izquierdo de la imagen, el lado derecho, izquierdo y la línea media deben evidenciarse con claridad. Las secuencias representativas sagitales se obtienen con apropiada angulación derecha e izquierda del transductor porque las astas frontales son más mediales que el cuerpo de los ventrículos laterales. Estas vistas deben incluir:

- a) Ínsula (parasagital).
- b) Cisura de Silvio (parasagital).
- c) Sustancia blanca profunda en las regiones periventriculares (parasagital).
- d) Ventrículos laterales incluyendo el surco caudotalámico (parasagital).

- e) Ventriculos laterales mostrando el plexo coroideo (parasagital).
- f) Vistas adicionales que incluyan todas las partes de los ventriculos laterales (parasagital).
- g) Cuerpo calloso, *cavum* del *septum pellucidum* y el *cavum vergae* (si está presente), tercer y cuarto ventrículo, acueducto de Silvio, tronco o tallo encefálico, vermis cerebeloso, cisterna magna y los surcos (si están presentes). Las ramas de la arteria cerebral anterior (arteria pericallosa y arteria callosa marginal) pueden visualizarse al *doppler* color y la evaluación de la arteria cerebral anterior o de la arteria pericallosa previo a la bifurcación, para medición del índice de resistencia (IR) o índice de Pourcelot puede realizarse, especialmente si se sospecha encefalopatía hipóxico-isquémica. De igual manera visualización del seno sagital superior usando *doppler* color si es necesario.

En la experiencia desarrollada en el programa de especialización en MMF de la MCP, se ha podido reproducir esta visualización de estructuras con bastante fidelidad en las vistas sagitales (Figuras 8 a 12). En forma más abreviada, la SERAM y la SECIP (20-23), recomiendan la obtención de cinco cortes principales sagitales (uno en línea media y dos más a cada lado) en modo B:

1. Lóbulo temporal con cisura de Silvio y arteria temporal anterior.
2. Plexo coroideo, surco caudotalámico, ventrículo lateral y trígono.
3. Línea media. Cuerpo calloso, arteria pericallosa y ramas. Cuarto ventrículo y fosa posterior.

Entre las estructuras que se pueden observar con mayor detalle, bien sea en cortes sagitales y/o coronales especialmente con el uso de transductores multifrecuenciales, están las cisuras o surcos y giros, especialmente el central o de Rolando que divide el lóbulo parietal del frontal, precentral, poscentral, lateral (clave en la detección de polimicrogiria, lisencefalia, hemigalencefalia y esquicenzefalia), intraparietal, frontal (superior e inferior), temporal (superior medio e inferior), occipital (superior, medio e inferior) y la rama marginal

de la cisura cingulada, orbital y olfatorio, circular, el *operculum* adyacente a la ínsula en tres segmentos (frontal, parietal y temporal), parahipocampal, transverso temporal, etc. En particular la evaluación del *operculum* frontal y la ínsula son de especial relevancia por su relación con la función del lenguaje y otras funciones cognitivas y conductuales desde lo sensorio-motor, nocicepción, procesos socio-emocionales a atención de alto nivel y toma de decisiones. El surco o cisura de la ínsula (considerada como un lóbulo aislado del resto del cerebro) la divide en parte anterior (3 giros cortos) y posterior (2 giros largos). Se pueden identificar otras estructuras de los lóbulos del cerebro como el cuerpo de la amígdala, *subiculum*, giro dentado, los núcleos semioviales, etc. (5).

En la evaluación *doppler* del cerebro neonatal y lactante, se pueden visualizar con relativa facilidad las principales estructuras vasculares que irrigan al parénquima cerebral como son las arterias cerebrales anteriores, medias y posteriores, las arterias tálamo estriadas, las carótidas internas, la arteria pericallosa y sus ramas, el polígono de Willis y la arteria basilar así como también los vasos de origen venoso como la vena de Galeno, el seno recto y las venas terminales (4).

En cuanto al uso del *doppler* en UCTP, en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de la MCP, se realiza *doppler* espectral de forma rutinaria de la arteria cerebral anterior o de la arteria pericallosa previo a la bifurcación, con medición del IR o índice de Pourcelot (Figura 12), así como medición de la velocidad pico sistólica de la arteria cerebral media la cual se visualiza en corte coronal durante la evaluación del polígono de Willis (Figura 4). Es importante tomar en cuenta que el IR puede verse afectado por la velocidad de flujo, el volumen sanguíneo, las malformaciones cardíacas y la resistencia vascular periférica (4).

El IR o índice de Pourcelot de la arteria cerebral anterior o de la arteria pericallosa previo a la bifurcación, varía según la edad gestacional al momento del nacimiento, entre 0,56-0,86 en neonatos menores a 32 semanas, 0,57-0,84 de 32 a 34 semanas, 0,49-0,89 de 34 a 36 semanas y de 0,52-0,80 mayor a 36 semanas (4). La velocidad pico sistólica en la arteria cerebral media en el neonato y lactante, varía entre 20-70 cm/s,

con velocidad diastólica entre 8-20 cm/s con IR entre 0,6-0,8 (4,32). Se ha descrito en la carótida interna velocidad pico sistólica de 12-80 cm/s, velocidad diastólica de 3-20 cm/s, con IR de 0,5-0,8. En el caso de la arteria basilar, velocidad pico sistólica de 30-80 cm/s, velocidad pico diastólica de 5-20 cm/s, con IR de 0,6-0,8. En el caso de la arteria cerebral anterior, velocidad pico sistólica de 12-35 cm/s, velocidad diastólica de 6-20 cm/s, con IR de 0,6-0,8. En el caso de la arteria cerebral posterior, velocidad pico sistólica de 20-60 cm/s, velocidad diastólica de 8-25 cm/s, con IR de 0,6-0,8 (4,32).

El flujo venoso es de 3 cm/s en las venas terminales, 9,2 cm/s en el seno sagital superior y de 4,3 cm/s en la vena de Galeno (4). El patrón sinusoidal es característico de las venas grandes y centrales, el seno sagital y la vena de Galeno. El patrón monofásico es característico en venas pequeñas, venas cerebrales internas y venas terminales (4).

En casos de hemorragia cerebral, especialmente grados III y IV, se puede observar aumento del IR y del pico de velocidad sistólico de las arterias cerebrales. En casos de ventriculomegalia (hidrocefalia) severa podría visualizarse inversión del flujo diastólico de las arterias cerebrales, dependiendo del grado de severidad incremento del pico de velocidad sistólico y el IR (4). En caso de lesión hipóxico-isquémica se evidencia velocidad pico sistólica menor a 20 cm/s (vasoplejía) e IR menor a 0,6 (asociado a vasodilatación cerebral) y en casos graves inversión del flujo diastólico (asociado a edema cerebral), el IR alterado y la inversión de flujo diastólico son de mal pronóstico neurológico aún sin hallazgos patológicos en modo B, así como la presencia de flujo alternante o bifásico cuando hay pérdida de la autorregulación del flujo sanguíneo cerebral (4,22,23). La normalización de las velocidades medias y del IR en paciente que previamente presentaba alteraciones de los mismos, se asocia a la recuperación neurológica y se puede utilizar como criterio para la extubación del paciente en cuidados intensivos (4,22).

Otras aplicaciones clínicas del *doppler* en UCTP en la evaluación de vascularidad de tumores y quistes de SNC, aneurisma de vena de Galeno, agenesia de cuerpo calloso, descarte de trombosis y hemorragias

parenquimatosas en casos de neuroinfección o infecciones perinatales con sospecha de neuroinfección. También es de utilidad en diferenciar hemorragia subaracnoidea (vasos en el interior de la colección fuera de la convexidad cerebral) de subdural (compresión de vasos hacia la superficie cerebral) (4).

La UCTP es de especial utilidad en la evaluación de patología del prematuro, lo cual ha sido refrendado en la experiencia de la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de la MCP (1-3), se recomienda su realización en el transcurso de los 3 primeros días de vida (preferible durante las primeras 12 horas) en los prematuros de menos de 32 semanas con posterior seguimiento semanal en casos patológicos, entre las que están la lesión hipóxico-isquémica (también presente en neonatos a término, aunque con menor frecuencia), la hemorragia intraventricular o parenquimatosa, la ventriculomegalia y la leucomalacia periventricular (4,20-24). En la experiencia de la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de la MCP también ha resultado de utilidad en la identificación de marcadores ecográficos de infecciones perinatales y/o neuroinfección (2,3).

En el caso de lesión hipóxico-isquémica además de las alteraciones al *doppler* color, en modo B se evidencia como signo de edema cerebral difuso, el aumento difuso de la ecogenicidad del parénquima cerebral “cerebro brillante”, con pérdida de los detalles anatómicos de las diferentes estructuras, borramiento de surcos y cisuras. También se describe la pérdida de la diferenciación entre corteza cerebral y sustancia blanca: se aprecia como un borramiento de esta interfase normal o bien como un aumento exagerado de esta diferenciación (4,22,23). Si la afectación es gangliotalámica (central) es de peor pronóstico, con mejor pronóstico en caso de hiperecogenicidad periventricular focal o difusa (periférica) (20-24,31,32).

En cuanto a las hemorragias intraventriculares, se clasifican en cuatro grados, la hemorragia de la matriz germinal o grado I, limitada en el surco caudotalámico. La hemorragia grado II, se extiende a la luz ventricular, sin ventriculomegalia. La hemorragia grado III presenta ventriculomegalia desde el inicio. La hemorragia grado IV presenta

compromiso parenquimatoso en relación con infarto venoso (4,20-23). El volumen de sangrado puede estimarse utilizando tres mediciones ecográficas en 3 planos diferentes: (A) diámetro longitudinal, (B) diámetro axial, (C) diámetro coronal y aplicando la siguiente fórmula:  $A \times B \times C/2$ . En el caso concreto de la hemorragia cerebral, el aumento de IR en la arteria cerebral media contralateral al hemisferio afecto se considera un factor predictor de buen pronóstico (21-23). Las hemorragias se reconocen por la visualización de una imagen hiperecogénica normalmente unilateral, bien circunscrita y diferenciada del parénquima adyacente. El desplazamiento de la línea media, aumento de tamaño ventricular, la presencia de hemorragia cerebelosa o la presencia de alteraciones al *doppler* son signos de mal pronóstico (31,32).

En lo que respecta a la ventriculomegalia (hidrocefalia) especialmente la poshemorrágica y la posinfecciosa es preciso identificar los ventrículos dilatados y los restos hemáticos intraventriculares (cantidad, distribución), así como la cuantificación objetiva. Entre los métodos de cuantificación de la ventriculomegalia está el índice ventricular de Levene: mide la distancia entre la cisura interhemisférica en la línea media y el borde externo del ventrículo lateral en el tercer corte coronal recomendado por la SERAM y la SECIP (21-23), a través de la fontanela anterior, a la altura del foramen o agujero de Monro (Figura 3). Cuando la distancia está 4 mm por encima del percentil 97 se considera el tratamiento de la hidrocefalia (21-23).

Se ha descrito el uso del índice de Evans en el mismo corte coronal en que se mide el índice de Levene. Se obtiene mediante la relación entre la distancia más larga entre los cuernos frontales de los ventrículos laterales y el máximo diámetro biparietal. Serán patológicos valores por encima de 0,3. Este índice puede presentar alta variabilidad intra e inter-observador (21-23). Se ha descrito también el ancho de las astas frontales de los ventrículos laterales midiendo su diámetro anteroposterior en el corte del tercer plano coronal, es normal si es menor de 3 mm, ventriculomegalia leve entre 3 y 5 mm, moderada entre 6 y 9 mm y severa con más de 10 mm (Figura 3) (21-23). Estos dos

índices son los más utilizados en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de la MCP (2,3).

También se ha descrito para cuantificar la ventriculomegalia la medida de la anchura del ventrículo lateral a nivel del surco caudotalámico en corte sagital (Figura 9). Es normal menor 5 mm, ventriculomegalia leve de 5 a 10 mm, moderada de 10 a 15 mm y severa de más de 15 mm (21-23).

De igual manera, se ha reportado el uso de la distancia tálamo-occipital en la cual hay ventriculomegalia cuando es mayor de 24 mm (21-23). Se mide en plano sagital visualizando la totalidad del ventrículo lateral con el cuerno anterior, el atrio, y los cuernos temporales y occipitales (en su máxima extensión) (Figura 9). Se medirá la distancia entre el punto más alejado del centro del tálamo en su unión con el plexo coroideo y el punto más alejado del cuerno occipital a nivel posterior. Esta medida es la más sensible en dilataciones ventriculares leves puesto que la dilatación de los ventrículos laterales se manifiesta inicialmente en los cuernos occipitales (21-23).

En lo que respecta a la leucomalacia periventricular, la realización seriada de UCTP permite su detección, especialmente de la forma quística que aparece de 2 a 3 semanas posnatal, no se debe olvidar que de forma fisiológica los prematuros presentan una ecogenicidad periventricular discretamente aumentada los primeros 7 a 10 días de vida. Cuando la hiperecogenicidad es persistente, superior a la ecogenicidad de los plexos coroides, heterogénea o marcadamente difusa, se considera patológica (21-23). Si se detectan quistes se deben describir si son corticosubcorticales o solo paraventriculares, posteriormente estos quistes desaparecen dando paso a una ventriculomegalia característica. La leucomalacia periventricular se clasifica en cuatro grados. La leucomalacia periventricular grado I, es cuando se evidencia hiperecogenicidad periventricular persistente. Se clasifica como grado II cuando hay quistes paraventriculares. Se clasifica como grado III cuando hay quistes extensos en sustancia blanca frontoparietal y occipital. Se clasifica como grado IV cuando hay quistes extensos con extensión subcortical difusa (23,31,32).

## CONCLUSIONES

La UCTP es el método de neuroimagen de primera línea para los neonatos de alto riesgo orgánico o psicosocial, siendo uno de los factores más importantes la posibilidad de evaluar el SNC sin el uso de radiación ionizante, ni sedación del paciente, permitiendo hacerse en las unidades de cuidados intensivos o intermedios con equipos portátiles. El uso de la UCTP en MMF es parte de la visión holística histórica del uso de herramientas en feto-neonato-lactante para diagnóstico y manejo apropiados que permitan mejorar los resultados perinatales, con amplia justificación desde la epidemiología de las anomalías intracraneales y la demanda asistencial en centros sanitarios del SPNS. El estado del arte de la MMF demanda la difusión de la UCTP asistencial, docente e investigativa a nivel nacional.

La UCTP es el estudio de neuroimagen de primera línea para la evaluación de complicaciones a corto y mediano plazo en neonatos pretérmino. En neonatos a término es de suma utilidad en varias situaciones clínicas, haciendo posible la selección de pacientes que se beneficiaran de otras técnicas de mayor invasividad o costo, o que requieran de sedación, tales como la tomografía axial computarizada, la resonancia magnética y la angiorrsonancia.

Aún con la carestía de los equipos más apropiados, la implementación por parte del programa de especialización en MMF, con sede en la MCP, de la UCTP en modo B y con el uso de la herramienta *doppler* como parte de los estudios realizados regularmente en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF ha sido prioridad asistencial, docente e investigativa como política del programa de especialización, siguiendo la estandarización de la técnica recomendada para la evaluación sonográfica del cerebro posnatal en 6 cortes coronales y 5 sagitales internacionalmente por la AIUM, la ACR, la SRP, la SRU, la SERAM y la SECIP, y convalidada nacionalmente por la SOVERADI y la AVUM. La experiencia en el programa de especialización ha podido reproducir imagenológicamente en forma apropiada la evaluación de la ecoanatomía posnatal en condiciones normales y patológicas.

En pacientes con indicación del estudio, ha resultado ser un método confiable y útil en la evaluación de anomalías congénitas, detectadas o no prenatalmente en casos clínicos perinatales del programa de especialización, o adquiridas tanto de la patología del neonato prematuro como del neonato a término. Su mayor aplicación clínica en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de la MCP, ha sido principalmente en la evaluación de encefalopatía hipóxico-isquémica, hemorragia (intraventricular o parenquimatosa, ventriculomegalia (hidrocefalia) y leucomalacia periventricular, en menor grado de marcadores ecográficos de infecciones perinatales y/o neuroinfección.

Se recomienda a la Sociedad de MMF con registro civil, así como a la seccional MMF de la SOGV, la promoción de la docencia e investigación de la UCTP, para la formación de especialistas y residentes de programas de especialización en MMF, difundiendo el uso de la UCTP en centros sanitarios del SPNS a nivel nacional.

## REFERENCIAS

1. Cabrera C. Perinatología: Medicina Materno Fetal. Rev Obst Venez. 2007;67(3):141-143.
2. Comité Académico del programa de especialización en Medicina Materno Fetal. Medicina Materno Fetal. Programa 2024. Caracas: MMF; 2024.
3. Cabrera C. Semblanza de Medicina Materno Fetal en la Maternidad “Concepción Palacios”. 2003-2019. Caracas: MMF; 2022.
4. Unshelm-Báez P. *Doppler* cerebral en el neonato. Curso del campus online en Medicina Materno-Fetal “Caldeyro Barcia”. Diplomado en “fundamentos, indicaciones y técnica del *doppler* en obstetricia y ginecología”. Módulo 5, Unidad 32. Madrid, España: Ágora Médica; 2017.
5. Guimarães-Gonçalves F, Hwang M. Superficial anatomy of the neonatal cerebrum - an ultrasonographic roadmap. *Pediatr Radiol*. 2021;51(3):353-370. DOI: 10.1007/s00247-020-04794-y.

6. Acuerdo mediante el cual se autoriza la creación y funcionamiento del Programa de Postgrado: Especialización en Perinatología, modalidad presencial de la Universidad Central de Venezuela, sede: Hospital Universitario de Caracas, piso 10, Unidad de Perinatología “Dr. Freddy Guevara Zuloaga”, Caracas, de 22 de noviembre, Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, número 38.833 (17 de diciembre de 2007).
7. Gómez-Castro LA, Pérez J, Bermúdez C, Sosa C, Guevara F. Residencia de perinatología en el Hospital Universitario de Caracas (Venezuela). *Rev Colomb Obstet Ginecol.* 2007;58(1):53-59. doi: 10.18597/rcog.497.
8. Acuerdo mediante el cual se autoriza la creación y funcionamiento del Programa de Postgrado: Especialización en Perinatología. Medicina Materno Fetal, modalidad presencial, de la Universidad de Carabobo, sede: Hospital Dr. Adolfo Prince Lara, avenida Salom, sector Cumboto, municipio Puerto Cabello, Estado Carabobo, de 29 de septiembre, Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, número 39.776 (11 de octubre de 2011).
9. Acuerdo mediante el cual se autoriza la creación y funcionamiento del Programa de Postgrado: Especialización en Perinatología. Medicina Materno Fetal, modalidad presencial, de la Universidad de Carabobo, sede: Hospital Materno Infantil Dr. José María Vargas, Valencia, Estado Carabobo, de 29 de octubre, Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, número 40.292 (12 de noviembre de 2013).
10. Centro Docente de Ultrasonido en Medicina, Universidad de Carabobo, Fundación Centro de Estudios de las Américas y del Caribe “Prof. Luis Beltrán Díaz”. Programa avanzado universitario de medicina materno fetal. San Diego: CEDUM [Internet]; 2022 [consultado 13 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.cedum.com.ve/materno-fetal/>.
11. Acuerdo mediante el cual se autoriza la creación y funcionamiento del Programa de Postgrado: Especialización en Medicina Materno Fetal, modalidad presencial de la Universidad Central de Venezuela, sede: Avenida San Martín, Maternidad “Concepción Palacios”, piso 2, Parroquia San Juan, Municipio Libertador, Caracas, Distrito Capital, de 28 de mayo, Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, número 40.185 (10 de junio de 2013).

12. Comisión de Estudios de Postgrado, Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela. Comunicación de aprobación del Curso de Ampliación en Medicina Materno Fetal con sede en la Maternidad “Concepción Palacios” por la Comisión de Estudios de Postgrado y por el Consejo de la Facultad de Medicina. Caracas: CEPFM; 2003.
13. Coordinación de Estudios de Postgrado, Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela. Comunicación de aprobación del Curso de Perfeccionamiento Profesional en Medicina Perinatal con sede en la Maternidad “Concepción Palacios”. Caracas por la Coordinación de Estudios de Postgrado y por el Consejo de la Facultad de Medicina: CEPFM; 2022.
14. Documento constitutivo y estatutario de la sociedad civil Sociedad de Medicina Materno Fetal, Registro Civil Parroquia El Recreo, número 45, folio 238, tomo 4 (06 de febrero de 2015).
15. Sociedad de Obstetricia y Ginecología de Venezuela. Nombres de las secciones de acuerdo al estatuto de la SOGVZ. Caracas: SOGVZ [Internet]; 2022 [consultado 13 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.sogvzla.org/secciones/>.
16. O’Rahilly R, Müller F. Desarrollo prenatal del cerebro. En: Timor-Tritsch I, Monteagudo A, Pilu G, Malinger G, editores. Ultrasonografía del cerebro prenatal. Caracas: Editorial Amolca; 2014.p.1-14.
17. Timor-Tritsch I, Monteagudo A, del Río M. Neurosonografía del cerebro prenatal bi- y tridimensional normal. En: Timor-Tritsch I, Monteagudo A, Pilu G, Malinger G, editores. Ultrasonografía del cerebro prenatal. Caracas: Editorial Amolca; 2014.p.15-102.
18. Yagel S, Valsky DV. Re: ISUOG Practice Guidelines (updated): Sonographic examination of the fetal central nervous system. Part 1: Performance of screening examination and indications for targeted neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2021;57(1):173-174. DOI: 10.1002/uog.23559.
19. Paladini D, Malinger G, Birnbaum R, Monteagudo A, Pilu G, Salomon LJ, et al. ISUOG Practice Guidelines (updated): Sonographic examination of the fetal central nervous system. Part 2: performance of targeted neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2021;57(4):661-671. DOI: 10.1002/uog.23616.

20. Benavides-Colina MJ, Perdomo-Oramas G, Guevara-Rivas H, García-Torres ME, Riera-García A. Hallazgos de ultrasonido transfontanelar en neonatos y lactantes menores con alto riesgo biológico. *Salus* [Internet]. 2021 [consultado 28 de marzo de 2024]; 25(2): 9-18. Disponible en: <https://revistas.uc.edu.ve/index.php/salus/article/view/57>.
21. Montero-Yéboles R, Mayordomo-Colunga J, Muñoyerro-Sesmero M, Gómez-Luque JM, Rodríguez-Campoy P, González-Cortés R, et al. Protocolo de ecografía transfontanelar. Hemorragia, isquemia cerebral e hidrocefalia. Sociedad y Fundación Española de Cuidados Intensivos Pediátricos. Madrid, España: SECIP [Internet]; 2020 [consultado 28 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.secip.info/images/uploads/2020/07/Ecograf%C3%ADa-transfontanelar-hemorragia-isquemia-cerebral-e-hidrocefalia.pdf>.
22. Moujir-Sánchez A, García-Báez E, Pérez J, El Khatib-Ghzal Y. Ecografía transfontanelar en la UCI neonatal: el paciente prematuro. Sociedad Española de Radiología Médica. 35 Congreso Nacional. Madrid, España: SERAM [Internet]. 2021;1(1) [consultado 28 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/4395/2861>.
23. Llorens-Salvador R, Moreno-Flores A. El ABC de la ecografía transfontanelar y más. *Radiología*. 2016;58(Suppl 2):129-141. DOI: 10.1016/j.rx.2016.02.007.
24. American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM practice guideline for the performance of neurosonography in neonates and infants. *J Ultrasound Med*. 2020;39(5):E57-E61. DOI: 10.1002/jum.15264.
25. Cabrera C, Escudero P, Sarmiento C, Espinoza F, Rivero A, Romero M, et al. Participación de la bioética y la evidencia clínica en la medicina materno fetal. *Rev Latin Perinat*. 2019;22(4):227-234.
26. Moreira W, Goncalves J, Lugo C, Gómez J. Hallazgos en neurosonografía fetal y transfontanelar afectados durante la gestación por el virus Zika: Reporte de casos. *Rev Obstet Ginecol Venez*. 2017;77(3):225-232.
27. Jaramillo-Díaz J, Noguera L, Romero M, Bauer E, Cabrera C. Diagnóstico ecográfico prenatal de hamartoma cardíaco y su relación con la esclerosis tuberosa. *Rev Latin Perinat*. 2022;25(2):157-162.

28. Jaramillo J, Noguera L, Romero M, Cabrera C, Gómez J, Faneite P. Esclerosis tuberosa cardíaca fetal: diagnóstico antenatal de un caso. *Gac Méd Caracas*. 2022;130(2):421-428. DOI: 10.47307/GMC.2022.130.2.19.
29. Ferrer N, Rivero A, Romero M, Noguera L, Robayo Y, Gómez J, et al. Diagnóstico ecográfico pre y postnatal de lipoma intracraneal pericalloso. *Rev Latin Perinat*. 2023;26(3):227-236.
30. Robayo Y, Aular A, Hernández E, Sarmiento C, Gómez-Marín J, Cabrera-Lozada C. Diagnóstico prenatal de aneurisma de la vena de Galeno. *Rev Latín Perinat*. 2024;27(1):75-86.
31. Gupta P, Singh-Sodhi K, Kumar-Saxena A, Khandelwal N, Singhi P. Neonatal cranial sonography: A concise review for clinicians. *J Pediatr Neurosci*. 2016;11(1):7-13. DOI: 10.4103/1817-1745.181261.
32. Rumack CM, Levine D. Neonatal and infant brain imaging. 5<sup>th</sup> edition. Philadelphia (PA): Elsevier; 2018;2:1511-1572.