



Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Carrera de Licenciatura en Producción de Bioimágenes

Trabajo Final de Carrera (Tesis)

Título

**“RESONANCIA MAGNÉTICA FETAL EN
DETECCIÓN DE ANOMALÍAS
CEREBRALES”**

Alumna:

Carmen Maria Trejo Reyes

Profesor:

Lic. Fernando Orsi

Año 2026

Resumen

La presente investigación analiza la utilidad de la resonancia magnética fetal en la detección temprana de anomalías cerebrales, considerando su aporte diagnóstico frente a las limitaciones de la ecografía. Se desarrolló un estudio descriptivo retrospectivo basado en revisión bibliográfica, abordando el desarrollo anatómico cerebral fetal por trimestres, los métodos de diagnóstico prenatal, los factores etiológicos y las principales anomalías cerebrales en fetos. Se realizó un análisis comparativo entre resonancia magnética y ecografía, destacando las ventajas, limitaciones, indicaciones, seguridad y protocolos de estudio. Los resultados evidencian que la resonancia magnética fetal permite una mejor caracterización anatómica, mayor resolución de contraste y detección de anomalías adicionales, contribuyendo significativamente a la planificación del manejo perinatal. La resonancia magnética fetal es un método complementario fundamental, que mejora la precisión diagnóstica y fortalece la toma de decisiones clínicas, resaltando además el rol del profesional en bioimágenes en la correcta adquisición e interpretación de los estudios.

Palabras clave

Resonancia magnética fetal, diagnostico fetal, anomalías cerebrales, desarrollo anatómico cerebral.

Abstract

This research analyzes the usefulness of fetal magnetic resonance imaging in the early detection of brain abnormalities, considering its diagnostic contribution compared to the limitations of ultrasound. A retrospective descriptive study based on a literature review was conducted, addressing the development of fetal brain anatomy by trimester, prenatal diagnostic methods, etiological factors, and the main brain abnormalities in fetuses. A comparative analysis between magnetic resonance imaging and ultrasound was carried out, highlighting the advantages, limitations, indications, safety, and study protocols. The results show that fetal magnetic resonance imaging allows for better anatomical characterization, higher contrast resolution, and detection of additional abnormalities, significantly contributing to perinatal management planning. Fetal magnetic resonance imaging is a fundamental complementary method that improves diagnostic accuracy and strengthens clinical decision-making, in addition to highlighting the role of the bioimaging professional in the correct acquisition and interpretation of the studies.

Keywords

Fetal magnetic resonance imaging, fetal diagnosis, cerebral anomalies, fetal brain development.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios, por ser mi guía y fortaleza a lo largo de este camino. Por sostenerme en los momentos de dificultad, iluminar mis decisiones y darme la constancia necesaria para no rendirme. La culminación de esta etapa es reflejo de su gracia y de la fe que me permitió avanzar aun cuando el proceso parecía incierto.

Agradezco a mi familia por cada palabra de aliento, por su amor incondicional y por cada gesto de apoyo durante todo este proceso. De manera muy especial, dedico este logro a mi madre, quien ha sido mi mayor apoyo, mi inspiración constante y mi ejemplo de perseverancia. Gracias por creer en mí desde el primer día, por acompañarme en cada desafío, y por enseñarme que el esfuerzo y la disciplina siempre dan frutos.

A mis compañeros de carrera, quienes caminaron a mi lado durante toda la formación profesional. Gracias por compartir conocimientos, experiencias, y aprendizajes. La elaboración de este trabajo final de carrera fue un proceso compartido que fortaleció no solo nuestras capacidades académicas, sino también los lazos de amistad y compañerismo.

Finalmente, expreso mi sincero agradecimiento a los docentes que guiaron mi formación académica. Gracias por transmitir sus conocimientos con dedicación, por fomentar el pensamiento crítico y por sembrar en mí el compromiso con la bioimagenología y la excelencia profesional. Su orientación fue clave para el desarrollo de esta investigación y para mi crecimiento como futura profesional.

Con gratitud y orgullo, culmino esta etapa que representa no solo un logro académico, sino también el resultado de esfuerzo, fe y valentía.

Índice

Resumen.....	1
Palabras clave.....	1
Abstract	1
Keywords	1
Agradecimientos	2
Introducción	5
Planteamiento del problema.....	5
Hipótesis.....	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos.....	5
Justificación	6
Estado del arte	6
Marco Teórico	8
Desarrollo anatómico cerebral fetal por trimestres.	8
Primer Trimestre	8
Segundo Trimestre	13
Tercer Trimestre	16
Métodos de Diagnóstico Prenatal	20
Ecografía Obstétrica.....	20
Resonancia Magnética	22
Indicaciones	24
Seguridad	26
Protocolo de Adquisición y Preparación del Paciente	27
Protocolo Técnico y Principales Secuencias empleadas en la RMf.....	28
Punto Comparativo del rendimiento diagnóstico de la RMf vs la Ecografía.....	33
Factores etiológicos de las anomalías congénitas cerebrales	34
Clasificación de las anomalías cerebrales según el área de afectación.....	37
Anomalías de cuerpo calloso y la línea media	37
Anomalías del sistema ventricular	40
Anomalías del parénquima cerebral.....	42
Anomalías de la superficie cortical.....	42
Anomalías de la fosa posterior.....	43
Rol del técnico/licenciado radiólogo en la RMf.	45
Marco Metodológico.....	46

Tipo de investigación	46
Universo	46
Población de estudio	46
Muestra.....	46
Criterios de inclusión	46
Criterios de exclusión.....	46
Recolección de datos.....	46
Variables.....	47
Análisis de datos	48
Resultados	49
Discusión.....	51
Conclusión	52
Bibliografía	53
Anexos	55
Caso 1.....	55
Caso 2.....	56
Caso 3.....	57
Caso 4.....	58
Caso 5.....	59
Caso 6.....	60

Introducción

El diagnóstico prenatal constituye un pilar fundamental de la medicina contemporánea, dado que faculta la detección precoz de alteraciones estructurales y funcionales del feto antes del nacimiento. Dentro de este espectro, las anomalías cerebrales adquieren especial relevancia debido a su considerable incidencia y su asociación directa con la discapacidad neurológica, así como con la morbilidad perinatal. La identificación oportuna de estas patologías resulta determinante para orientar el abordaje clínico, optimizar la toma de decisiones terapéuticas y proporcionar a los progenitores el asesoramiento y acompañamiento necesarios durante el periodo gestacional.

Si bien la ecografía obstétrica se establece como la modalidad de tamizaje primario en el control prenatal, presenta limitaciones para la evaluación detallada de la anatomía cerebral fetal. Por ello, la resonancia magnética fetal (RMf) se ha consolidado como un recurso diagnóstico complementario de alto valor clínico, gracias a su capacidad para generar imágenes multiplanares de alta resolución y una caracterización tisular superior, prescindiendo del uso de radiaciones ionizantes.

Planteamiento del problema

La detección prenatal de anomalías del neurodesarrollo depende de la eficacia de las modalidades de imagen para ejecutar una valoración fetal exhaustiva. No obstante, la ecografía manifiesta limitaciones técnicas intrínsecas que pueden comprometer la precisión diagnóstica en casos de alta complejidad. Ante este escenario, se formula la siguiente interrogante:

¿Cuál es la utilidad diagnóstica de la resonancia magnética fetal en la detección de anomalías cerebrales durante el periodo prenatal?

Hipótesis

Se postula que la resonancia magnética fetal presenta mayor precisión diagnóstica que la ecografía prenatal en la detección temprana de anomalías cerebrales fetales, permitiendo una mejor caracterización de las estructuras anatómicas del sistema nervioso central y contribuyendo a la planificación clínica más adecuada durante la gestación.

Objetivo General

Determinar la eficacia y precisión de la Resonancia Magnética en la detección temprana de anomalías cerebrales fetales.

Objetivos Específicos

1. Examinar los métodos de diagnóstico prenatal destacando la resonancia magnética.
2. Describir el desarrollo anatómico cerebral fetal, destacando las características normales y su relación con las principales patologías.
3. Identificar las principales anomalías cerebrales fetales para contribuir a un diagnóstico temprano y preciso a través de las técnicas de imagen prenatal.

Justificación

La resonancia magnética fetal (RMf) representa una ventaja diagnóstica crítica en la evaluación del sistema nervioso central, especialmente cuando los hallazgos ecográficos resultan inconcluyentes o limitados por factores técnicos. Ante este escenario, profundizar en su utilidad resulta imperativo para garantizar una certeza diagnóstica que oriente decisiones clínicas precisas y oportunas durante el periodo gestacional.

Esta investigación posee una relevancia multidisciplinaria, dirigida a radiólogos, obstetras, neurorradiólogos y especialistas en bioimágenes que demandan evidencia actualizada para fundamentar una praxis médica segura. Asimismo, este trabajo se constituye como un recurso pedagógico de alto valor para estudiantes y profesionales en formación, proporcionando el sustento científico necesario para fortalecer sus competencias técnicas en la adquisición e interpretación de estudios de alta complejidad.

Estado del arte

Tras realizar una revisión bibliográfica enfocada en el uso de la resonancia magnética fetal para el diagnóstico prenatal, se seleccionaron artículos que analizan su papel en la detección temprana de anomalías cerebrales. A continuación, se presentan los principales aportes de los estudios más relevantes identificados.

“RM fetal en las anomalías del SNC. Aspectos de interés para el obstetra”¹, La resonancia magnética (RM) fetal es una técnica de imagen en auge, útil en la valoración del cerebro y columna fetal. Ayuda a estudiar el desarrollo cerebral fetal y se puede realizar un diagnóstico precoz de las anomalías congénitas. La imagen de RM muestra gran resolución de contraste y permite diferenciar mejor que la ecografía entre hallazgos normales y patológicos. Además, algunas malformaciones cerebrales o lesiones destructivas ocultas en la ecografía prenatal pueden ser detectadas por RM. Revisamos las indicaciones, utilidad, seguridad, aspectos técnicos de la RM fetal y la apariencia del desarrollo cerebral fetal, y evaluamos su contribución en el diagnóstico de las patologías de las diferentes regiones cerebrales y de la patología espinal fetal.

“Valoración del cerebelo fetal mediante resonancia magnética”², La valoración del cerebelo fetal debe realizarse siempre por protocolo en las ecografías realizadas durante la gestación. Diferentes motivos como limitaciones técnicas o hallazgos ecográficos poco concluyentes han convertido la sospecha de patología del cerebelo fetal en una de las indicaciones más frecuentes de resonancia magnética (RM) prenatal. Aunque la ecografía fetal es la técnica de imagen de elección para su valoración, la RM muestra con mayor detalle la anatomía de la fosa posterior y las anomalías del desarrollo del cerebelo fetal, lo que permite un diagnóstico prenatal más preciso. Describimos la anatomía normal del cerebelo fetal mediante RM, así como las diferentes patologías que afectan a su normal desarrollo, y

¹ Recio Rodríguez, Manuel, Martínez de Vega Fernández, Vicente, Martínez Ten, Pilar, Pérez Pedregosa, Javier, Fernández-Mayoralas, Daniel Martín, & Jiménez de la Peña, Mar. (2010). RM fetal en las anomalías del SNC: Aspectos de interés para el obstetra. Revista argentina de radiología, 74(4), 385-396. Recuperado: 20/10/2025 Disponible en:

https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S185299922010000400008&lng=es&tlng=es

² Salvador, R. L., Sainz, A. V., Filardi, A. M., Fornas, G. M., & Serrano, F. M. (2017). Valoración del cerebelo fetal mediante resonancia magnética. Radiología, 59(5), 380-390. Recuperado: 20/10/2025 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0033833817301054>

revisamos la terminología más apropiada para definirla, su diagnóstico diferencial y el papel de la RM en la evaluación prenatal de la fosa posterior.

La evidencia científica analizada demuestra que la resonancia magnética fetal (RMf) ofrece una resolución de contraste superior a otras técnicas de imagen, proporcionando un nivel de detalle anatómico determinante en aquellos casos donde los hallazgos ecográficos resultan limitados, ambiguos o técnicamente inconcluyentes. Esta capacidad no solo incrementa la sensibilidad diagnóstica, sino que facilita una valoración exhaustiva del desarrollo neurológico fetal.

Los autores consultados subrayan que la utilidad de la RMf trasciende la mera confirmación de sospechas diagnósticas; su aporte principal radica en la expansión del espectro neuroanatómico visible. Esto permite una evaluación precisa de estructuras críticas como la fosa posterior, el cuerpo calloso y la migración neuronal, áreas que requieren una definición diagnóstica rigurosa para establecer un pronóstico clínico certero.

Marco Teórico

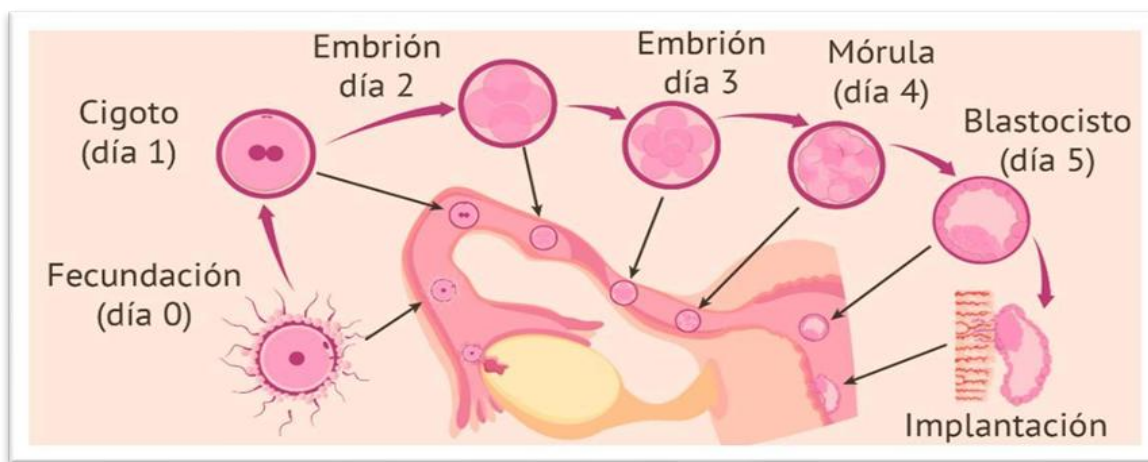
Desarrollo anatómico cerebral fetal por trimestres.

Primer Trimestre

El desarrollo del ser humano comienza con la fecundación, proceso en el cual el espermatozoide penetra las capas protectoras del óvulo en la trompa de Falopio. Tras esta unión, se produce la fusión de los núcleos de ambos gametos, dando origen al cigoto. Esta célula única ya posee la carga genética completa del nuevo individuo y activa de inmediato los mecanismos celulares que guiarán la organización y el crecimiento temprano del embrión.

Posteriormente, el cigoto atraviesa una etapa de segmentación, que consiste en una serie de divisiones celulares rápidas donde aumenta el número de células sin que el embrión crezca en tamaño total. Estas células se organizan hasta formar el blastocisto, estructura que migra hacia la cavidad uterina para iniciar la implantación en el revestimiento del útero (endometrio). En esta fase, se establecen los primeros vínculos con la sangre materna para asegurar el intercambio de oxígeno y nutrientes necesarios para la supervivencia embrionaria.

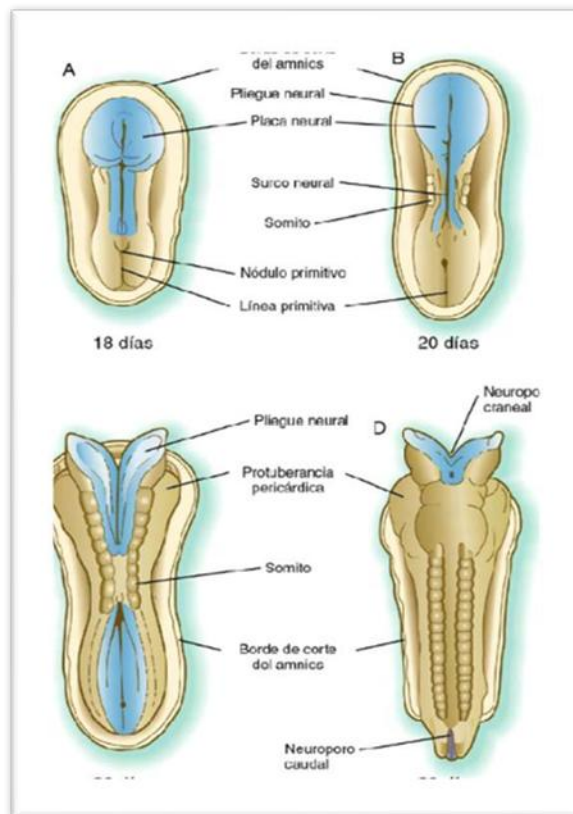
Durante los primeros días, las células mantienen una capacidad de diferenciación total, lo que significa que aún pueden convertirse en cualquier tipo de tejido. Alrededor del día 6, el blastocisto se organiza en un disco embrionario bilaminar, compuesto por dos capas: el hipoblasto y el epiblasto. Es precisamente en el epiblasto donde se originan las células precursoras que darán lugar a la formación del sistema nervioso central.



3Fig 1. Etapas del desarrollo embrionario temprano desde la fecundación hasta la implantación.

³ Fig. 1 Á. Belmonte (2019), unPROFESOR.com. Recuperado 10/01/2026 Disponible en: <https://www.unprofesor.com/ciencias-naturales/etapas-del-cigoto-3428.html>

Al inicio de la tercera semana de gestación, ocurre un evento morfogénico crucial: la gastrulación. Durante este proceso, se establece la línea primitiva, a través de la cual las células del epiblasto migran para conformar las tres capas germinativas definitivas (ectodermo, mesodermo y endodermo). El ectodermo es la capa precursora del sistema nervioso; bajo la influencia inductora de la notocorda, esta lámina celular se diferencia en neuroectodermo, dando lugar a la placa neural. Este engrosamiento marca formalmente el inicio del desarrollo del sistema nervioso central, extendiéndose a lo largo del eje cefalocaudal del embrión.



⁴Fig. 2 Formación del sistema nervioso central humano en fases iniciales.

Cerca del día 22, la placa neural experimenta un proceso de invaginación y plegamiento conocido como neurulación, transformándose en el tubo neural. El cierre de esta estructura se inicia en la región medial (a la altura de las primeras somitas) y progresa de forma bidireccional hacia los extremos. Las aperturas transitorias en los extremos del tubo se denominan neuroporo craneal (que cierra aproximadamente el día 24) y neuroporo caudal (hacia el día 26). Incluso antes del cierre definitivo de estos poros, la región cefálica ya presenta dilataciones que prefiguran las subdivisiones primordiales del encéfalo.

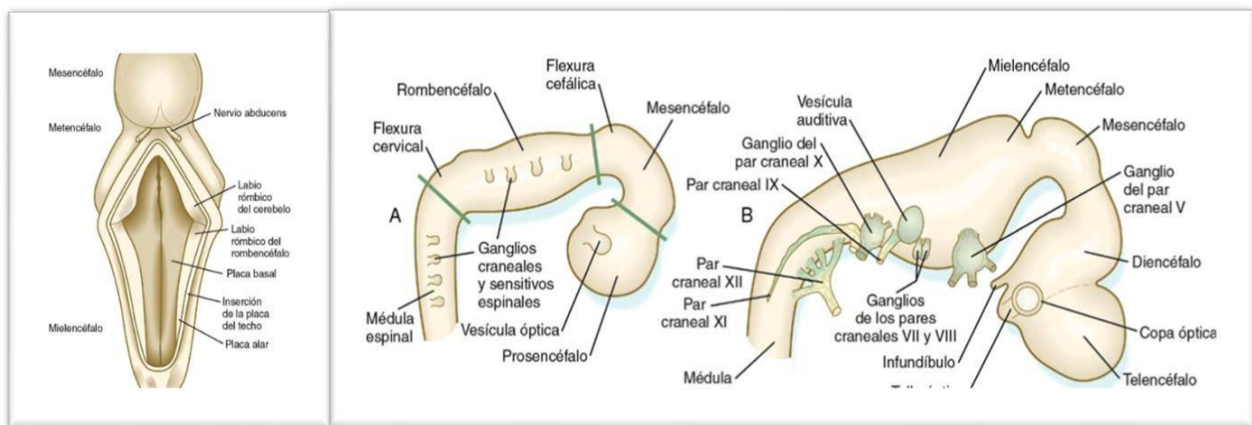
Durante esta etapa temprana del desarrollo, el embrión comienza a organizar sus ejes corporales y a establecer las bases morfológicas que permitirán la posterior diferenciación de órganos y sistemas. Se puede reconocer ya la futura médula espinal y el encéfalo, y dentro de éste se visualizan el cerebro anterior (prosencéfalo), el intermedio (mesencéfalo) y el posterior (rombencéfalo). A medida que el tubo neural se cierra, su extremo cefálico se expande y se organiza en tres grandes vesículas primarias: prosencéfalo, mesencéfalo y rombencéfalo.

⁴Fig. 2 Carlson, B. M. (2020). Embriología humana y biología del desarrollo (6.ª ed.). Elsevier España, S. L. U. Recuperado: 20/10/2022 Disponible en: <https://www.elsevier.com>

El prosencéfalo es especialmente importante porque dará origen a las estructuras superiores, incluidas las cortezas cerebrales y los núcleos profundos; el mesencéfalo actuará como región de integración sensorial y motora; y el rombencéfalo formará el cerebelo, puente y bulbo raquídeo. Cada una de estas vesículas, aunque aún huecas y rodeadas por una pared neural delgada, contiene un lumen que se convertirá en el sistema ventricular, contribuyendo desde temprano a la dinámica del líquido cefalorraquídeo.

Hacia la quinta semana, las vesículas primarias se subdividen en vesículas secundarias, refinando la anatomía cerebral. El prosencéfalo se diferencia en telencéfalo y diencefalo, mientras que el rombencéfalo se divide en metencéfalo y mielencéfalo.

En esta fase, la proliferación neuroepitelial es intensa: el epitelio del tubo neural actúa como un epitelio pseudoestratificado donde las células madre neurales se dividen rápidamente. Este proceso crea una zona ventricular densa desde la cual migrarán las futuras neuronas y glioblastos. La migración radial comienza a establecer los primeros patrones laminares rudimentarios, aunque la corteza como tal no es todavía reconocible.



⁵Fig. 3 *Vesículas cerebrales primarias y secundarias*

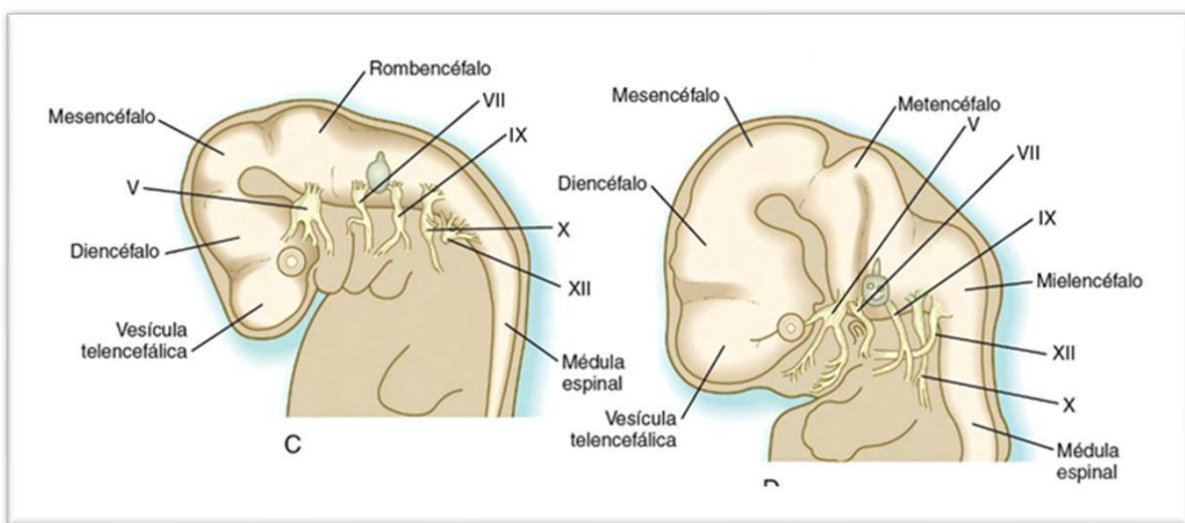
Hacia la quinta semana, las vesículas primarias se subdividen en vesículas secundarias, refinando la anatomía cerebral. El prosencéfalo se diferencia en telencéfalo y diencefalo, mientras que el rombencéfalo se divide en metencéfalo y mielencéfalo. En esta fase, la proliferación neuroepitelial es intensa: el epitelio del tubo neural actúa como un epitelio pseudoestratificado donde las células madre neurales se dividen rápidamente. Este proceso crea una zona ventricular densa desde la cual migrarán las futuras neuronas y glioblastos. La migración radial comienza a establecer los primeros patrones laminares rudimentarios, aunque la corteza como tal no es todavía reconocible.

Al finalizar la quinta y entrar en la sexta semana, las vesículas telencefálicas emergen como dos prominencias laterales, una a cada lado de la línea media. Su crecimiento es asimétrico y

⁵Fig. 3 Carlson, B. M. (2020). Embriología humana y biología del desarrollo (6.ª ed.). Elsevier España, S. L. U. Recuperado: 20/10/202 Disponible en: <https://www.elsevier.com>

expansivo, impulsado por la formación acelerada de nuevas neuronas. Estos hemisferios primitivos aún son lisos, pero ya empiezan a curvarse sobre el diencefalo, generando la morfología básica del encéfalo anterior. En paralelo, el diencefalo forma el tálamo, hipotálamo y epitálamo, cuyos núcleos se organizan alrededor de un tercer ventrículo en formación. En este período también aparece la retina como una evaginación del diencefalo, constituyendo una extensión directa del sistema nervioso central.

Mientras tanto, el mesencéfalo mantiene su configuración como una vesícula única, aunque internamente empieza a definir regiones que más adelante constituirán el tectum y el tegmento. El rombencéfalo, por su parte, experimenta pliegues característicos que delinean el puente y la médula, mientras que el metencéfalo desarrolla la matriz que dará origen al cerebelo. Las células del labio róbico migran hacia posiciones específicas estableciendo las bases de la futura arquitectura cerebelosa.



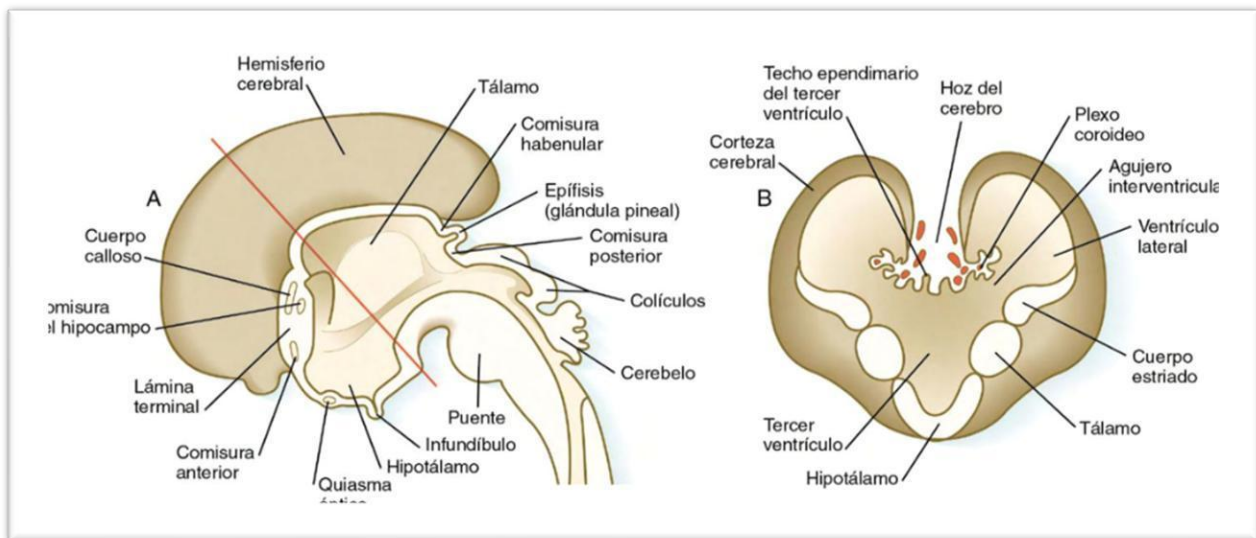
⁶Fig. 4 Desarrollo embrionario del encéfalo, vista lateral del embrión mostrando la diferenciación de las vesículas encefálicas primarias y secundarias (prosencefalo, mesencefalo y rombencéfalo), así como la relación anatómica con los nervios craneales (V, VII, IX, X y XII) y la continuidad con la médula espinal

En la séptima y octava semanas, el cerebro embrionario adquiere una mayor complejidad interna, las capas de la pared del tubo neural se organizan en zona ventricular, subventricular, intermedia y marginal. La formación de axones comienza a crear conexiones primitivas, incluyendo los primeros tractos que vinculan el diencefalo con el tronco encefálico.

Los plexos coroides empiezan a desarrollarse dentro de los ventrículos, secretando líquido cefalorraquídeo que distiende las cavidades ventriculares y favorece la expansión cerebral. Este LCR temprano también cumple funciones bioquímicas claves, actuando como medio de transporte de factores de crecimiento que regulan la proliferación neuro ectodérmica.

⁶Fig. 4 Carlson, B. M. (2020). Embriología humana y biología del desarrollo (6.ª ed.). Elsevier España, S. L. U. Recuperado: 20/10/202 Disponible en: <https://www.elsevier.com>

Entre la octava y la décima semana, la morfología externa del encéfalo se hace más reconocible. Aunque todavía carece de circunvoluciones, los hemisferios telencefálicos continúan expandiéndose y cubren parcialmente el diencéfalo. Al mismo tiempo, el hipotálamo se organiza en núcleos que regularán funciones autónomas, mientras que el tronco encefálico define las agrupaciones neuronales que controlarán reflejos primitivos como la deglución, el parpadeo y la respuesta vestibular.



⁷Fig. 5 Desarrollo inicial de los hemisferios cerebrales en un embrión de 10 semanas de gestación. A) Corte sagital a nivel del encéfalo. B) Corte transversal a través del nivel indicado mediante la línea roja en A

Para la semana doce, el encéfalo fetal presenta todas sus regiones principales delineadas. La corteza cerebral ya ha establecido su placa cortical inicial, un conjunto de capas en desarrollo donde las neuronas migratorias se alinean y preparan la futura organización columnar. Aunque todavía es delgada, esta corteza contiene los cimientos de la futura especialización funcional. El cuerpo caloso inicia su formación en esta etapa, extendiendo comisuras que conectarán ambos hemisferios

El cerebelo, aún una lámina pequeña en la parte posterior del metencéfalo muestra las primeras indicaciones de su futura división en hemisferios y vermis. El tronco encefálico posee núcleos motores y sensitivos ya operativos, permitiendo la aparición de movimientos fetales espontáneos que reflejan circuitos neuromotores funcionales.

A nivel fisiológico, el flujo de líquido cefalorraquídeo está establecido, la perfusión cerebral mejora con el desarrollo de las arterias carótidas internas, y los patrones iniciales de mielinización apenas comienzan en las regiones más profundas.

Así, durante el primer trimestre de la gestación, el sistema nervioso central transita desde una simple placa de neuroectodermo hasta la conformación de un encéfalo primitivo organizado en regiones anatómicas definidas. En este período se produce la neurulación, el cierre del tubo

⁷Fig. 5 Carlson, B. M. (2020). Embriología humana y biología del desarrollo (6.ª ed.). Elsevier España, S. L. U. Recuperado: 20/10/202 Disponible en: <https://www.elsevier.com>

neural, la formación de las vesículas encefálicas primarias y secundarias. Este periodo representa una etapa crítica del desarrollo, ya que cualquier alteración en los procesos de neurulación, proliferación neuroepitelial, diferenciación celular o migración neuronal puede originar malformaciones o anomalías cerebrales.

Segundo Trimestre

Durante el segundo trimestre (de la semana trece a la semana veintisiete) el encéfalo fetal atraviesa un período de expansión y organización acelerada que transforma al cerebro desde una estructura lisa y en rápido crecimiento hacia un órgano con arquitectura progresivamente definida.

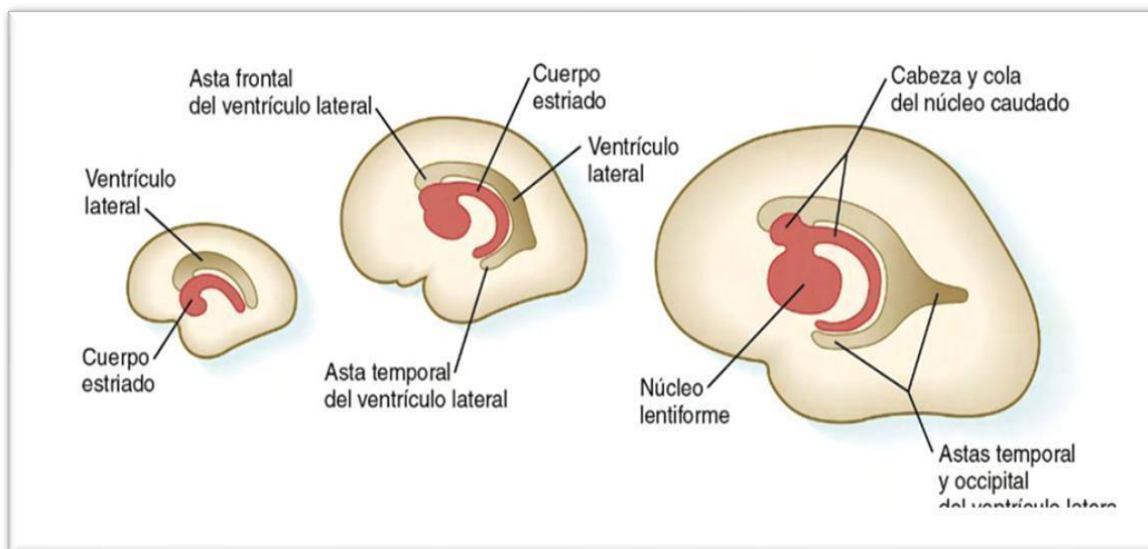
Al comenzar la semana trece, la corteza cerebral continúa su engrosamiento gracias a la intensa proliferación neuronal que ocurre en la zona ventricular y subventricular. Las neuronas recién formadas migran radialmente, guiadas por células gliales radiales, para establecer las capas corticales iniciales. La preplaca, la subplaca y la placa cortical se hacen más complejas, y la subplaca presente durante gran parte del segundo trimestre funciona como un andamiaje temporal para la llegada de axones talámicos y cortico corticales, permitiendo la formación de circuitos transitorios esenciales para el desarrollo cortical posterior.

Uno de los hitos más importantes del segundo trimestre es la evolución del cuerpo calloso, la mayor comisura cerebral. Aunque inicia su formación hacia la semana doce, su crecimiento se acelera durante este período. Las fibras comisurales emergen desde la corteza en desarrollo y cruzan la línea media siguiendo el trayecto de la lámina terminalis, guiadas por señales provenientes del septum y de la placa comisural.

Hacia las semanas dieciocho a veinte, el cuerpo calloso adquiere la configuración arqueada característica situada sobre los ventrículos laterales, consolidándose como la principal vía interhemisférica; estos hemisferios cerebrales se expanden y comienzan a formarse los primeros surcos primarios, este crecimiento altera la conformación de los ventrículos laterales, cuyos cuernos frontal y occipital se alargan acompañando la expansión cortical. En paralelo progresa la diferenciación del cuerpo estriado, formado a partir de las eminencias ganglionares medial y lateral.

Durante este trimestre se consolidan el núcleo caudado y el putamen, que adquieren mayor volumen y se separan progresivamente mediante la formación y engrosamiento de la cápsula interna. Esta organización establece los circuitos motores y asociativos profundos del cerebro fetal, y su adecuada segregación es esencial para evitar malformaciones relacionadas con migración neuronal anómala, displasias de ganglios basales o trastornos en el desarrollo de la cápsula interna.

A la vez se desarrolla el fórnix, estructura fundamental del sistema límbico. Sus fibras, que conectan el hipocampo con cuerpos mamilares y áreas septales, comienzan a organizarse desde el primer trimestre, pero durante el segundo trimestre sufren una maduración notable: el cuerpo del fórnix se ensancha, su trayecto se define por debajo del cuerpo calloso y se establece la curvatura que bordea superiormente el tálamo. Su integración estructural es esencial para la conformación del circuito límbico y para la diferenciación del hipocampo que continúa a lo largo del trimestre.



8Fig. 6 Desarrollo del cuerpo estriado, cuerpo calloso, fórnix y ventrículos laterales

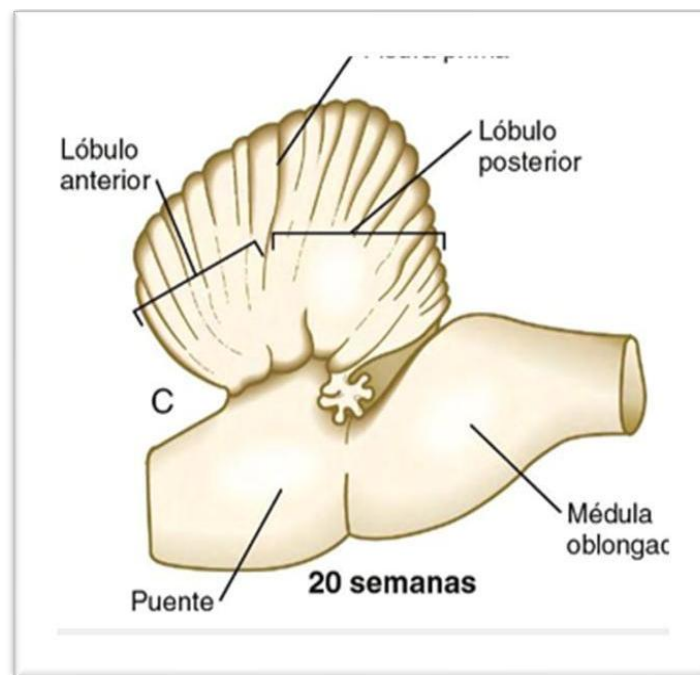
A lo largo de las semanas catorce a dieciséis, los hemisferios cerebrales se expanden y comienzan a sugerirse los primeros surcos primarios. Este crecimiento altera la conformación de los ventrículos laterales, cuyos cuernos frontal y occipital se alargan acompañando la expansión cortical. Las estructuras profundas también progresan: el tálamo refina sus conexiones con la corteza en desarrollo, los ganglios basales aumentan su volumen y la cápsula interna se diferencia con mayor claridad. En estas semanas el hipocampo también cambia de posición y morfología, desplazándose hacia el interior del lóbulo temporal a medida que este crece y se pliega.

Durante las semanas diecisiete a diecinueve, el tronco encefálico consolida los núcleos motores y sensitivos del mesencéfalo, puente y bulbo. Aunque la mielinización aún es limitada, comienza en regiones indispensables como el nervio vestibulococlear y áreas del tronco encefálico que serán esenciales para funciones básicas posnatales. La vascularización meníngea aumenta, y el sistema ventricular continúa produciendo líquido cefalorraquídeo, lo cual genera una presión intracraneal moderada que favorece la expansión cerebral.

En estas mismas semanas ocurre uno de los hitos más importantes de la fosa posterior: el crecimiento acelerado del cerebelo, cuyo desarrollo es especialmente intenso durante el segundo trimestre. Los hemisferios cerebelosos se expanden, el vermis se engrosa y se completa su posición en la línea media, y la capa granular externa (clave para la producción masiva de neuronas granulares) alcanza su mayor proliferación.

A partir de la semana veinte, comienzan a marcarse los surcos cerebelosos primarios, como el surco primario y el posterolateral, que establecen los límites iniciales de los lóbulos del cerebelo. La comunicación con el tronco encefálico mediante los pedúnculos cerebelosos también se refuerza, permitiendo avances significativos en el control del tono muscular y la coordinación de movimientos fetales.

⁸Fig. 6 Carlson, B. M. (2020). Embriología humana y biología del desarrollo (6.ª ed.). Elsevier España, S. L. U. Recuperado: 20/10/202 Disponible en: <https://www.elsevier.com>



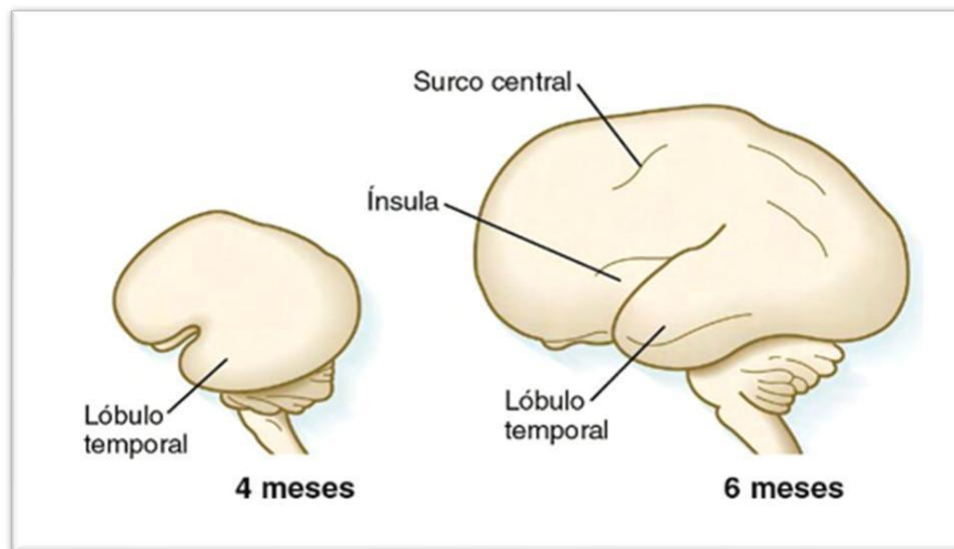
⁹Fig. 7 Desarrollo del cerebelo en semana 20 de gestación

En las semanas veintidós a veinticuatro, comienzan a aparecer las circunvoluciones primitivas, la superficie cerebral empieza a mostrar una organización más clara de los lóbulos que se diferencian activamente en este período. Durante estas semanas, la profundización progresiva de la cisura lateral (cisura de Silvio) permite definir con mayor nitidez la separación entre el lóbulo temporal, que desciende y se proyecta hacia la fosa temporal, y los lóbulos frontal y parietal, que continúan expandiéndose hacia anterior y hacia arriba respectivamente. Al mismo tiempo, el crecimiento posterior y medial del cerebro hace más evidente la delimitación del lóbulo occipital, favorecida por la extensión de la asta occipital del ventrículo lateral

Aunque los surcos secundarios que completarán la morfología lobular aparecen más adelante, este intervalo representa el momento en el que los lóbulos frontal, parietal, temporal y occipital se reconocen anatómicamente como territorios diferenciados debido al patrón inicial de pliegues y la disposición espacial de la corteza en expansión.

Al finalizar el segundo trimestre, entre las semanas veinticinco y veintisiete, el cerebro adquiere una apariencia más madura: la superficie se vuelve más compleja, las conexiones talamocorticales se vuelven funcionales y los circuitos motores presentan mayor coordinación. El cerebelo continúa aumentando su tamaño y complejidad, reforzando la arquitectura básica que sostendrá el desarrollo neurológico avanzado del último trimestre.

⁹Fig 7 Carlson, B. M. (2020). Embriología humana y biología del desarrollo (6.ª ed.). Elsevier España, S. L. U. Recuperado: 20/10/202 Disponible en: <https://www.elsevier.com>



¹⁰Fig. 8 Formación de circunvoluciones primitivas y lóbulos

Tercer Trimestre

Durante el último trimestre de gestación, el sistema nervioso central alcanza su fase de mayor maduración estructural y funcional. En este periodo, el encéfalo experimenta un crecimiento volumétrico acelerado, la consolidación de redes neuronales y el inicio crítico de la mielinización. Si bien las bases anatómicas se establecen previamente, es en esta etapa donde el cerebro adquiere la morfología definitiva característica del neonato, optimizando su preparación para la vida extrauterina.

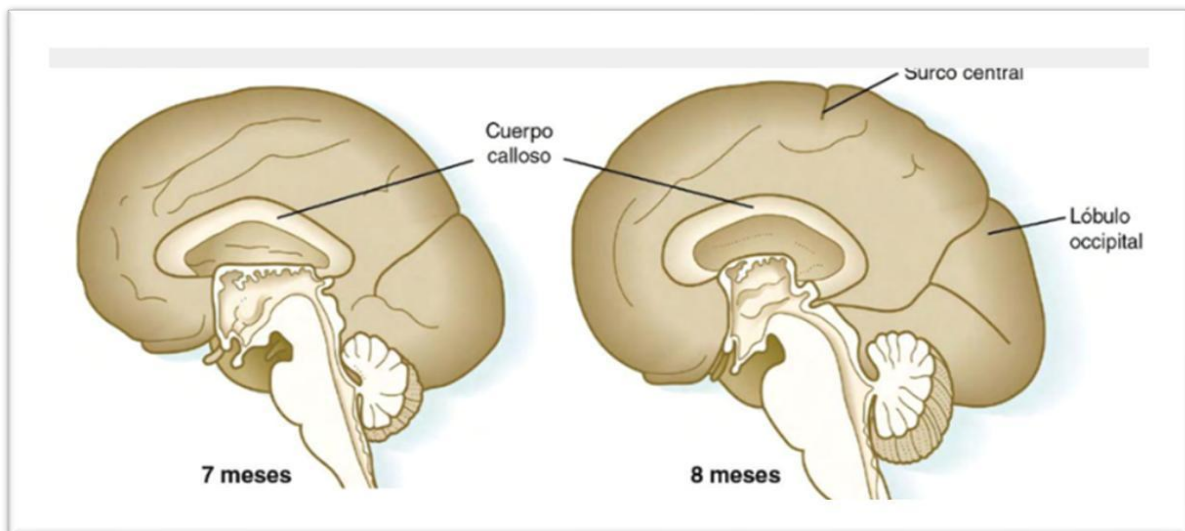
Uno de los cambios más evidentes es el rápido incremento del volumen cerebral, que se triplica aproximadamente entre las semanas 28 y 40. Este crecimiento se debe al aumento de la arborización dendrítica, la expansión de la glía y la formación continua de sinapsis. Paralelamente, la circunferencia craneal aumenta de forma significativa, acompañando el desarrollo del encéfalo. La superficie cortical, que aún presentaba un aspecto relativamente liso al inicio del segundo trimestre, adquiere una apariencia mucho más compleja debido al proceso de sulcación secundaria y terciaria.

La sulcación cerebral en el tercer trimestre progresa de forma ordenada. Los surcos primarios, como el calcarino, central y parietooccipital, ya visibles en el segundo trimestre, se profundizan y adoptan su morfología definitiva. Posteriormente, aparecen los surcos secundarios y terciarios, que fragmentan la corteza y delimitan regiones funcionales. La aparición y profundización de estos surcos permite evaluar la edad gestacional y detectar alteraciones del desarrollo cortical, como lisencefalia o polimicrogiria. Esta fase de sulcación avanzada es crítica, ya que una interrupción puede derivar en anomalías corticales severas.

¹⁰Fig. 8 Carlson, B. M. (2020). Embriología humana y biología del desarrollo (6.ª ed.). Elsevier España, S. L. U. Recuperado: 20/10/202 Disponible en: <https://www.elsevier.com>

La corteza cerebral continúa su proceso de maduración. Aunque la migración neuronal finaliza hacia mediados del segundo trimestre, las capas corticales siguen organizándose en el tercer trimestre. Las conexiones entre la corteza y el tálamo se estabilizan, y la subplaca (estructura transitoria fundamental para la organización cortical temprana) inicia su regresión. Este proceso marca la transición hacia circuitos corticales más maduros, con sinapsis permanentes que sostendrán la función sensorial y motora temprana del recién nacido.

En cuanto al cuerpo calloso, su desarrollo estructural se completa durante esta etapa. Las fibras comisurales aumentan en grosor y mielinización, logrando mayor conectividad entre ambos hemisferios cerebrales. Patologías como la hipoplasia callosa pueden detectarse con claridad en este período, dado que ya debería observarse su forma definitiva.



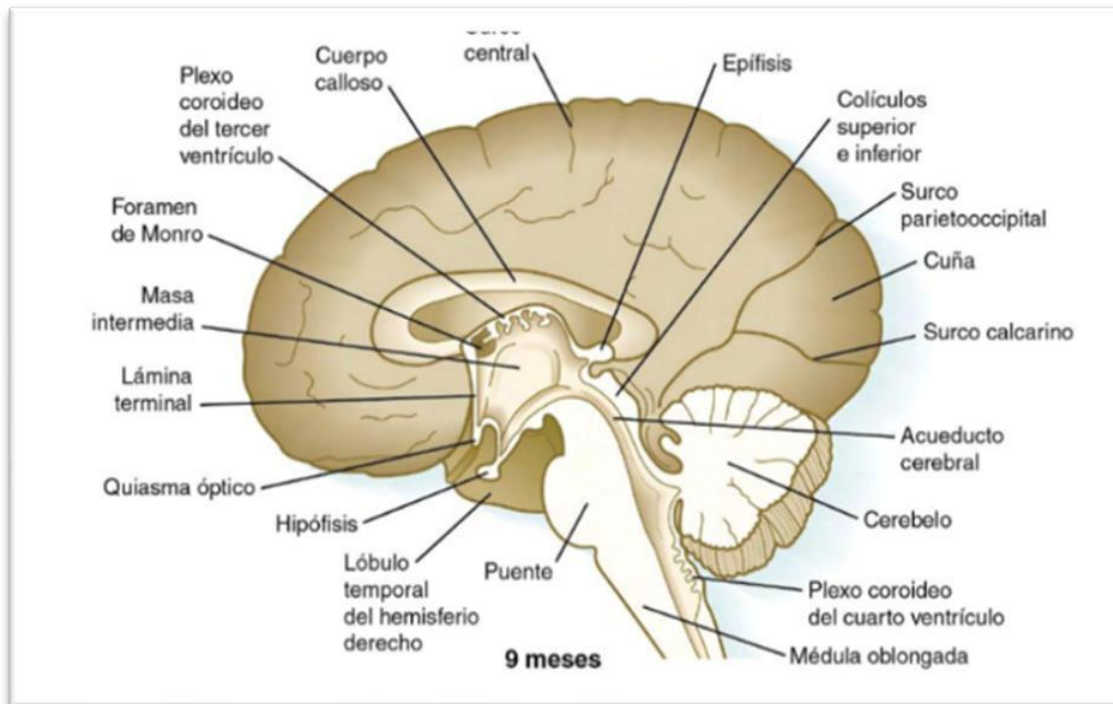
¹¹Fig. 9 Vista sagital del encéfalo fetal que muestra el aumento del tamaño cerebral y la diferenciación de diferentes estructuras.

El cerebelo también experimenta un notable crecimiento durante esta etapa. Su volumen aumenta de forma rápida, especialmente entre las semanas 30 y 34, y las ramas arborizadas del vermis adoptan la configuración casi definitiva. Asimismo, el tronco encefálico madura en su organización interna, consolidando vías motoras y sensoriales. La maduración cerebelosa es esencial para la coordinación motora autónoma del recién nacido, y su correcta volumetría es un parámetro clave en el diagnóstico prenatal.

La mielinización, uno de los procesos más relevantes de esta etapa, avanza desde regiones caudales y profundas hacia zonas rostrales y superficiales, siguiendo un patrón ya establecido en el neurodesarrollo. Comienza de forma intensa en el tronco encefálico, pedúnculos cerebelosos y columnas espinales, pero aún es mínima en la corteza cerebral al momento del nacimiento. No obstante, este proceso continúa durante los primeros años de vida, siendo un indicador de madurez neurológica.

¹¹Fig. 9 Carlson, B. M. (2020). Embriología humana y biología del desarrollo (6.ª ed.). Elsevier España, S. L. U. Recuperado: 20/10/202 Disponible en: <https://www.elsevier.com>

De igual forma se observa una mayor complejidad en la conectividad sináptica. La expansión de sinapsis y el crecimiento de la glía sustentan el aumento del metabolismo cerebral. Hacia el final del trimestre, el cerebro presenta actividad eléctrica más organizada, lo que refleja un avance en los patrones funcionales primitivos, como los movimientos fetales más coordinados y ciclos de sueño-vigilia relativamente definidos. Finalmente, el sistema ventricular se reduce proporcionalmente, debido al crecimiento masivo del parénquima cerebral. Aunque los ventrículos mantienen su morfología habitual, su tamaño relativo es menor comparado con etapas previas, un signo de maduración encefálica normal.



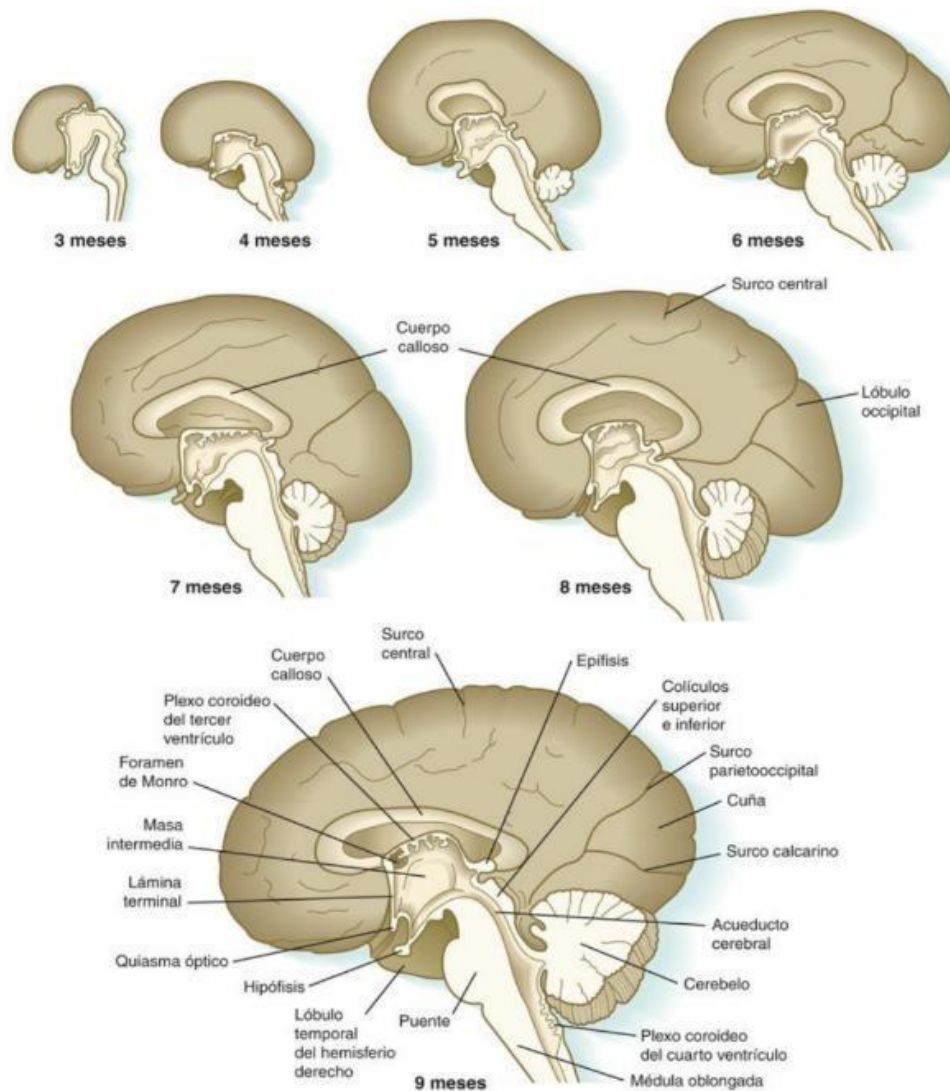
12Fig. 10 Vista sagital medial del encéfalo fetal en etapas avanzadas

El tercer trimestre de embarazo representa la fase final de consolidación del desarrollo cerebral fetal y del organismo en su conjunto. Al concluir este período, el sistema nervioso central ha alcanzado un grado avanzado de madurez estructural y funcional, con órganos ya formados y sistemas integrados que permiten la adaptación progresiva a la vida extrauterina.

La maduración del cerebelo, el tronco encefálico y las principales vías sensoriales y motoras garantiza la coordinación de funciones vitales, como la respiración, la succión, la deglución y los reflejos primarios. Asimismo, la actividad eléctrica cerebral se vuelve más organizada, reflejando la preparación del sistema nervioso para responder a estímulos externos una vez producido el nacimiento.

¹²Fig. 10 Carlson, B. M. (2020). Embriología humana y biología del desarrollo (6.ª ed.). Elsevier España, S. L. U. Recuperado: 20/10/202 Disponible en: <https://www.elsevier.com>

Al concluir la última etapa del embarazo, con todos los órganos adecuadamente formados, el feto se encuentra en condiciones de nacer y adaptarse al medio extrauterino. Si bien el desarrollo cerebral continúa luego del nacimiento, especialmente en lo que respecta a la mielinización y al refinamiento de las conexiones sinápticas, la estructura encefálica esencial ya se encuentra establecida. Esto permite que el recién nacido pueda sostener funciones neurológicas autónomas indispensables para la supervivencia.



¹³ Fig. 11 Ilustración del desarrollo neurológico fetal durante los nueve meses de gestación

¹³ Fig. 11 Carlson, B. M. (2020). Embriología humana y biología del desarrollo (6.ª ed.). Elsevier España, S. L. U. Recuperado: 20/10/202 Disponible en: <https://www.elsevier.com>

Métodos de Diagnóstico Prenatal

Ecografía Obstétrica

Poggio, G. A. et al. (2017)¹⁴, Mencionan que la ecografía es la técnica de elección en un gran número de entidades abdominales, pelvianas, cardiovasculares y musculoesqueléticas. Dado que no utiliza radiaciones ionizantes, es particularmente útil y necesaria en los pacientes neonatos, pediátricos y embarazadas.

En manos experimentadas, y realizada con dedicación, en forma exhaustiva y responsable, la ecografía constituye el método de elección para la evaluación de diferentes situaciones clínicas, de hecho, en ocasiones es la primera y la más adecuada.

En el ámbito obstétrico, esta técnica se emplea de forma rutinaria desde las primeras semanas de gestación, ya que permite la evaluación inicial del embrión y del feto, la confirmación de la edad gestacional, la valoración de la vitalidad fetal y el seguimiento del crecimiento y desarrollo intrauterino. La ecografía se utiliza principalmente para el estudio de los tejidos blandos y se caracteriza por ser un procedimiento seguro, no invasivo y libre de radiación ionizante, por lo que no se asocia a efectos biológicos adversos conocidos.



¹⁵Fig. 12 y 13 Imágenes ilustrativas de protocolo e imagen ecográfica

¹⁴ Poggio, G. A., Mariano, J., Gopar, L. A., & Ucar, M. E. (2017). La ecografía primero:¿ Por qué, cómo y cuándo?. *Revista argentina de radiología*, 81(3), 192-203. Recuperado: 15/10/2025 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048761916300990>

¹⁵ Fig. 12 y 13 deTRUJILLO.com. (s. f.). ¿Qué es y para qué sirven las ecografías obstétricas? Recuperado: 15/10/2025 Disponible en: <https://detrujillo.com/ecografias-obstetricas/>

A pesar de su indiscutible utilidad clínica, la ecografía obstétrica presenta limitaciones intrínsecas que condicionan su alcance diagnóstico. En primera instancia, la ecografía se caracteriza por ser una técnica que depende directamente de la habilidad de quien la realiza. Esto significa que la precisión del diagnóstico está vinculada a la experiencia práctica y a la capacitación continua del profesional para identificar correctamente las estructuras. Asimismo, la posición fetal juega un rol determinante; una presentación desfavorable puede generar un acceso acústico limitado, impidiendo la visualización de estructuras anatómicas clave.

En este sentido, existen variables materno-fetales que degradan significativamente la calidad de la imagen. Por un lado, el índice de masa corporal (IMC) materno elevado incrementa la atenuación del haz de ultrasonido, reduciendo la nitidez y la penetración en los tejidos. Por otro lado, un volumen insuficiente de líquido amniótico (oligohidramnios) elimina la ventana acústica natural, dificultando la obtención de planos ortogonales adecuados y comprometiendo la caracterización morfológica fetal.

Otra restricción crítica radica en la resolución de contraste, la cual es notablemente inferior a la de otras modalidades de imagen. Esta limitación técnica dificulta la diferenciación entre tejidos con impedancia acústica similar, especialmente en estructuras de la economía profunda. En regiones de alta complejidad, como el sistema nervioso central o el tórax, esta falta de discriminación tisular puede derivar en una caracterización incompleta de la patología.

A medida que progresa la gestación, la osificación del esqueleto fetal introduce un obstáculo adicional: la generación de sombras acústicas posteriores. Este fenómeno físico impide que el ultrasonido penetre estructuras óseas densas, como la calota craneal en el tercer trimestre, restringiendo la evaluación de órganos situados en planos profundos y limitando el análisis detallado del parénquima cerebral.

En cuanto a la sensibilidad del método, la ecografía convencional presenta dificultades para detectar lesiones microestructurales o alteraciones del desarrollo cortical. La evaluación detallada de la sustancia blanca, la organización de la corteza y los trastornos de la migración neuronal. Además, la imposibilidad de realizar de forma sistemática una evaluación multi planar y volumétrica exhaustiva restringe la visión integral de anomalías complejas.

Es fundamental reconocer que la ecografía permanece como la técnica de elección para el cribado poblacional debido a su seguridad, bajo costo y capacidad de evaluación en tiempo real. Sin embargo, ante la presencia de factores técnicos adversos o sospechas de malformaciones estructurales complejas, su alcance diagnóstico puede resultar insuficiente.

En estos escenarios críticos, donde la precisión es determinante para el pronóstico fetal, la integración de modalidades de imagen con mayor resolución de contraste se vuelve indispensable. Esto permite superar las limitaciones de la ventana acústica y obtener una representación anatómica más fidedigna, garantizando así un manejo clínico basado en la certeza y no en la presunción.

Resonancia Magnética

Martín, C. et al. (2003)¹⁶. Definen a la resonancia magnética (RM) como una modalidad de diagnóstico por imagen avanzada, caracterizada por su capacidad para obtener representaciones anatómicas con un elevado nivel de detalle y precisión. Su principio operativo se basa en la aplicación de un campo magnético potente y constante, en combinación con pulsos de radiofrecuencia. Mediante un sofisticado procesamiento computarizado de las señales obtenidas, el sistema genera imágenes de alta resolución en múltiples planos.

Una ventaja competitiva frente a la tomografía computarizada (TC) es que la RM prescinde del uso de radiación ionizante, consolidándose como un procedimiento seguro y biológicamente inocuo, factor crítico en la evaluación de pacientes pediátricos y gestantes.

Desde la perspectiva biofísica, la técnica se fundamenta en la interacción del campo magnético con los protones de hidrógeno (núcleos con momento magnético) abundantes en el agua de los tejidos biológicos. Al ser estimulados por pulsos de excitación de radiofrecuencia, estos protones experimentan cambios en su alineación; tras el cese del pulso, los protones inician un proceso de relajación para volver a su estado original. Durante este tiempo, liberan la energía que habían absorbido en forma de una señal de radio. Esta señal es captada por las antenas o bobinas receptoras, y el sistema informático del equipo la procesa para reconstruir la anatomía en una imagen digital.

Gracias a este fenómeno, es posible obtener diferentes secuencias de imagen que permiten distinguir con gran claridad la salud de los tejidos del feto. Este mecanismo otorga a la RM una resolución de contraste excepcional, permitiendo una diferenciación tisular superior, cualidad indispensable en la exploración minuciosa del sistema nervioso central (cerebro y médula espinal) y otras estructuras de anatomía compleja.

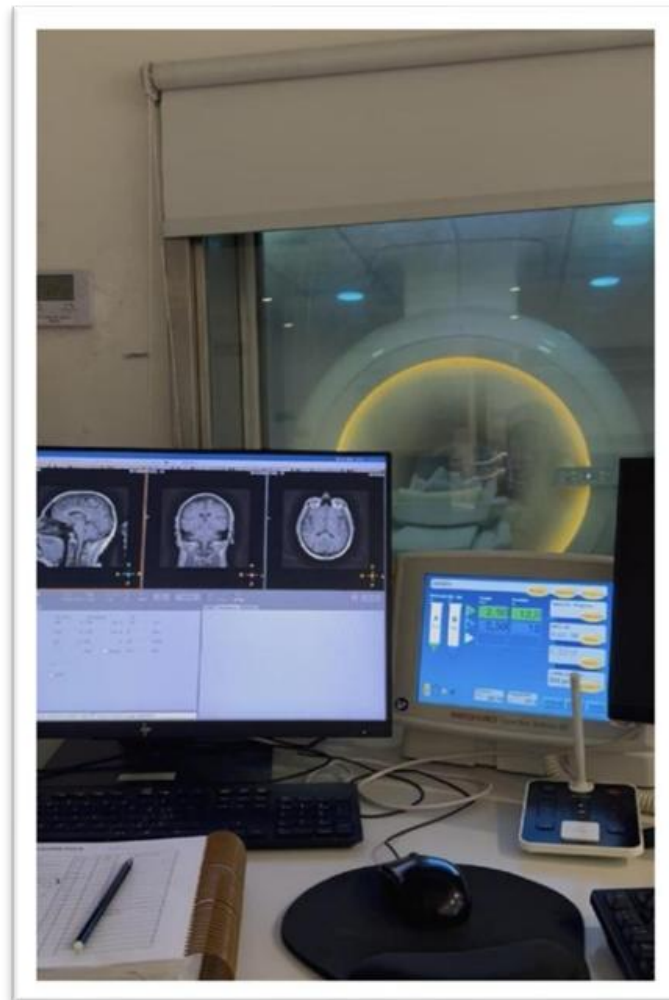
Al ser un método no invasivo e indoloro, la RM destaca por su alta sensibilidad diagnóstica, permitiendo la detección de alteraciones estructurales y funcionales en estadios iniciales. Debido a su capacidad para caracterizar el parénquima con una claridad inalcanzable por otros métodos, se ha establecido como el estándar de referencia (*Gold Standard*) en el diagnóstico por imagen moderno y como el complemento esencial de la ecografía cuando se requiere una evaluación morfológica definitiva.

La RMf se ha utilizado desde 1983 como un estudio complementario para el diagnóstico de enfermedades prenatales. Es un método útil para la valoración fetal, que ayuda a establecer el pronóstico y el manejo perinatal, ya que puede detectar anomalías ocultas hasta en el 50% de los casos para determinadas indicaciones. Las malformaciones del sistema nervioso central (SNC) corresponden a un tercio de las anomalías fetales y se encuentran en el 75% de los fetos muertos.

Su incidencia se estima en 1 de cada 100 nacidos vivos. Aproximadamente el 10% de las anomalías cerebrales son secundarias a alteraciones cromosómicas, el 20% a factores hereditarios, el 10% a efectos adversos intrauterinos (como las infecciones) y el 60% no tienen causa identificable.

¹⁶ Martín, C., Darnell, A., Durán, C., Mellado, F., & Corona, M. (2003). Resonancia magnética fetal: técnica, aplicaciones y anatomía normal del feto. Recuperado: 25/01/2026 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0033833803778795>

La RM proporciona imágenes de buena calidad de la mayoría de los órganos fetales. Es de suma utilidad en el análisis de las distintas estructuras intracraneales, también permite la evaluación de las estructuras cervicales, los pulmones, el diafragma, las estructuras intraabdominales, las retroperitoneales y las extremidades fetales. También puede proporcionar información útil de la placenta, el cordón umbilical, el líquido amniótico y el útero



¹⁷Fig. 14 Sala de Resonancia Magnética y consola de trabajo del Sanatorio Otamendi

¹⁷ Fig. 14 Imagen ilustrativa adaptada de material propio, obtenido en el Servicio de Resonancia Magnética del Sanatorio Otamendi (Buenos Aires, Argentina), utilizada con fines exclusivamente académicos. Recuperado: 15/10/2025

Indicaciones

Según lo expuesto por García-Moreno et al. (2021)¹⁸, las indicaciones para la RMf se centran en la validación de hallazgos ecográficos no concluyentes y en la detección de patologías que resultan inadvertidas mediante la ecografía convencional. Si bien la evaluación del sistema nervioso central (SNC) representa la indicación más prevalente debido a la complejidad del desarrollo cortical, la versatilidad de esta técnica permite un diagnóstico diferencial exhaustivo en los diversos sistemas del organismo fetal, aportando una claridad diagnóstica que orienta el manejo clínico inmediato.

Las indicaciones de la RMf se categorizan en dos grandes grupos según el objetivo clínico del estudio:

- Indicaciones No Obstétricas: Corresponden a evaluaciones dirigidas a la gestante para el abordaje de patologías incidentales o preexistentes que no derivan directamente del embarazo, pero cuya resolución es urgente. Incluyen cuadros neurológicos agudos (como neoplasias, malformaciones vasculares o eventos isquémicos), alteraciones musculoesqueléticas severas y masas tumorales en la región pélvica. En estos escenarios, la RM se consolida como el método de elección al ser biológicamente inocuo, permitiendo un diagnóstico preciso sin comprometer la integridad del feto mediante el uso de radiación ionizante.
- Indicaciones Obstétricas: Se vinculan directamente con la unidad fetoplacentaria y el bienestar del binomio madre-hijo. Estas se subdividen en:
 - Placentarias: Orientadas al estudio de anomalías de inserción y adherencia, tales como la placenta previa o el espectro de acretismo placentario. La RM permite definir con exactitud el grado de invasión miometrial, información crítica para la planificación quirúrgica del parto.
 - Fetales: Su propósito es la caracterización morfológica y funcional ante la sospecha de malformaciones estructurales complejas. La RMf sobresale en la evaluación de anomalías y malformaciones cerebrales, anomalías del tórax (hernias diafragmáticas, secuestros broncopulmonares), abdomen y sistema urogenital, donde la resolución de contraste permite diferenciar tejidos que por ecografía resultan ambiguos.

Finalmente, la RMf se integra en la práctica clínica bajo tres escenarios fundamentales que definen el futuro del paciente: como estudio complementario para confirmar o descartar hallazgos ecográficos anómalos, como herramienta de evaluación precoz en gestaciones de alto riesgo, y como una alternativa mínimamente invasiva a la autopsia convencional en la evaluación fetal posmortem.

¹⁸ García-Moreno, C. M., Torres-Olivas, E., Barrera-Esparza, M., Sierra-Lozada, N., Casillas-Barrera, M., López-Félix, J. A., & Acevedo-Gallegos, S. (2021). Papel de la resonancia magnética fetal en la valoración de las anomalías prenatales. *Anales de Radiología México*, 20(2), 856–866. Recuperado: 20/10/2025 Disponible en: https://www.analesderadiologiamexico.com/portadas/arm_21_20_2.pdf

A modo de síntesis, se incluye un cuadro descriptivo de Susarte, S. I. C., Perez et al. (2021)¹⁹.
¹⁴ en el cual los autores resumen las indicaciones más frecuentes de la resonancia magnética fetal, clasificadas por órgano y tipo de alteración, permitiendo una visión ordenada y práctica de su aplicación clínica.

ÓRGANO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA
CEREBRO	Anomalías congénitas	Ventriculomegalia; disgenesia del cuerpo calloso; anomalías de la fosa posterior; malformaciones del desarrollo cortical cerebral
	Detección de fetos con riesgo familiar	P.ej. esclerosis tuberosa
	Anomalías vasculares	Malformaciones vasculares; hidranencefalia; infartos; complicaciones del embarazo gemelar monocoriónico
COLUMNA VERTEBRAL	Anomalías congénitas de la columna vertebral	Defectos del tubo neural; teratomas sacrococcígeos; regresión caudal / agenesia sacra; sirenomelia; anomalías vertebrales
CRÁNEO, CARA Y CUELLO	Masas de la cara y cuello	Malf. venolinfáticas; hemangiomas congénitos; teratomas, hendiduras faciales
	Obstrucción de la vía aérea	
TÓRAX	Masas	Malformaciones congénitas pulmonares (MAQ, secuestro, enfisema lobular congénito); hernia diafragmática.
	Valoración volumétrica de pulmón	Casos con riesgo de hipoplasia pulmonar secundaria a oligohidramnios, masa torácica
ABDOMEN, RETROPERITONEO Y PELVIS	Masas	Quiste abdominal-pélvico; tumores (p. ej. hemangiomas, neuroblastomas, teratomas y masas suprarrenales o renales); anomalías genitourinarias complejas (p. ej. cloaca); anomalías renales en casos de oligohidramnios graves; y anomalías intestinales como el microcolon, gastrosquisis
EVALUACIÓN DE CIRUGÍA FETAL		Meningomieloceles, teratomas sacrococcígeos; masas torácicas y complicaciones de gemelos monocoriónicos que necesitan cirugía
PLACENTA	Enf. Invasiva placentaria	Placenta acreta, increta y percreta

¹⁹ Susarte, S. I. C., Perez, S. M. T., Farias, S. J. M. F., Garcia, S. C. S., Jimenez, S. R. S., & Úbeda, S. A. G. (2021). Técnica, indicaciones y enfoque práctico de la RM fetal. Seram, 1(1).
 Recuperado: 22/01/2026 Disponible en:
<https://www.piper.espacioseram.com/index.php/seram/article/view/4411>

Seguridad

En el ámbito de la seguridad clínica, Recio Rodríguez et al. (2010)²⁰ señalan que el Comité de Seguridad de la Sociedad de Imagen de Resonancia Magnética establece la indicación de la RM fetal bajo un criterio estrictamente complementario. Este se aplica cuando las modalidades de imagen no ionizantes resultan insuficientes para el diagnóstico o cuando la RM promete aportar datos determinantes para el manejo del embarazo.

Bajo esta premisa, la seguridad del procedimiento se analiza desde tres ejes fundamentales:

Edad gestacional: aunque el Colegio Americano de Radiología (ACR) avaló en 2002 su uso en cualquier etapa del embarazo tras un exhaustivo análisis de riesgo-beneficio, el consenso clínico sugiere postergar el estudio hasta el segundo trimestre. Esta medida de precaución busca proteger al feto durante el periodo crítico de organogénesis y mitigar cualquier posible efecto térmico sobre los tejidos en formación, garantizando además una mayor resolución diagnóstica debido al tamaño de las estructuras.

Restricciones en el uso de contraste: la bioseguridad del examen exige la exclusión total de medios de contraste intravenosos. Los quelatos de gadolinio tienen la capacidad farmacocinética de atravesar la barrera placentaria y ser excretados por la vía urinaria fetal hacia el líquido amniótico. Debido a que el feto deglute este líquido, se genera un ciclo de reexposición prolongada. Ante la falta de evidencia sobre su vida media en el compartimento fetal y el riesgo potencial de nefrotoxicidad o fibrosis sistémica nefrogénica, su administración está proscrita en el protocolo obstétrico.

Selección de campo magnético adecuado: la comunidad radiológica considera a los equipos de 1.5 Tesla (T) como el estándar de referencia por su equilibrio entre calidad de imagen y bioprotección. Operar bajo esta intensidad de campo permite mantener una relación señal-ruido óptima para la visualización anatómica, mientras se controlan de forma estricta los niveles de SAR (Tasa de Absorción Específica). El uso de 1.5 T reduce significativamente la posibilidad de calentamiento tisular y la aparición de artefactos en comparación con los campos de 3 T, protegiendo la estabilidad térmica del binomio madre-hijo.

La seguridad se extiende al bienestar ambiental y el control del movimiento. Es imperativo el uso de protección auditiva materna para atenuar la presión acústica generada por los gradientes, así como la implementación de secuencias de adquisición rápida. Estas secuencias no solo optimizan el tiempo de exploración, sino que minimizan la tasa de repetición de cortes por artefactos de movimiento fetal, reduciendo el estrés acústico y asegurando la fidelidad diagnóstica del estudio.

²⁰ Recio Rodríguez, M., Martínez de Vega Fernández, V., Martínez Ten, P., Pérez Pedregosa, J., Fernández-Mayoralas, D. M., & Jiménez de la Peña, M. (2010). RM fetal en las anomalías del SNC: aspectos de interés para el obstetra. *Revista Argentina de Radiología*, 74(4), 385–396. Recuperado: 10/01/2026
Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185299922010000400008&script=sci_arttext

Protocolo de Adquisición y Preparación del Paciente

La ejecución de una RMf requiere una fase preliminar de verificación rigurosa. Es indispensable validar la solicitud médica y consolidar la información clínica del binomio; esto incluye la determinación exacta de la edad gestacional, parámetro crítico para la estratificación del desarrollo fetal y la correcta interpretación cronológica de las estructuras. El protocolo debe orientarse según los hallazgos ecográficos previos y los antecedentes maternos de relevancia.

Desde el punto de vista ético y legal, es imperativo obtener el consentimiento informado debidamente firmado. En este documento se debe ratificar la naturaleza no ionizante del estudio y su perfil de seguridad, asegurando que la paciente comprenda el procedimiento.

Consideraciones Técnicas y Posicionamiento:

El estudio se realiza habitualmente con la gestante en decúbito supino; no obstante, en el tercer trimestre o ante la sospecha de síndrome de hipotensión supina por compresión de la vena cava, se debe optar por posicionarla en decúbito lateral izquierdo para garantizar la estabilidad hemodinámica materna. Es importante recordar que durante la realización del estudio debemos tener en cuenta el confort materno, ya que el bienestar de la paciente influye directamente en la calidad del estudio.

Se recomienda un ayuno sólido de al menos cuatro horas con el fin de reducir el peristaltismo intestinal, minimizando así los artefactos de movimiento por transmisión de proximidad. Asimismo, se instruye a la paciente para mantener una vacuidad parcial de la vejiga, buscando un equilibrio entre su confort físico y la estabilidad del útero durante las adquisiciones. Aunque la RMf se caracteriza por prescindir de sedación farmacológica, esta puede valorarse de forma excepcional en cuadros de claustrofobia severa o ansiedad clínica.

El pilar del protocolo es la utilización de secuencias ultrarrápidas, predominantemente ponderadas en T2 (como las secuencias HASTE o SSFSE). Estas permiten obtener imágenes con una excelente resolución de contraste en fracciones de segundo, logrando "congelar" el movimiento fetal espontáneo.

Para la optimización de la señal, se emplean antenas de superficie multicanal (Phased Array) de alta densidad, las cuales deben posicionarse cubriendo la totalidad del fondo uterino. Es fundamental ajustar el Campo de Visión (FOV) de manera selectiva: un FOV amplio para los localizadores maternos y un FOV reducido y centrado para las secuencias fetales, aplicando técnicas de sobre muestreo de fase (Oversampling) para prevenir artefactos de envoltura (Aliasing) que puedan superponerse a la anatomía de interés.

La planificación se inicia con localizadores en los tres planos ortogonales referenciados al eje materno. A partir de estas imágenes, el profesional debe reorientar los cortes para obtener planos axiales, coronales y sagitales estrictos respecto a la estructura fetal de interés (específicamente el encéfalo o la columna). Esta metodología permite una evaluación multiplanar fidedigna, independiente de la estática fetal en el momento del examen.

La duración de la exploración oscila entre los 20 y 40 minutos. Este tiempo es variable y depende directamente de la complejidad del hallazgo, la cooperación materna y la actividad motora fetal. La interpretación final debe ser realizada por personal especializado, integrando la información ecográfica previa para optimizar el rendimiento clínico y la precisión del informe radiológico.



²¹Fig. 15 Imagen ilustrativa del protocolo de RMf, gestante en decúbito supino sobre la camilla del resonador.

Protocolo Técnico y Principales Secuencias empleadas en la RMf

De acuerdo con Susarte et al. (2021)²², el éxito de la RMf reside en la implementación de secuencias ultrarrápidas, diseñadas para mitigar los artefactos de movimiento mediante tiempos de adquisición inferiores a los ciclos motores fetales. Dentro del arsenal radiológico, se distinguen tres pilares fundamentales:

Ponderación en T2:

Las secuencias de disparo único, como la Single Shot Fast Spin Echo (SSFSE o HASTE) y las secuencias de precesión libre en estado estacionario (tipo FIESTA o TrueFISP), constituyen la base del estudio. Desde la perspectiva física, estas técnicas utilizan trenes de pulsos de radiofrecuencia densos que permiten completar el llenado del espacio K en milisegundos.

La ponderación en T2 aprovecha las diferencias en los tiempos de relajación transversal de los tejidos. En este contexto, las estructuras con elevada densidad protónica y alto contenido hídrico, como el líquido cefalorraquídeo (LCR) y el líquido amniótico, se manifiestan con una marcada hiperintensidad. Esta propiedad es esencial para la caracterización anatómica del sistema ventricular, el espacio subaracnoideo y la morfología de la fosa posterior, proporcionando un contraste natural óptimo frente al parénquima cerebral.

Ponderación en T1:

Las secuencias potenciadas en T1, como las de gradiente de eco (*Fast Spoiled Gradient Echo*), se fundamentan en la rapidez de la relajación longitudinal. Los tejidos que recuperan su magnetización con celeridad, tales como el tejido adiposo, el contenido proteínico, el meconio

²¹ Fig. 15 OpenAI. (2026). Imagen generada por inteligencia artificial sobre estudio de resonancia magnética fetal. Recuperado: 22/01/2026

²² Susarte, S. I. C., Perez, S. M. T., Farias, S. J. M. F., Garcia, S. C. S., Jimenez, S. R. S., & Úbeda, S. A. G. (2021). Técnica, indicaciones y enfoque práctico de la RM fetal. *Seram*, 1(1). Recuperado: 22/01/2026
Disponible en: <https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/4411>

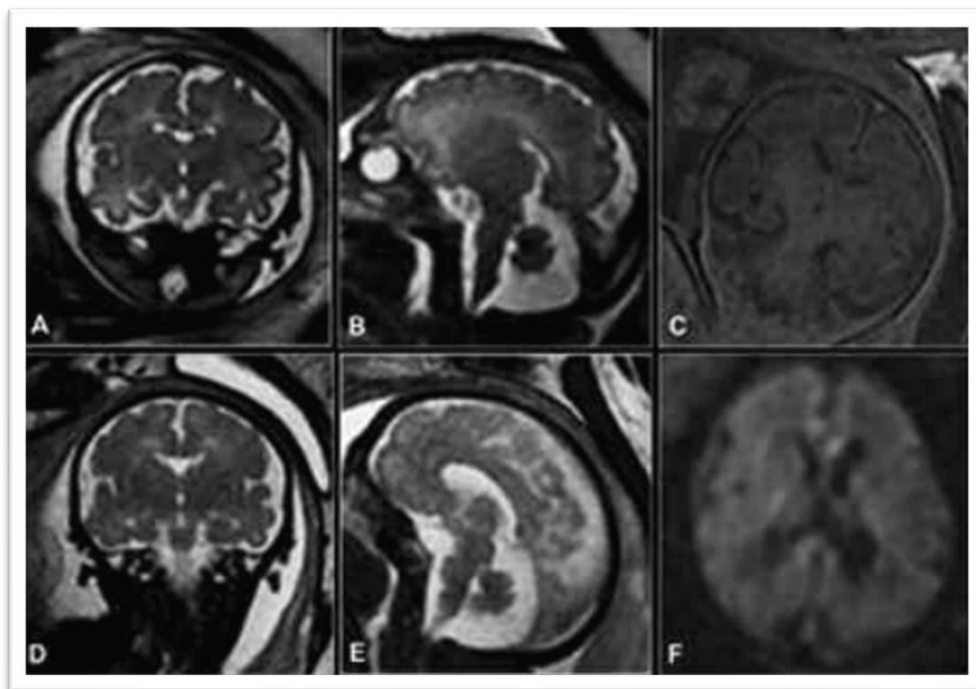
y ciertos productos hemáticos (metahemoglobina), se visualizan como áreas de hiperintensidad de señal. Por el contrario, el LCR se observa hipointenso.

Clínicamente, estas secuencias son determinantes para la detección de hemorragias intracraneales, la identificación de lipomas, la evaluación de la arquitectura de los órganos abdominales y el seguimiento del proceso de mielinización fetal.

Imagen ponderada en Difusión (DWI) y Mapa ADC

La secuencia de Difusión (DWI) se basa en la aplicación de gradientes de sensibilización al movimiento microscópico o movimiento browniano de las moléculas de agua. Físicamente, la DWI detecta la anisotropía y el desplazamiento hídrico en el espacio intersticial. Cuando existe una restricción a la difusión, como en los eventos de isquemia aguda donde ocurre edema citotóxico, se observa un incremento de la señal (brillo) en la imagen.

Esta técnica es vital para el diagnóstico precoz de daño hipóxico y para el diagnóstico diferencial de lesiones ocupantes de espacio, como la distinción entre un quiste aracnoideo y un quiste epidermoide. La interpretación de la DWI debe complementarse obligatoriamente con el Mapa de Coeficiente de Difusión Aparente (ADC), el cual permite cuantificar el grado de restricción y diferenciarla del efecto "shine-through" del T2.



²³Fig. 16 Principales secuencias de RM fetal en distintos planos A) Corte Coronal SSFSE T2, B) Corte Sagital SSFSE T2, C) Corte Coronal Gradiente T1 Doble Eco, D) Corte Coronal FLEET, E) Corte Sagital FLEET F) Corte Axial Difusión.

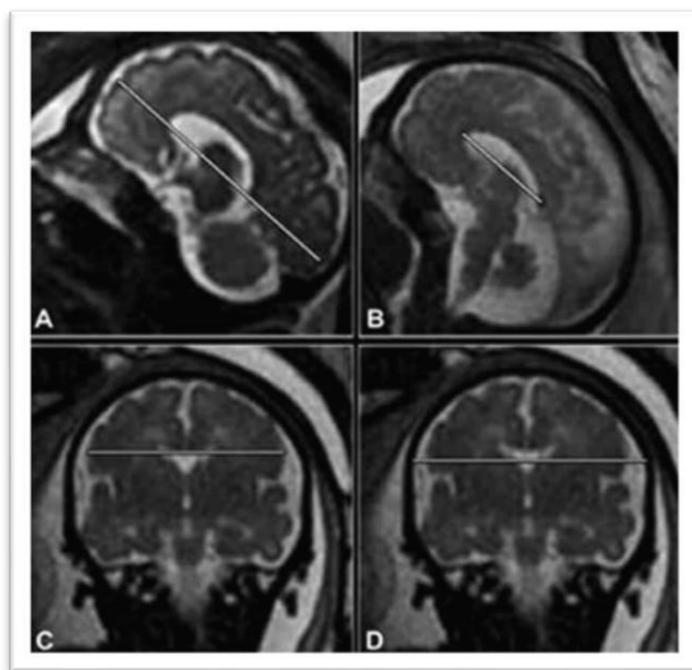
²³Fig. 16 Recio Rodríguez, M., Martínez de Vega Fernández, V., Martínez Ten, P., Pérez Pedregosa, J., Fernández-Mayoralas, D. M., & Jiménez de la Peña, M. (2010). RM fetal en las anomalías del SNC: aspectos de interés para el obstetra. Revista Argentina de Radiología, 74(4), 385–396. Recuperado: 10/01/2026 Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185299922010000400008&script=sci_arttext

Biometría Fetal y Análisis Morfométrico

Para la interpretación objetiva de las imágenes, se aplica la biometría fetal, un método de análisis cuantitativo cuyo objetivo es validar el crecimiento y descartar anomalías estructurales mediante parámetros reproducibles. Esta evaluación incluye mediciones precisas del neuroeje, tales como:

- Diámetros craneales: Diámetro fronto-occipital, diámetro biparietal cerebral y diámetro biparietal óseo.
- Índices de proporción: El índice cráneo-cerebral y el índice cefálico son herramientas fundamentales para valorar la relación entre el continente (cráneo) y el contenido (parénquima), permitiendo detectar precozmente alteraciones en el desarrollo encefálico como microcefalia o dolicocefalia.

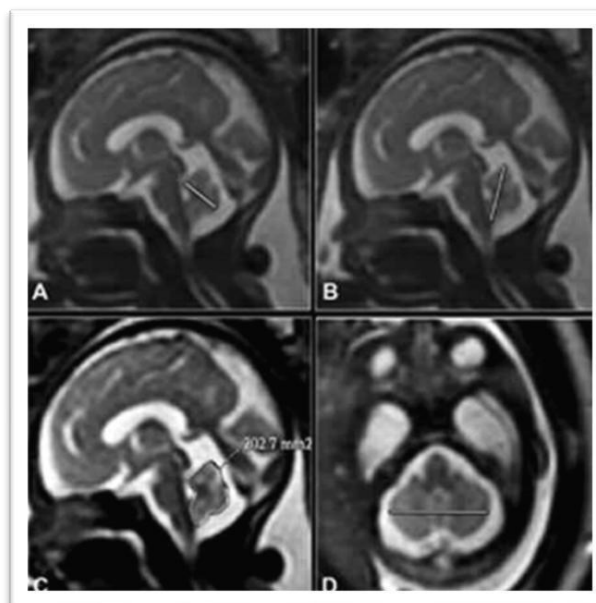
Para la valoración biométrica del cuerpo calloso, se realiza una medición longitudinal en el plano sagital medio, extendiéndose desde el margen anterior de la rodilla hasta el extremo posterior del esplenio.



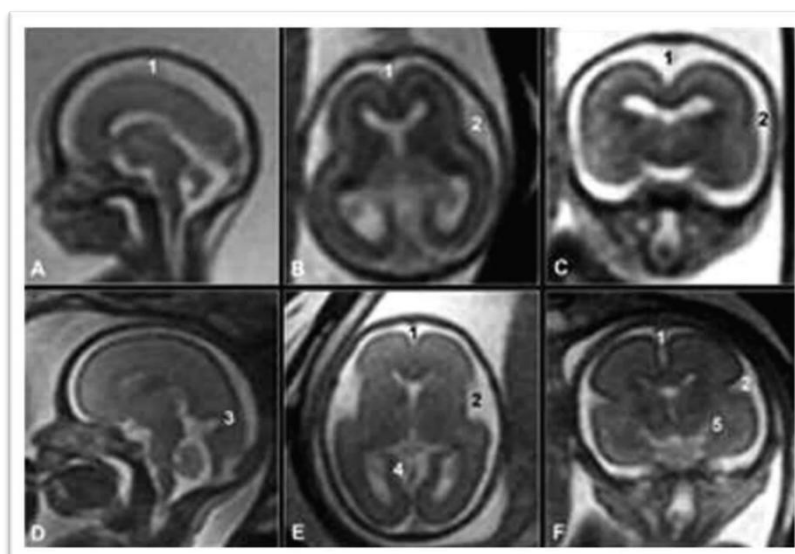
24Fig. 17 Mediciones biométricas A) Corte Sagital, Diámetro Fronto-Occipital B) Corte Sagital, Longitud del Cuerpo Calloso C) Corte Coronal, Diámetro Biparietal Cerebral D) Corte Coronal, Diámetro Biparietal Óseo

²⁴Fig. 17 Recio Rodríguez, M., Martínez de Vega Fernández, V., Martínez Ten, P., Pérez Pedregosa, J., Fernández-Mayoralas, D. M., & Jiménez de la Peña, M. (2010). RM fetal en las anomalías del SNC: aspectos de interés para el obstetra. *Revista Argentina de Radiología*, 74(4), 385–396. Recuperado: 10/01/2026 Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185299922010000400008&script=sci_arttext

Fig.18 A) Corte Sagital, Diámetro anteroposterior del vermis B) Corte Sagital, Altura del vermis C) Corte Sagital, Área del vermis D) Corte Axial Diámetro Transverso cerebeloso



El estudio de los surcos corticales es un importante marcador de la maduración fetal. Desde las 20 semanas sólo los surcos laterales (cisuras de Silvio) y la fisura interhemisférica serán visibles. A las 25 semanas serán visibles los surcos laterales, la fisura interhemisférica, las fisuras hipocámpicas y calcarinas, los surcos cingulares y los parietooccipitales internos.

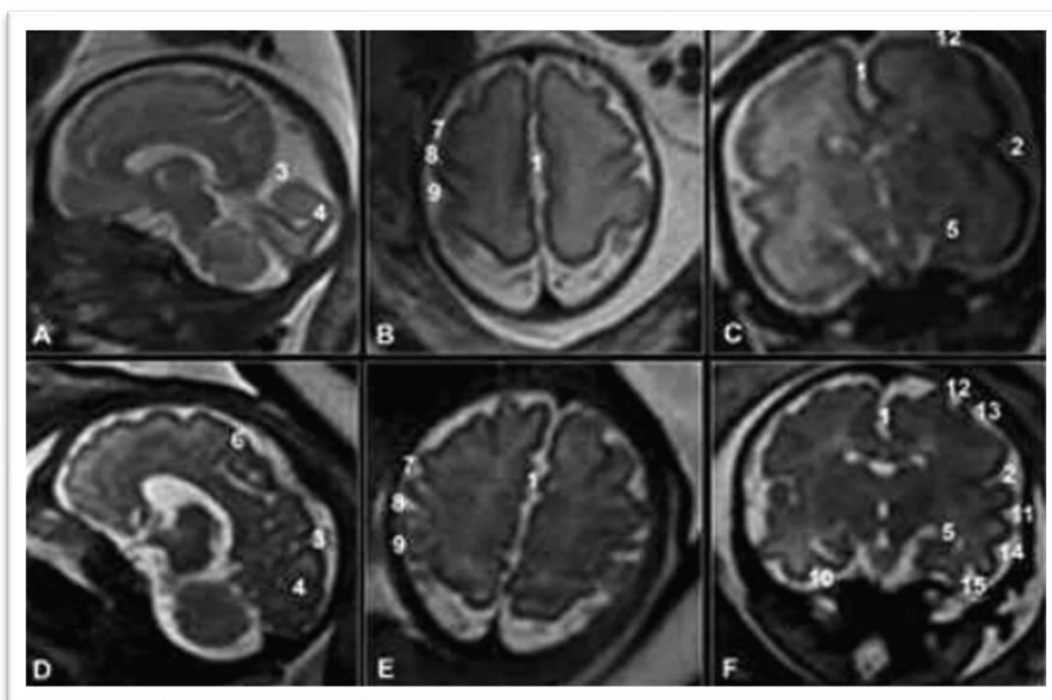


²⁵Fig. 19 A, B y C semana 20 en la cual se visualizan la fisura interhemisférica (1) y las cisuras de Silvio (2). D, E y F semana 25, aparte de visualizar la fisura interhemisférica y cisuras de Silvio, también se visualizan los surcos parietooccipitales (3), cisuras calcarinas (4) y fisuras hipocámpicas (5)

²⁵Fig. 18 y 19 Recio Rodríguez, M., Martínez de Vega Fernández, V., Martínez Ten, P., Pérez Pedregosa, J., Fernández-Mayoralas, D. M., & Jiménez de la Peña, M. (2010). RM fetal en las anomalías del SNC: aspectos de interés para el obstetra. Revista Argentina de Radiología, 74(4), 385–396. Recuperado: 10/01/2026 Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185299922010000400008&script=sci_arttext

En las semanas 27 se deben identificar los surcos laterales, la fisura interhemisférica, las fisuras hipocámpicas, calcarinas y los surcos cingulares, parieto-occipitales internos y centrales (surcos de Rolando). A las 29 semanas los surcos temporales superiores, marginales, pre- y postero centrales, interparietales, colaterales y los surcos frontales superiores deben ser visibles, alcanzando los surcos centrales la mitad del hemisferio cerebral.

En la semana 31, el surco frontal inferior debe ser visible. Y a las 35 semanas el lóbulo temporal debe tener todos sus surcos desarrollados, incluyendo los surcos temporales inferiores y los occípito-temporales. En esta edad gestacional el patrón es el definitivo



²⁶ Fig. 20 A, B y C semana 29, surcos marginales (6), pre-centrales (7), central (8), posterocentrales (9), interparietal colateral (10), temporal superior (11), frontal superior (12) y frontal inferior (13) serán visibles y el surco central alcanzaría la mitad de su profundidad en el hemisferio cerebral. D, E y F semana 35 el lóbulo temporal debe tener todos sus surcos, incluyendo los surcos temporales inferiores (14) y surcos occípito-temporales (15).

²⁶ Fig. 20 Recio Rodríguez, M., Martínez de Vega Fernández, V., Martínez Ten, P., Pérez Pedregosa, J., Fernández-Mayoralas, D. M., & Jiménez de la Peña, M. (2010). RM fetal en las anomalías del SNC: aspectos de interés para el obstetra. Revista Argentina de Radiología, 74(4), 385–396. Recuperado: 10/01/2026 Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185299922010000400008&script=sci_arttext

Punto Comparativo del rendimiento diagnóstico de la RMf vs la Ecografía.

	ECOGRAFÍA OBSTÉTRICA	RESONANCIA MAGNÉTICA FETAL
VENTAJAS	· Interpretación en tiempo real · Amplia disponibilidad · Mayor sensibilidad para detectar calcificaciones · Buena resolución espacial · Interacción constante con la madre al momento de realizar el estudio	· No utiliza radiación ionizante, sino ondas de radiofrecuencia y campos magnéticos, los cuales no producen efectos nocivos sobre la gestante ni sobre el feto · Mayor campo de visión · Alta resolución de contraste · No se ve limitada por la posición fetal, obesidad materna ni la osificación · Posibilidad de revisión multidisciplinaria de imágenes, pueden ser analizadas posteriormente por distintos especialistas
LIMITACIONES	– Operador – dependiente (la adquisición e interpretación de las imágenes están directamente influenciadas por la experiencia del examinador) – Condiciones que dificultan la técnica, obesidad materna, oligoamnios, ciertas posiciones fetales, osificación en edad gestacional avanzada	– Mayor coste económico – Menor disponibilidad – Claustrofobia o incomodidad de la paciente durante el estudio (sobre todo en avanzadas edades gestacionales).

Factores etiológicos de las anomalías congénitas cerebrales

Según Bucarano Lliteras y Gutiérrez Martínez (2023)²⁷, las anomalías congénitas se originan predominantemente durante la etapa embrionaria, específicamente durante la organogénesis, que representa el periodo de máxima susceptibilidad ante agentes externos.

Las anomalías cerebrales forman un grupo heterogéneo de defectos morfológicos, funcionales o bioquímicos que pueden manifestarse en el útero, al nacer o durante el período posnatal; y se encuentran entre las principales causas de complicaciones prenatales, perinatales, de mortalidad y morbilidad infantil. Los signos y los síntomas pueden variar de leves, moderados, graves a letales.

La muerte puede ocurrir prenatalmente, en el momento del nacimiento o poco después, durante el período neonatal, la infancia o más tarde en la vida. Afectan a uno de cada 33 bebés en el mundo y causan 3,2 millones de discapacidades al año. Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año 270 000 niños fallecen durante los primeros 28 días de vida debido a anomalías congénitas y aproximadamente el 4 % de los recién nacidos tienen malformaciones congénitas que afectarán su apariencia, su desarrollo o sus funciones, en algunos casos para el resto de sus vidas.

Parte del éxito de la supervivencia de los embriones y fetos durante su desarrollo depende de que cuenten con la información genética adecuada y un ambiente óptimo, sin influencias lesivas. Ante alteraciones en el material genético o la presencia de agentes nocivos, es probable que ocurran alteraciones en el desarrollo o defectos congénitos; algunos ocasionan la muerte embrionaria o fetal.

Se estima que el 47% de las anomalías congénitas ocurren de manera desconocida; 25% son de origen genético; 25% son multifactoriales (es decir, combinación de factores genéticos y ambientales), donde se encuentran las anomalías cromosómicas, defectos del tubo neural y algunas enfermedades maternas. Solo el 3% de los defectos congénitos son causados por teratógenos que son aquellos que inducen o aumentan la incidencia de las malformaciones congénitas, cuando se administran o actúan durante la organogénesis.

Las anomalías cromosómicas se deben al exceso o a la deficiencia de material cromosómico, siendo la más común la trisomía del cromosoma 16, pero el resultado habitual de esta anomalía es el aborto espontáneo en el primer trimestre. El ejemplo más común de nacidos vivos es el síndrome de Down (trisomía 21), seguido del síndrome de Edwards (trisomía 18) y el síndrome de Patau (trisomía 13) respectivamente.

Los defectos del tubo neural constituyen un grupo común de anomalías del sistema nervioso central. Surgen cuando el tubo neural, precursor embrionario del cerebro y la médula espinal, no puede cerrarse durante la etapa de la neurulación. Los dos tipos más importantes de defectos de tubo neural son la espina bífida (cierre incompleto de la columna vertebral) y la anencefalia (ausencia total o parcial del cerebro).

²⁷ Bucarano Lliteras, I., & Gutiérrez Martínez, A. (2023). Principales causas de las malformaciones congénitas. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 54, 30-36. Recuperado: 22/01/2026 Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2221-24502023000100030&script=sci_arttext&tlng=en

La herencia genética y una variedad de trastornos o enfermedades maternas, así como estados de deficiencia, pueden afectar al embrión en desarrollo. Cuando las mujeres con un trastorno hereditario del metabolismo alcanzan la edad fértil, se les debe asesorar sobre el impacto potencial del embarazo en su condición, y el resultado para sus hijos.

Los déficits nutricionales maternos aumentan el riesgo de defectos congénitos e impactan negativamente en otros resultados perinatales en humanos. Numerosos son los estudios que documentan la asociación entre las deficiencias de folato en la dieta y las anomalías congénitas como el paladar hendido, defectos del tubo neural y defectos cardíacos.

Existen otros factores de riesgo de anomalías congénitas provocadas por el consumo de alcohol durante el embarazo. Los efectos más prominentes de la exposición prenatal al alcohol están en el cerebro y sus alteraciones cognitivas y conductuales. Su consumo en la gestación puede causar anomalías cerebrales, disfunción del sistema nervioso central y deficiencias en el crecimiento de los órganos y el cuerpo en formación.

El desarrollo fetal también puede ser alterado por diferentes factores externos, llamados teratógenos (físicos, químicos o biológicos)

Agentes Físicos

La radiación ionizante puede dañar el embrión en desarrollo a través de la muerte celular o daño cromosómico. La gravedad del daño al embrión depende de la dosis absorbida y de la etapa de desarrollo en la que se produce la exposición. Las poblaciones expuestas frecuentemente a dosis altas de radiación ionizante muestran alteraciones de la blastogénesis, defectos del tubo neural que incluyen anencefalia, microcefalia, iniencefalia, encefalocele, espina bífida, raquisquisis, microftalmia, alteraciones de los ejes del cuerpo, gemelos unidos, duplicaciones, teratomas sacrococcígeos, hernia, ectopia vesical, malformaciones genitales graves y también congénitas múltiples y defectos de las extremidades.

Las exposiciones a altas temperaturas y/o de larga duración tienen más probabilidades de causar abortos, mientras que las pequeñas elevaciones de temperatura causan la muerte embrionaria, reabsorción o anomalías de la embriogénesis, si la exposición ocurre en esta etapa crítica del desarrollo.

Agentes Biológicos

Varios agentes infecciosos pueden atravesar la placenta y entrar en el torrente sanguíneo fetal afectando al feto con una variedad de defectos congénitos o letales. Los agentes infecciosos durante el embarazo pueden provocar efectos citotóxicos directos, inhibición mitótica o trastornos vasculares en el embrión o el feto. Entre los principales se encuentran algunos virus como toxoplasmosis, la rubéola, citomegalovirus e infecciones por virus del herpes/varicela, así como algunas infecciones por bacterias las cuales incluyen sífilis y clamidiosis.

Las bacterias también juegan un papel determinante en la incidencia de anomalías y malformaciones congénitas. La sífilis es una enfermedad de transmisión sexual causada por la bacteria *Treponema Palladium*. Las mujeres con sífilis no tratadas pueden desarrollar endometritis que provoque aborto durante el primer trimestre, pérdida fetal temprana, prematuridad, bajo peso al nacer, muerte neonatal e infantil y enfermedad congénita entre los recién nacidos.

Agentes Químicos

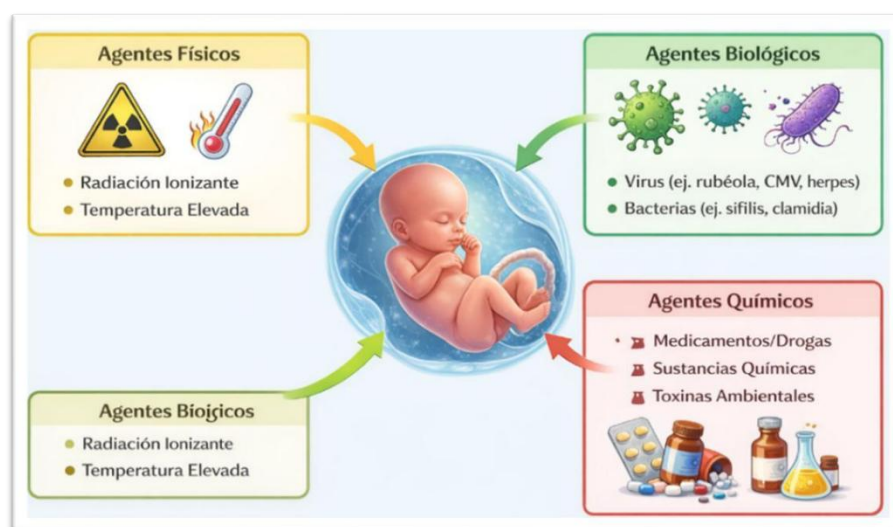
Algunas anomalías congénitas pueden ser ocasionadas a algunas sustancias químicas, medicamentos, drogas y vitaminas. La mayoría de los medicamentos llegan de la madre al feto a través del torrente sanguíneo, por lo que la exposición embrionaria y fetal depende de varios factores críticos, tales como: vía de administración, absorción, dosis, nivel en suero materno, eliminación materna y placentaria de la droga, así como la edad gestacional.

El paso de la placenta al embrión o al feto es necesario para que un fármaco o droga específica ejerza su efecto teratogénico. Es probable que las malformaciones fetales, anomalías congénitas, alteraciones funcionales, retardo del crecimiento y muertes sean el resultado de los efectos directos sobre el feto, los efectos indirectos (mediados por la madre), o una combinación de los dos.

Los anticonvulsivantes son un ejemplo de medicamentos que pueden provocar defectos congénitos, la mayor proporción de ellos lo causa la exposición al valproato de sodio en el primer trimestre del embarazo; sobre todo el riesgo de malformaciones del tubo neural, craneofaciales, de las extremidades, cardíacas, así como labio leporino e hipospadias.

Antes de 1961, aun cuando no estaba claro que algunas sustancias químicas producían efectos teratogénicos en animales de experimentación, los toxicólogos no prestaban atención a la evaluación preclínica de esos posibles efectos en las drogas y otros productos químicos de nueva síntesis. El hecho que definitivamente demostró que el desarrollo fetal puede ser afectado por factores externos fue la identificación de que el consumo de la droga hipnótica talidomida era la causa del nacimiento de miles de niños con malformaciones severas en los miembros y en la columna.

Varias fuentes pueden originar anomalías congénitas, desde el genoma de las células germinales, el genoma del producto de la concepción, y el momento en que los agentes extrínsecos pueden actuar sobre el embrión. En algunos casos, estos factores provocan problemas en el feto, causando defectos menores y en otros casos anomalías tan graves que ocasionan reabsorción fetal, aborto o una malformación muy grave, algunas compatibles con la supervivencia, pero otras pueden llevar a la muerte.



²⁸Fig. 21 Factores teratogénicos que alteran el desarrollo fetal.

²⁸Fig. 21 OpenAI. (2026). Imagen generada por inteligencia artificial sobre agentes teratogénicos físicos, biológicos y químicos. Recuperado: 22/01/2026

Clasificación de las anomalías cerebrales según el área de afectación

De acuerdo con Chaara et al. (2018)²⁹, las anomalías cerebrales fetales se categorizan según el dominio anatómico afectado, permitiendo un abordaje sistemático durante la interpretación de las imágenes.

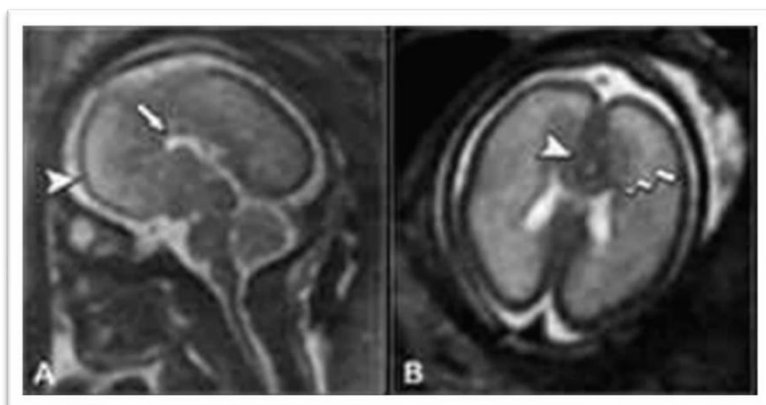
Anomalías de cuerpo calloso y la línea media

Este grupo comprende un espectro de malformaciones que alteran la conexión interhemisférica y la división del prosencéfalo. Incluyen la agenesia completa o parcial del cuerpo calloso, la holoprosencefalia (alobar, semilobar o lobar), la displasia septo-óptica, el lipoma del cuerpo calloso, los quistes del cavum septum pellucidum, así como la ausencia del cavum septum pellucidum.

El cuerpo calloso se forma entre las semanas 8-20 de gestación y su evaluación es una de las principales indicaciones de RMf. Las anomalías del desarrollo del cuerpo calloso incluyen, agenesia parcial o completa, hipoplasia y destrucción. Mientras que la agenesia completa se suele diagnosticar por ecografía, la agenesia parcial o hipoplasia es muy difícil de diagnosticar y se suele servir de signos indirectos.

Los signos que indican una agenesia completa de cuerpo calloso serían:

- Ausencia o presencia de una septum cavum pellucidum pequeño
- Ventricúlos laterales paralelos no convergentes, con astas frontales orientadas hacia arriba (“cabeza de arco” en cortes coronales)
- Colpocefalia o dilatación de las astas occipitales de los ventricúlos laterales.
- Ampliación del tercer ventrículo y desplazado hacia arriba entre los ventricúlos laterales.
- Eversión del cíngulo y la orientación radial de las circunvoluciones mediales.



30Fig. 22 A) Agenesia de la rodilla y de los dos tercios anteriores del cuerpo calloso. B) Fusión anteroinferior de ambos lóbulos frontales y ausencia de las astas frontales.

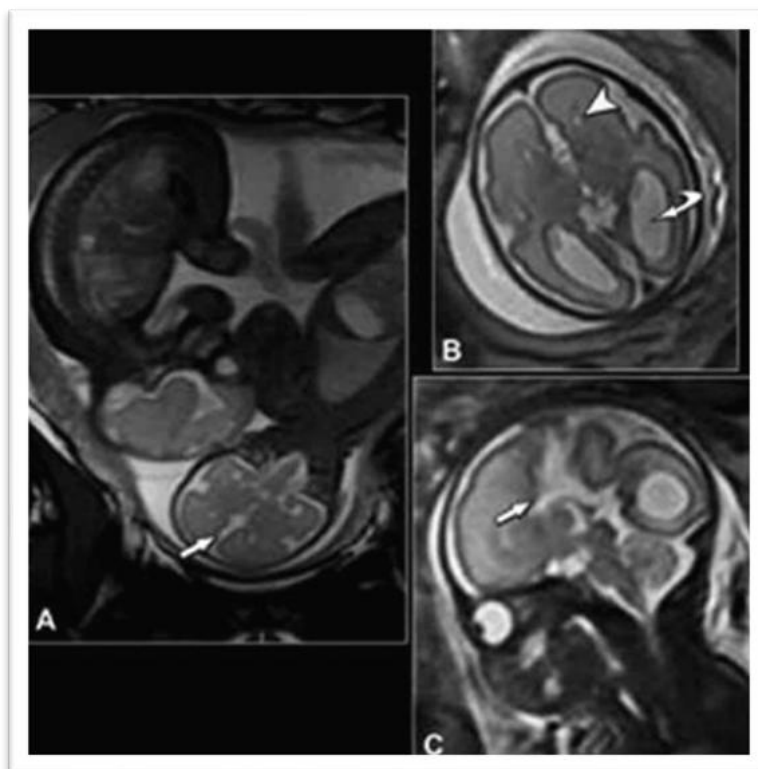
²⁹ Chaara, C. H., Rodríguez, M. R., Villafañe, C. G., Mata, J. F., Ten, P. M., & De Vega, V. M. (2018). RM fetal: descripción e interpretación práctica de la patología ventricular y periventricular. SERAM. Recuperado: 22/01/2026 Disponible en: <https://piper.espacioseram.com>

³⁰Fig. 22 Recio Rodríguez, M., Martínez de Vega Fernández, V., Martínez Ten, P., Pérez Pedregosa, J., Fernández-Mayoralas, D. M., & Jiménez de la Peña, M. (2010). RM fetal en las anomalías del SNC: aspectos de interés para el obstetra. Revista Argentina de Radiología, 74(4), 385–396. Recuperado: 10/01/2026 Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185299922010000400008&script=sci_arttext

En caso de agenesia parcial, el esplenio del cuerpo calloso es el segmento que falta, por una detención del crecimiento que se produce entre las 12 y las 18 semanas de gestación y por lo general implica la parte dorsal o rostrum, con conservación de los segmentos más anteriores que se forman antes.

Muchos de los fetos con agenesia del cuerpo calloso, presentan anomalías tanto supratentoriales como infratentoriales, siendo las anomalías de la sulcación y migración cortical, uno de los hallazgos más frecuentemente asociado.

La agenesia parcial o también llamada hipoplasia del cuerpo calloso se ha asociado a otras anomalías de línea media como los lipomas que pueden desarrollarse en todas las cisternas cerebrales, pero son mucho más frecuentes en la zona del cuerpo calloso en donde interfiere con su crecimiento normal. Los lipomas por su contenido graso son hiperintensos en T1 e hiperintensos en T2.



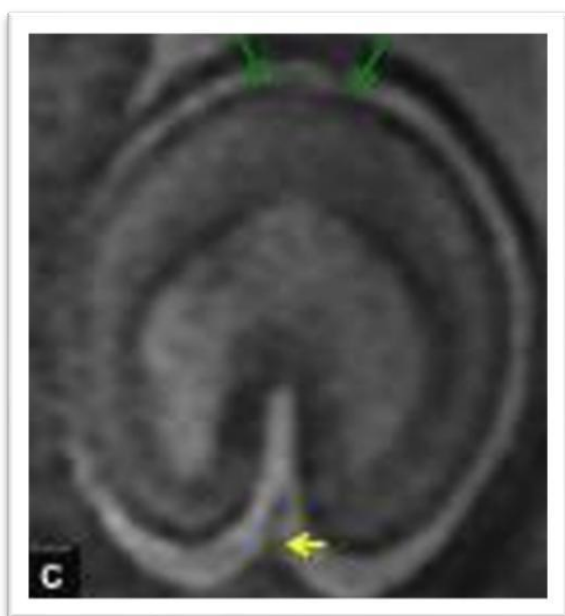
31Fig. 23 Gestación gemelar bicorial y biamniótica. Agenesia completa de cuerpo calloso del gemelo en cefálica dorso-izquierda que presenta elevación del tercer ventrículo comunicando con la fisura interhemisférica (flecha blanca), separación de astas frontales (cabeza de flecha) y colpocefalia (flecha curva). El otro gemelo no presenta alteraciones.

³¹Fig. 23 Recio Rodríguez, M., Martínez de Vega Fernández, V., Martínez Ten, P., Pérez Pedregosa, J., Fernández-Mayoralas, D. M., & Jiménez de la Peña, M. (2010). RM fetal en las anomalías del SNC: aspectos de interés para el obstetra. Revista Argentina de Radiología, 74(4), 385–396. Recuperado: 10/01/2026 Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185299922010000400008&script=sci_arttext

La holoprosencefalia es un trastorno de la diverticulación, que se produce en el proceso de diferenciación de las vesículas cerebrales. Hay una falta completa o parcial de la división entre los hemisferios cerebrales. Puede aparecer aislada o bien asociada a síndromes y frecuentemente relaciona otras malformaciones craneofaciales.

Se clasifican en:

- Holoprosencefalia alobar
- Semilobar (los lóbulos frontales están unidos anteriormente, por una ausencia de la cisura interhemisférica y de la hoz cerebral. Hay una ausencia del septum pellucidum y los hipocampos son rudimentarios)
- Lobar (la hoz cerebral y la cisura interhemisférica están ausentes en la región rostral y ventral de los lóbulos frontales. Puede haber córtex cerebral cruzando la línea media, aunque esté presente la cisura interhemisférica. Asocian displasia del cuerpo calloso y ausencia del septum pellucidum)
- Sintelencefalia u holoprosencefalia lobar dorsal.



³²Fig. 24 Corte Axial, Holoprosencefalia semilobar; con fusión anterior de lóbulos frontales (flecha verde), con ausencia de astas frontales. Hoz rudimentaria (flecha amarilla).

Displasia septo-óptica se define como la entidad caracterizada por la ausencia del septum pellucidum asociada a hipoplasia de los nervios ópticos y, en algunos casos, alteraciones hipotalámico-hipofisarias.

Quistes del cavum septum pellucidum, cavum vergae o velum interpositum son dilataciones quísticas de cavidades embrionarias, que pueden representar variantes del desarrollo o asociarse a otras anomalías estructurales

³²Fig. 24 Recio Rodríguez, M., Martínez de Vega Fernández, V., Martínez Ten, P., Pérez Pedregosa, J., Fernández-Mayoralas, D. M., & Jiménez de la Peña, M. (2010). RM fetal en las anomalías del SNC: aspectos de interés para el obstetra. Revista Argentina de Radiología, 74(4), 385–396. Recuperado: 10/01/2026 Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185299922010000400008&script=sci_arttext

Anomalías del sistema ventricular

La ventriculomegalia fetal es una de las anomalías más comunes que presenta el sistema ventricular y se define como el aumento del diámetro del atrio ventricular lateral por encima de los valores considerados normales, siendo el punto de corte aceptado un diámetro mayor o igual a 10 mm. Se trata de uno de los hallazgos más frecuentes en la neuroimagen prenatal y constituye una de las principales indicaciones para la realización de resonancia magnética fetal, debido a la necesidad de una evaluación detallada del sistema ventricular y del parénquima cerebral asociado.

La ventriculomegalia se clasifica según el diámetro del atrio ventricular en leve (10–12 mm), moderada (12–15 mm) y severa (mayor a 15 mm). Esta clasificación resulta fundamental, ya que el grado de dilatación ventricular se encuentra estrechamente relacionado con el pronóstico neurológico y la probabilidad de asociación con otras anomalías estructurales o cromosómicas.

La ventriculomegalia puede presentarse de forma aislada, sin otras alteraciones evidentes, o asociarse a diversas patologías del sistema nervioso central, como anomalías de la migración neuronal, malformaciones del cuerpo calloso, alteraciones del desarrollo cortical o infecciones congénitas. En los casos no aislados, el pronóstico suele ser más reservado, lo que refuerza la importancia de una evaluación exhaustiva del encéfalo fetal mediante técnicas de alta resolución como la resonancia magnética.

Es importante diferenciar la ventriculomegalia de la hidrocefalia, ya que, si bien ambas son tipos de anomalías ventriculares y cursan con dilatación ventricular, presentan mecanismos fisiopatológicos distintos. La hidrocefalia se caracteriza por una dilatación ventricular progresiva secundaria a una alteración en la circulación o reabsorción del líquido cefalorraquídeo, generalmente acompañada de hipertensión intracraneana y compresión del parénquima cerebral.

En cambio, la ventriculomegalia puede reflejar una variación del desarrollo, una pérdida de volumen cerebral o una alteración estructural subyacente, sin necesariamente implicar un aumento de la presión intracraneana.

Desde el punto de vista pronóstico, la ventriculomegalia leve aislada suele asociarse a un buen desarrollo neurológico postnatal en la mayoría de los casos, aunque requiere seguimiento prenatal y posnatal.

En contraste, las formas moderadas y severas presentan un mayor riesgo de complicaciones neurológicas, especialmente cuando se acompañan de otras anomalías estructurales o genéticas. Por este motivo, el diagnóstico preciso y la correcta caracterización de la ventriculomegalia son fundamentales para la planificación del manejo prenatal y la orientación a la familia.

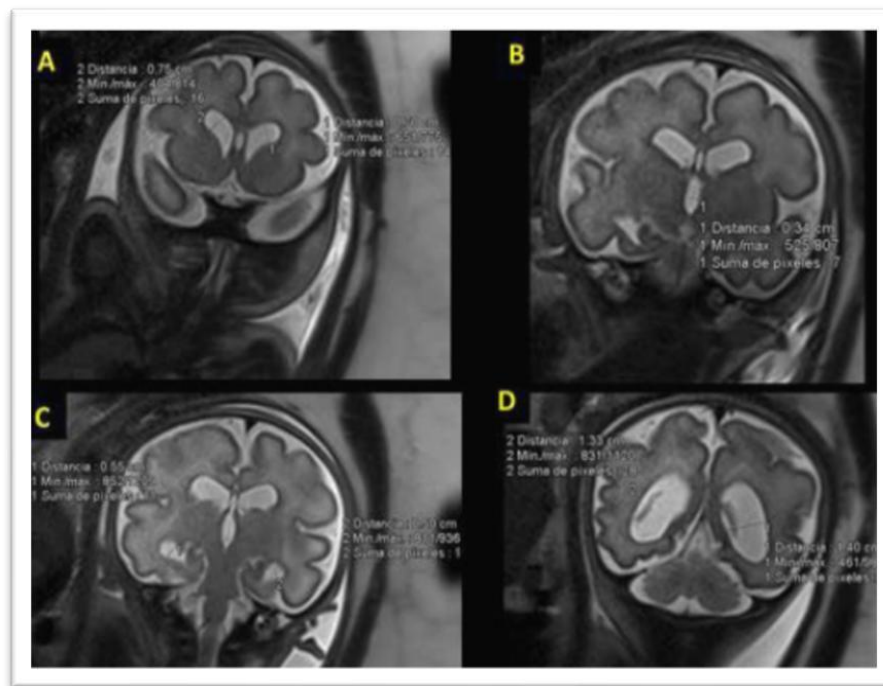
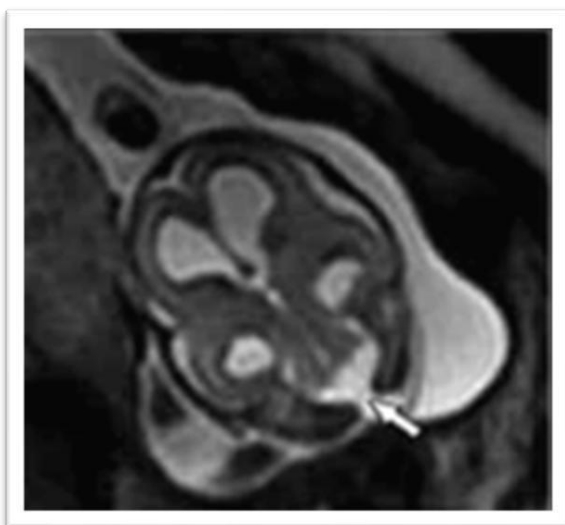


Fig. 25 Cortes coronales, se identifica ventriculomegalia supratentorial con medidas A) astas frontales B) tercer ventrículo C) astas temporales D) astas occipitales



³³Fig. 26 Hidrocefalia asociada a defecto del septum pellucidum

³³Fig. 25 y 26 Recio Rodríguez, M., Martínez de Vega Fernández, V., Martínez Ten, P., Pérez Pedregosa, J., Fernández-Mayoralas, D. M., & Jiménez de la Peña, M. (2010). RM fetal en las anomalías del SNC: aspectos de interés para el obstetra. *Revista Argentina de Radiología*, 74(4), 385–396. Recuperado: 10/01/2026 Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185299922010000400008&script=sci_arttext

Anomalías del parénquima cerebral

Las anomalías del parénquima cerebral comprenden un conjunto de alteraciones estructurales que afectan directamente el tejido encefálico en desarrollo. Estas lesiones pueden tener origen vascular, infeccioso, hipóxico-isquémico, metabólico o traumático, y su impacto dependerá tanto del momento gestacional en que ocurren como de su extensión y localización anatómica.

Entre las alteraciones más frecuentes se encuentran las hemorragias intracraneales, caracterizadas por la extravasación de sangre hacia el parénquima cerebral o hacia el sistema ventricular. En el período fetal, estas pueden asociarse a trastornos de la coagulación, infecciones intrauterinas, insuficiencia placentaria o alteraciones vasculares. Desde el punto de vista fisiopatológico, la hemorragia genera un efecto compresivo local, reacción inflamatoria secundaria y posible destrucción del tejido circundante. Dependiendo de su magnitud, puede evolucionar hacia cavitaciones encefálicas, porencefalia o ventriculomegalia secundaria.

Las lesiones isquémicas, por su parte, se producen como consecuencia de una disminución o interrupción del flujo sanguíneo cerebral, generando áreas de necrosis tisular. Estas pueden derivarse de eventos tromboembólicos, insuficiencia uteroplacentaria o episodios de hipoxia fetal. En etapas tempranas del desarrollo, la isquemia puede interferir con procesos críticos como la migración neuronal, mientras que en etapas más avanzadas puede ocasionar leucomalacia periventricular, pérdida de sustancia blanca y alteraciones en la conectividad cerebral. En casos severos, la destrucción del tejido puede dar lugar a cavidades quísticas o atrofia cerebral focal o difusa.

En las infecciones intrauterinas, el daño parenquimatoso puede estar relacionado con la respuesta inflamatoria del tejido cerebral frente al agente infeccioso. Infecciones como las producidas por citomegalovirus, toxoplasmosis o virus del Zika pueden generar calcificaciones intracraneales, alteraciones en la sustancia blanca, ventriculomegalia y trastornos del desarrollo cortical asociados. Estas lesiones pueden comprometer tanto la estructura como la función cerebral, con repercusiones en el desarrollo neurológico postnatal.

Anomalías de la superficie cortical

Las anomalías de la superficie cortical corresponden a alteraciones del desarrollo de la corteza cerebral, relacionadas con fallas en los procesos de proliferación, migración y organización neuronal. El desarrollo cortical cerebral se divide en tres procesos fundamentales:

- **Proliferación celular (segundo a cuarto mes de gestación):** Durante esta etapa ocurre la multiplicación activa de células progenitoras en la zona ventricular y subventricular. Alteraciones en este proceso pueden dar lugar a anomalías en el tamaño cerebral, como microcefalia (disminución del volumen cerebral) o megalencefalia. La reducción en la proliferación celular puede asociarse a infecciones congénitas, trastornos genéticos o exposición a agentes teratogénicos.
- **Migración neuronal (tercer a cuarto mes hasta aproximadamente la semana 24):** En esta fase, las neuronas recién formadas se desplazan desde la zona germinal hacia la corteza en desarrollo. Las fallas en este proceso pueden generar heterotopias neuronales, lisencefalia

(superficie cerebral lisa por ausencia o disminución de surcos) o paquigiria (circunvoluciones anormalmente gruesas).

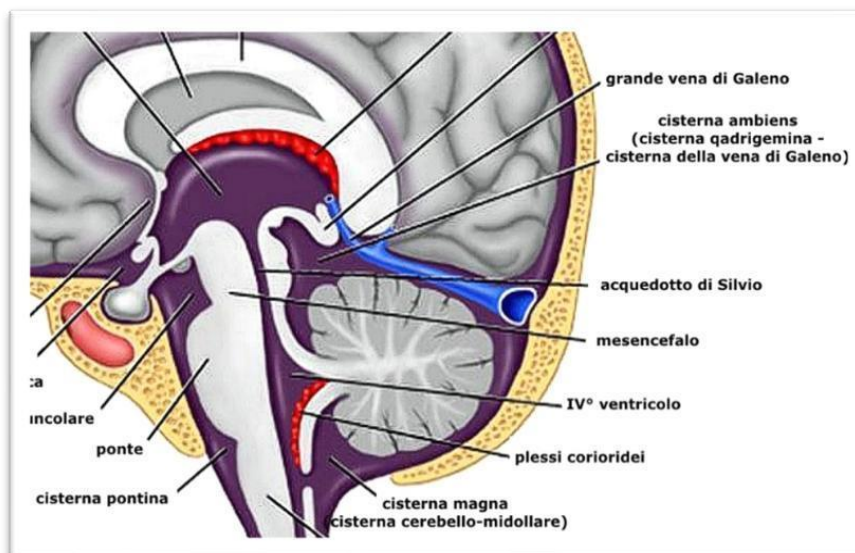
Estas alteraciones repercuten en la organización funcional del cerebro y suelen asociarse a epilepsia y retraso del desarrollo postnatal.

- Organización cortical (desde la semana 22 hasta los dos años postnatales): Esta etapa implica la correcta disposición laminar de la corteza y la formación progresiva de surcos y circunvoluciones. Alteraciones en la organización pueden dar lugar a polimicrogria (exceso de pequeños pliegues corticales) o displasias corticales focales, las cuales pueden constituir focos epileptogénicos en la vida postnatal.

Es importante tener en cuenta la edad gestacional ya que la capacidad diagnóstica de la RM fetal se encuentra estrechamente relacionada con esta. La evaluación de las anomalías del desarrollo cortical se identifica con mayor precisión durante el tercer trimestre, cuando la organización cortical es más evidente.

Anomalías de la fosa posterior

La fosa posterior es una región anatómica de gran relevancia en el desarrollo del sistema nervioso central, ya que alberga estructuras fundamentales como el cerebelo, el tronco encefálico y el cuarto ventrículo. Las alteraciones en su desarrollo pueden afectar tanto la morfología de estas estructuras como la dinámica del líquido cefalorraquídeo (LCR), generando diversas anomalías congénitas.



³⁴Fig. 27 Estructuras de la cavidad craneal posterior.

³⁴Fig. 27 Disponible en: <https://dsw.aau.edu.et/stu/megacisterna-magna-sintomas-tratamento.html>

Bajo la perspectiva de León-Duharte, D. et al. (2025)³⁵ Mencionan que la cisterna magna es uno de los principales espacios subaracnoideos de la cavidad craneal y actúa como un reservorio importante del líquido cefalorraquídeo. Anatómicamente, se localiza en la fosa posterior y se encuentra delimitada anteriormente por el bulbo raquídeo, posteriormente por la duramadre y superiormente por el cerebelo. Durante el desarrollo fetal, su conformación guarda una estrecha relación con la formación del cerebelo, el vermis cerebeloso y el cuarto ventrículo.

En condiciones normales, el diámetro anteroposterior de la cisterna magna no supera los 10 mm. Cuando esta medición excede dicho valor, se define la presencia de una megacisterna magna. Esta entidad corresponde a una de las anomalías más frecuentes de la fosa posterior y se caracteriza por el aumento del tamaño de la cisterna magna, manteniéndose conservadas las estructuras cerebelosas, incluyendo el vermis y los hemisferios cerebelosos, así como la morfología del cuarto ventrículo.

-La mega cisterna magna se origina como consecuencia de una alteración en el desarrollo del espacio subaracnoideo de la fosa posterior. Durante la organogénesis del sistema nervioso central, el crecimiento del cerebelo y la organización de los espacios subaracnoideos deben mantenerse en equilibrio para permitir una correcta circulación del líquido cefalorraquídeo. Cuando este equilibrio se ve modificado, puede producirse una expansión del espacio subaracnoideo posterior, dando lugar al aumento del tamaño de la cisterna magna.

-La malformación de Chiari se caracteriza por el desplazamiento caudal de estructuras de la fosa posterior a través del foramen magno, como consecuencia de una alteración en el desarrollo del cráneo posterior y del sistema nervioso central. Este descenso anómalo genera una relación inadecuada entre el contenido neural y el continente óseo, produciendo compresión del tronco encefálico, del cerebelo y alteraciones en la circulación del líquido cefalorraquídeo.

Desde el punto de vista embriológico, la malformación de Chiari se origina por un desarrollo insuficiente de la fosa posterior, lo que condiciona una disminución de su volumen y obliga a las estructuras cerebelosas a desplazarse hacia caudal. Esta alteración ocurre en etapas tempranas del desarrollo embrionario y suele asociarse a otros defectos del cierre del tubo neural.

Existen distintos tipos de malformación de Chiari, siendo la malformación de Chiari tipo II la forma más frecuentemente diagnosticada en el período prenatal. Esta variante se caracteriza por el descenso del vermis cerebeloso, los hemisferios cerebelosos y, en muchos casos, del tronco encefálico a través del foramen magno. Se asocia de manera casi constante a mielomeningocele y a alteraciones ventriculares, como hidrocefalia.

³⁵ León-Duharte, D., López-Galán, E., Rigñak-Columbié, Y., Torres-León, D. L., & Sánchez-Hechavarría, M. E. (2025). Megacisterna magna en el trastorno ansioso depresivo. *Revista del Hospital Psiquiátrico de La Habana*, 22. Recuperado: 22/01/2026 Disponible en: <https://revhph.sld.cu/index.php/hph/article/view/785>

Rol del técnico/licenciado radiólogo en la RMf.

El técnico o licenciado en radiología cumple un rol importante en la realización de la resonancia magnética fetal, ya que es el profesional responsable de llevar a la práctica la indicación médica y garantizar que el estudio se realice en condiciones óptimas de seguridad y calidad diagnóstica. Su intervención comienza desde la preparación previa de la paciente, brindando información clara sobre el procedimiento, favoreciendo la tranquilidad materna y asegurando una correcta posición dentro del equipo, lo cual resulta especialmente importante en estudios prolongados y en edades gestacionales avanzadas.

Durante la adquisición de las imágenes, el técnico/licenciado debe adaptar el protocolo de estudio a las características particulares de cada paciente y a la indicación clínica específica, seleccionando las secuencias más adecuadas para la evaluación del encéfalo fetal. La correcta elección y optimización de secuencias permite minimizar artefactos, reducir el impacto del movimiento fetal y obtener imágenes con alta resolución de contraste, fundamentales para la detección de anomalías cerebrales. El manejo adecuado de los parámetros técnicos contribuye a acortar los tiempos de adquisición, mejorando el confort materno y la eficiencia del estudio.

Otro aspecto relevante es el control permanente de la calidad de las imágenes obtenidas, identificando de manera inmediata la necesidad de repetir o ajustar secuencias cuando la información diagnóstica no resulta suficiente. Esta capacidad de respuesta rápida influye directamente en la precisión del diagnóstico y evita estudios incompletos o poco concluyentes. Además, el técnico/licenciado desempeña un papel clave en la seguridad del procedimiento, garantizando el cumplimiento de los protocolos de resonancia magnética y destacando el uso de ondas de radiofrecuencia, que no implican radiación ionizante y no representan un riesgo para la gestante ni para el feto.

Del mismo modo forma parte activa del trabajo interdisciplinario, colaborando con médicos radiólogos y otros profesionales de la salud en la correcta interpretación de los hallazgos y en la planificación de estudios complementarios cuando es necesario. De esta manera, su rol no se limita únicamente a la adquisición de imágenes, sino que contribuye de forma directa a la calidad diagnóstica, al abordaje integral del embarazo y a la toma de decisiones clínicas orientadas al bienestar materno-fetal.

Marco Metodológico

Tipo de investigación

La presente investigación corresponde a un estudio de carácter descriptivo, retrospectivo y transversal, se fundamenta en la revisión sistemática de imágenes previamente adquiridas, con el propósito de identificar y describir las principales anomalías cerebrales fetales detectadas mediante la resonancia magnética fetal en un momento determinado del proceso gestacional.

Universo

Estudios de resonancia magnética fetal indicados para la evaluación del sistema nervioso central durante el periodo prenatal, realizados como complemento diagnóstico ante sospecha de alteraciones estructurales detectadas en controles ecográficos obstétricos

Población de estudio

Se constituyó por pacientes gestantes que concurren al servicio de resonancia magnética del Sanatorio Otamendi, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Muestra

La muestra analizada en la presente investigación está conformada por seis estudios de resonancia magnética fetal, seleccionados conforme a los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos, en los cuales se documentaron hallazgos relacionados con anomalías estructurales del sistema nervioso central fetal.

Criterios de inclusión

- ✓ Pacientes gestantes a partir de la semana 20 de gestación, asegurando un desarrollo neuroanatómico suficiente para la evaluación por RMf.
- ✓ Estudios que presenten una sospecha diagnóstica confirmada por hallazgo ecográfico previo.
- ✓ Estudios con calidad de imagen adecuada que permita la correcta valoración anatómica de las estructuras cerebrales fetales.

Criterios de exclusión

- Presencia de anomalías extra cerebrales asociadas.
- Casos con mal posicionamiento de la placenta.
- Embarazos múltiples (mellizos, gemelares o más de un feto).

Recolección de datos

La recolección de datos se realizó mediante la revisión de fuentes secundarias, utilizando el sistema de archivo y comunicación de imágenes (PACS) y los informes radiológicos del Sanatorio Otamendi. Se empleó una ficha de observación diseñada específicamente para este estudio, donde se tabularon variables como edad gestacional, motivo de derivación, hallazgos en RMf y diagnóstico final, garantizando en todo momento el anonimato de las pacientes según las normativas éticas vigentes.

Variables

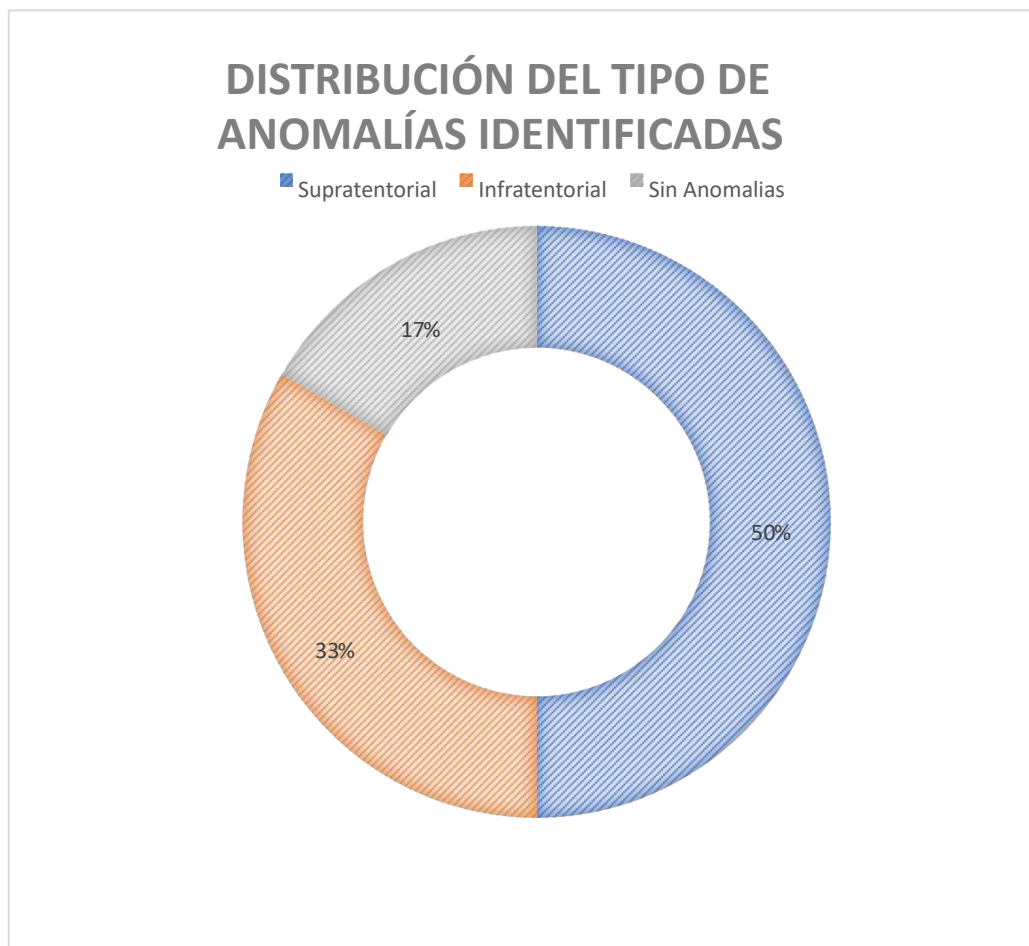
VARIABLE	DEFINICIÓN DE RANGO	CLASIFICACIÓN
Precisión diagnóstica de la RM	Alta: estructuras claramente identificadas Baja: visualización insuficiente	Cualitativa ordinal
Tipo de malformación identificada por RM	Supratentorial: anomalías corticales, ventriculomegalia, agenesia/hipoplasia de estructuras supratentoriales. Infratentorial: malformaciones del cerebelo o tronco encefálico Sin anomalías	Cualitativa nominal
Claridad visual de las estructuras cerebrales	Óptima: se identifican todas las estructuras evaluadas. Adecuada: se identifican la mayoría. Deficiente: estructuras clave no evaluables.	Cualitativa ordinal
Cantidad de anomalías detectadas	Alta: identificación de ≥ 2 hallazgos relevantes. Media: identificación de 1 hallazgo relevante. Baja: sin detección de hallazgos patológicos.	Cuantitativa discreta
Edad gestacional del feto	Primer Trimestre (0 – 13 semanas) Segundo Trimestre (14 – 27 semanas) Tercer Trimestre (27 semana en adelante)	Cuantitativa continua

Análisis de datos

CASO	Precisión diagnóstica de la RM	Tipo de anomalía/ alteración identificada	Claridad visual de las estructuras cerebrales	Cantidad de anomalías detectadas	Edad gestacional (trimestre)
Caso 1	Alta	Supratentorial	Óptima	Alta	Segundo Trimestre
Caso 2	Alta	Supratentorial	Óptima	Media	Tercer Trimestre
Caso 3	Alta	Infratentorial	Óptima	Media	Segundo Trimestre
Caso 4	Alta	Supratentorial	Optima	Media	Tercer Trimestre
Caso 5	Alta	Supratentorial e Infratentorial	Optima	Alta	Segundo Trimestre
Caso 6	Alta	Sin anomalías	Optima	Baja	Tercer Trimester

Resultados

Para evaluar la eficacia de la resonancia magnética fetal (RMf) en la identificación de patologías del sistema nervioso central, se analizaron de forma exhaustiva los seis casos clínicos seleccionados. El estudio permitió constatar que la RMf posee una elevada precisión diagnóstica, facilitando una caracterización detallada de la morfología encefálica en diversas etapas del desarrollo gestacional.

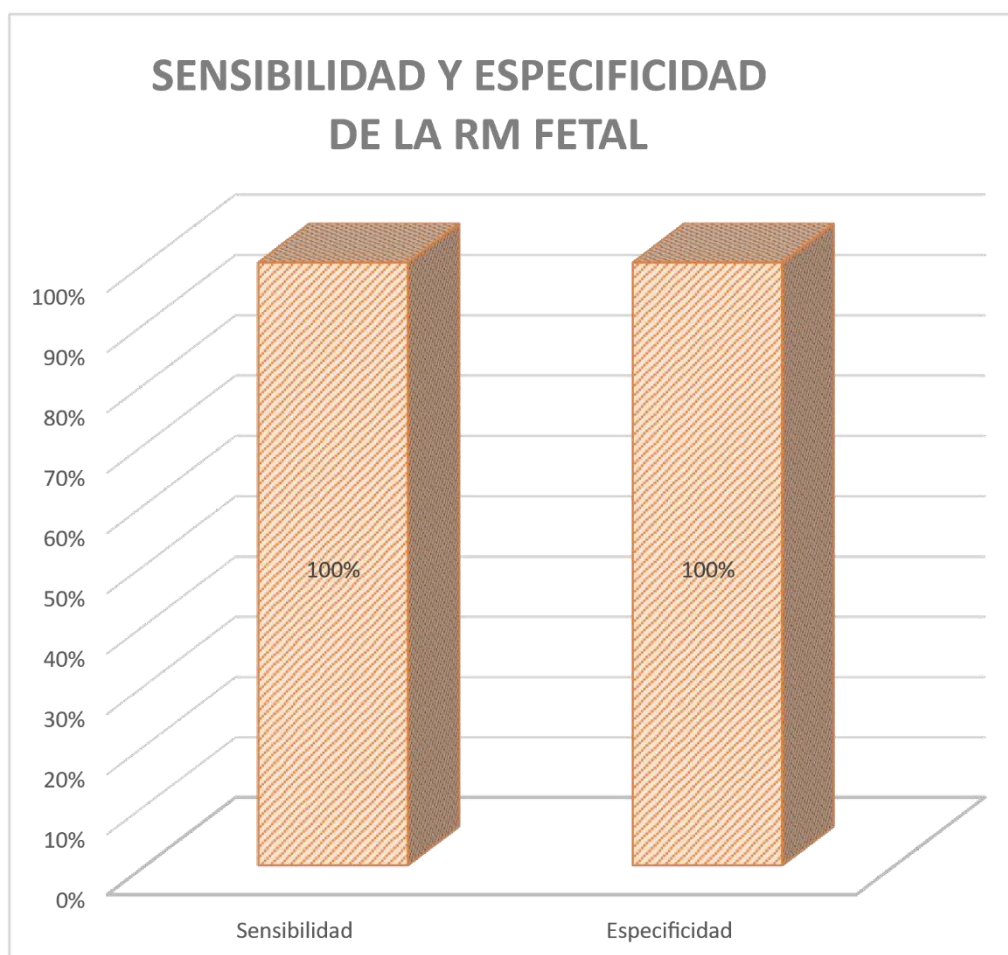


En cuanto a la distribución topográfica de las patologías, se observó una prevalencia de anomalías de localización supratentorial, las cuales representaron el 50% de la muestra, en este grupo destacaron alteraciones del sistema ventricular y de la línea media, donde la resolución de contraste de la RMf fue fundamental para definir la severidad del cuadro clínico.

Por su parte, las anomalías infratentoriales constituyeron el 33% de los hallazgos, centradas principalmente en malformaciones de la fosa posterior, cuya visualización suele verse limitada en la ecografía convencional por la osificación de la calota craneal.

Es relevante destacar que un 17% de la muestra resultó en un diagnóstico de normalidad anatómica. Este hallazgo es de suma importancia clínica, ya que demuestra la capacidad de la RMf para actuar como un método de confirmación que permite descartar sospechas ecográficas erróneas, aportando certeza diagnóstica y reduciendo la ansiedad materna ante posibles falsos positivos.

La calidad de las imágenes obtenidas fue calificada como óptima en la totalidad de los casos, permitiendo una delimitación precisa de la corteza cerebral, la organización de la sustancia blanca y la integridad de las estructuras de la línea media. Estos resultados no solo refuerzan el valor de la RMf como el "estándar de oro" complementario a la ecografía prenatal, sino que también subrayan que la eficacia del método depende directamente de una correcta planificación de las secuencias y de la gestión técnica del profesional en bioimágenes.



La representación gráfica de la sensibilidad y especificidad de la resonancia magnética fetal muestra valores del 100% en la muestra analizada, lo que indica una adecuada concordancia entre los hallazgos obtenidos por este método y el diagnóstico de referencia. Estos resultados reflejan la capacidad de la resonancia magnética para identificar correctamente la presencia de malformaciones y anomalías cerebrales.

La elevada sensibilidad observada pone de manifiesto la eficacia de la resonancia magnética fetal en la detección de anomalías del sistema nervioso central, mientras que la alta especificidad evidencia su utilidad para confirmar la normalidad anatómica cuando no se observan alteraciones. Si bien estos valores deben interpretarse considerando el tamaño reducido de la muestra, los resultados obtenidos coinciden con lo reportado en la literatura y refuerzan el rol de la resonancia magnética fetal como herramienta diagnóstica complementaria a la ecografía prenatal, especialmente en casos de sospecha de malformaciones complejas.

Discusión

Los resultados obtenidos confirman que la Resonancia Magnética Fetal (RMf) se consolida como el recurso diagnóstico de elección ante las limitaciones técnicas del ultrasonido. La principal virtud operativa observada radica en la capacidad del sistema para obtener una arquitectura de imagen multiplanar de alta resolución. Esto facilitó una delimitación exhaustiva de estructuras críticas como el cuerpo calloso y la fosa posterior, cuya visualización suele verse comprometida en la ecografía por la atenuación del haz sónico ante la osificación de la calota craneal.

Un hallazgo de especial relevancia clínica fue la competencia del método para la rectificación de diagnósticos presuntivos. El Caso 6 ilustra esta capacidad, donde el estudio permitió descartar una ventriculomegalia al objetivar mediciones biométricas dentro de los rangos de normalidad y caracterizar un quiste del septum pellucidum como un hallazgo incidental sin significancia patológica. Esta especificidad diagnóstica resulta fundamental para diferenciar variantes anatómicas de malformaciones estructurales, aportando una certeza pronóstica que optimiza el asesoramiento médico y la planificación perinatal.

Finalmente, la excelencia en la calidad de las imágenes analizadas pone de manifiesto la importancia estratégica del Licenciado en Bioimágenes. La pericia en la optimización de los parámetros de adquisición y la gestión proactiva de los artefactos de movimiento fetal fueron los pilares que garantizaron la fiabilidad del diagnóstico final.

Conclusión

La presente investigación permitió determinar que la resonancia magnética fetal es una herramienta diagnóstica de alta precisión en la detección y caracterización de anomalías cerebrales fetales. Los casos analizados evidenciaron su capacidad para complementar la ecografía obstétrica, aportando mayor detalle anatómico y mejor definición de estructuras complejas del sistema nervioso central. Se comprobó que su utilidad resulta especialmente relevante en situaciones de sospecha diagnóstica o ante anomalías complejas, donde la información obtenida puede influir en la planificación clínica y el seguimiento prenatal. La resonancia magnética fetal se consolida como un método de imágenes fundamental en el diagnóstico prenatal, respaldando la hipótesis planteada y demostrando su impacto significativo en la práctica radiológica.

Bibliografía

- Arteaga Martínez, S. M., & García Peláez, M. I. (2021). *Embriología humana y biología del desarrollo* (3.^a ed.). Médica Panamericana. Disponible en: <https://www.medicapanamericana.com/es-GT/libros/embriologia-humana-y-biologia-del-desarrollo-3a-edicion> Recuperado el 17 de septiembre de 2025.
- Bucarano Lliteras, I., & Gutiérrez Martínez, A. (2023). Principales causas de las malformaciones congénitas. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 54, 30–36. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2221-24502023000100030&script=sci_arttext&tlng=en Recuperado el 10 de enero de 2026.
- Carlson, B. M. (2020). *Embriología humana y biología del desarrollo* (6.^a ed.). Elsevier España, S. L. U. Disponible en: <https://www.elsevier.com> Recuperado el 20 de octubre de 2025.
- Chaara, C. H., Rodríguez, M. R., Villafañe, C. G., Mata, J. F., Ten, P. M., & De Vega, V. M. (2018). RM fetal: descripción e interpretación práctica de la patología ventricular y periventricular. *SERAM*. Disponible en: <https://piper.espacioseram.com> Recuperado el 22 de enero de 2026.
- García-Moreno, C. M., Torres-Olivas, E., Barrera-Esparza, M., Sierra-Lozada, N., Casillas-Barrera, M., López-Félix, J. A., & Acevedo-Gallegos, S. (2021). Papel de la resonancia magnética fetal en la valoración de las anomalías prenatales. *Anales de Radiología México*, 20(2), 856–866. Disponible en: https://www.analesderadiologiamexico.com/portadas/arm_21_20_2.pdf Recuperado el 20 de octubre de 2025.
- Martín, C., Darnell, A., Durán, C., Mellado, F., & Corona, M. (2003). Resonancia magnética fetal: técnica, aplicaciones y anatomía normal del feto. *Radiología*. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0033833803778795> Recuperado el 15 de octubre de 2025.
- Martínez-Biarge, M., Arnáez, J., Arca, G., Valverde, E., Llorens-Salvador, R., & García-Alix, A. (2025). Recomendaciones para el uso de la resonancia magnética cerebral en el periodo neonatal. *Anales de Pediatría*. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403325001705> Recuperado el 20 de octubre de 2025.
- Muñoz, H., Aiello, H., Ortega, X., Pietrani, M., Guerra, F., Herrera, M., & Prayer, D. (2013). Consenso latinoamericano sobre resonancia magnética fetal. *Revista Chilena de Obstetricia y Ginecología*, 78(2), 139–141. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75262013000200012&script=sci_arttext Recuperado el 22 de enero de 2026.
- Poggio, G. A., Mariano, J., Gopar, L. A., & Ucar, M. E. (2017). La ecografía primero: ¿por qué, cómo y cuándo? *Revista Argentina de Radiología*, 81(3), 192–203. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048761916300990> Recuperado el 15 de octubre de 2025.
- Recio Rodríguez, M., Martínez de Vega Fernández, V., Martínez Ten, P., Pérez Pedregosa, J., Fernández-Mayoralas, D. M., & Jiménez de la Peña, M. (2010). RM fetal en las anomalías del SNC: aspectos de interés para el obstetra. *Revista Argentina de Radiología*, 74(4), 385–396. Disponible en:

- https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185299922010000400008&script=sci_arttext Recuperado el 10 de enero de 2026.
- Rodríguez, M. R. (2021). *Utilidad de la resonancia magnética en el diagnóstico prenatal* (Tesis doctoral, Universidad Europea de Madrid). Disponible en: <https://www.researchgate.net> Recuperado el 15 de octubre de 2025.
 - Ron, M. T. P., Villalobos, N., de Fernández, C. A., Soto, G. F. F., Nieto, M. I. F., & Cedeño, N. V. (2018). Diagnóstico prenatal de ventriculomegalia e hidrocefalia fetal. *Enfermería Investiga*, 3(4), 215–222. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6726065> Recuperado el 10 de enero de 2026.
 - Salvador, R. L., Sainz, A. V., Filardi, A. M., Fornas, G. M., & Serrano, F. M. (2017). Valoración del cerebelo fetal mediante resonancia magnética. *Radiología*, 59(5), 380–390. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0033833817301054> Recuperado el 15 de octubre de 2025.
 - Sánchez, R., Castellote, A., Enríquez, G., Carreras, E., Vázquez, E., & Torán, N. (2001). Resonancia magnética en el diagnóstico prenatal de malformaciones congénitas. *Boletín de Pediatría*, 41(175), 9–16. Disponible en: <https://boletindepediatría.org/boletin/article/view/1213> Recuperado el 22 de enero de 2026.
 - Susarte, S. I. C., Pérez, S. M. T., Farías, S. J. M. F., García, S. C. S., Jiménez, S. R. S., & Úbeda, S. A. G. (2021). Técnica, indicaciones y enfoque práctico de la RM fetal. *SERAM*. Disponible en: <https://www.piper.espacioseram.com/index.php/seram/article/view/4411> Recuperado el 22 de enero de 2026.
 - Vega, V. (2010). Resonancia magnética fetal cerebral. *Anales de Pediatría Continuada*. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1696-2818\(10\)70007-X](https://doi.org/10.1016/S1696-2818(10)70007-X) Recuperado el 15 de octubre de 2025.

Anexos

Caso 1

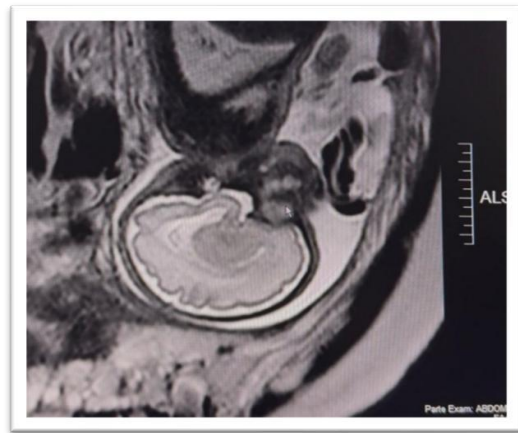
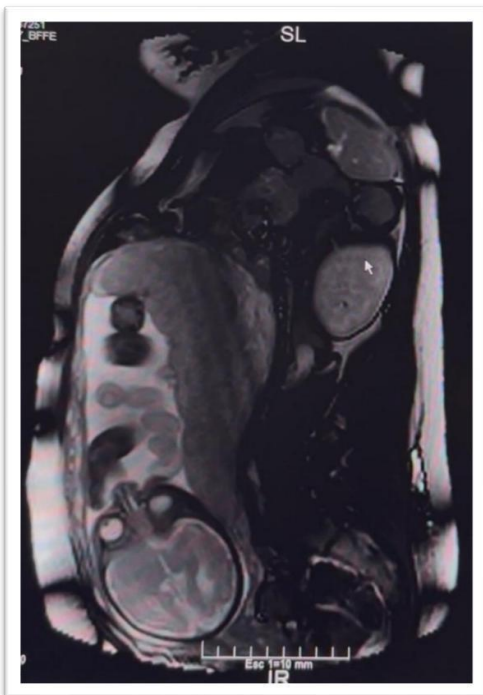
- Año de historia clínica: 2023
- Edad materna: 37 años
- Edad gestacional: 23 semanas
- Motivo del estudio: Evaluación encefálica fetal

Hallazgos

Se observa adecuada formación de los hemisferios cerebrales y correcta conformación de la fosa posterior y el cerebelo. Se evidencia dilatación del ventrículo lateral izquierdo con una medición aproximada de 15 mm. No fue posible identificar el cuerpo calloso, generando sospecha de agenesia. No se observan lesiones quísticas ni sólidas. La corteza cerebral es acorde a la edad gestacional y la unión craneocervical se encuentra dentro de parámetros normales.

Diagnóstico

Ventriculomegalia unilateral asociada a sospecha de agenesia del cuerpo calloso



Caso 2

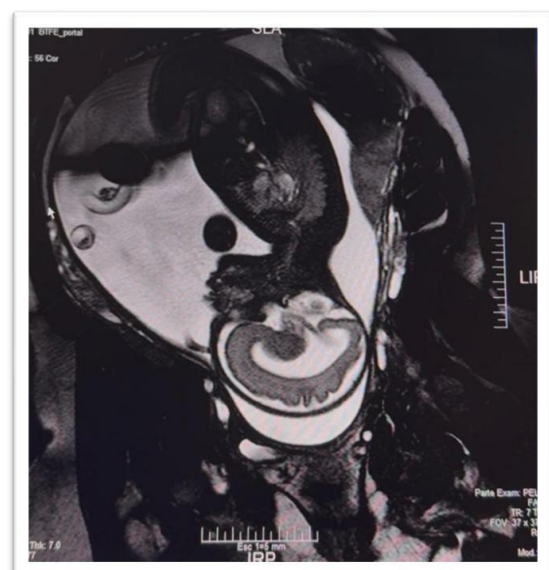
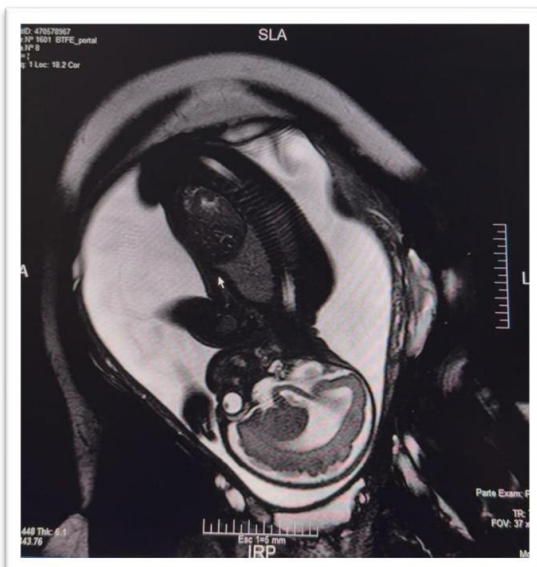
- Año de historia clínica: 2014
- Edad materna: 32 años
- Edad gestacional: 32 semanas
- Motivo de estudio: evaluación encefálica fetal

Hallazgos

Se evidencia dilatación de los ventrículos laterales, con mediciones que alcanzan hasta 17 mm. No se observa dilatación del tercer ni del cuarto ventrículo. El cerebelo y el tronco encefálico se encuentran conservados, sin alteraciones estructurales evidentes. El cuerpo calloso está presente, no se identifican anomalías en la unión craneocervical y se aprecia ensanchamiento de los espacios subaracnoideos.

Diagnóstico

Ventriculomegalia bilateral moderada.



Caso 3

- Año de historia clínica: 2024
- Edad materna: 25 años
- Edad gestacional: 23 semanas
- Motivo del estudio: Evaluación de malformaciones cerebrales

Hallazgos

Hemisferios cerebrales y cerebelosos con señal y configuración dentro de parámetros normales. Las cavidades ventriculares no presentan dilatación ni alteraciones morfológicas. Se evidencia la presencia de megacisterna magna, sin asociarse a otras anomalías estructurales. No se identifican colecciones extracerebrales y la línea media se encuentra respetada.

Diagnóstico

Megacisterna magna.



Caso 4

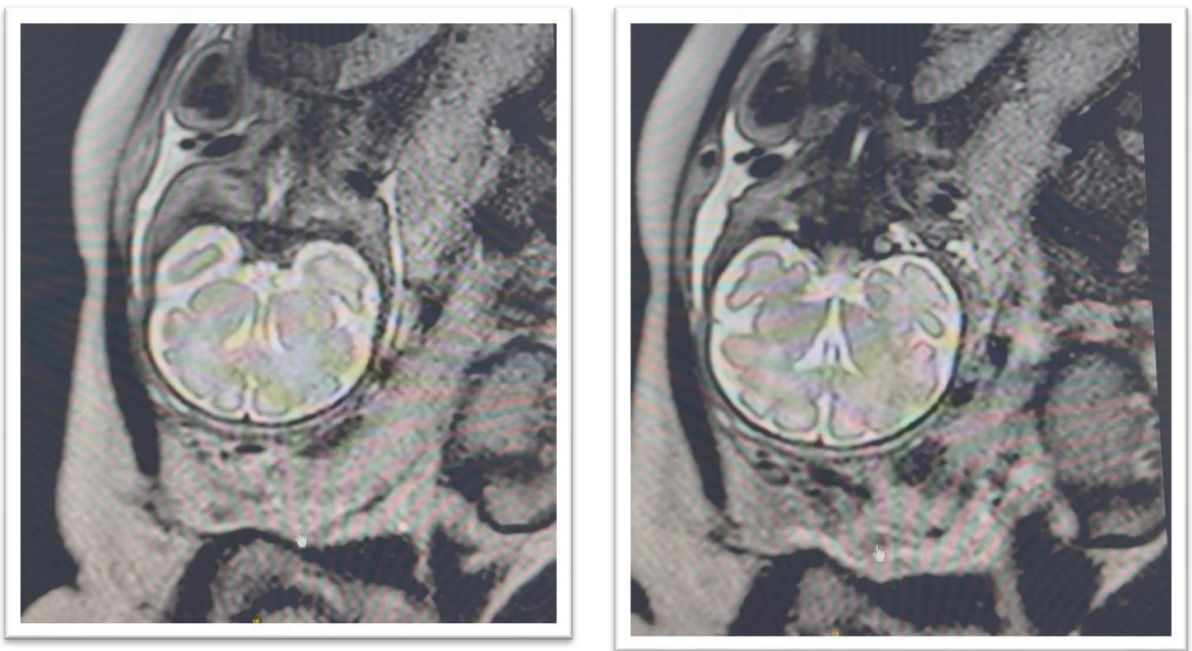
- Año de historia clínica: 2023
- Edad materna: 34 años
- Edad gestacional: 31 semanas
- Motivo del estudio: Evaluación encefálica fetal

Hallazgos

Se observa adecuada formación de ambos hemisferios cerebrales, con desarrollo de la corteza acorde a una edad gestacional aproximada de 31 semanas. Las cavidades ventriculares presentan características normales, sin evidenciar dilatación. Se constata adecuada conformación de los hemisferios cerebelosos y del vermis. El septum pellucidum se encuentra presente, asociado a una imagen quística en su interior. La línea media cerebral se aprecia respetada, sin desviaciones. No se identifican colecciones extracerebrales y la unión craneocervical presenta características normales. Se observa adecuada formación del quiasma óptico, y los globos oculares muestran señal y morfología conservadas.

Diagnóstico

Quiste del septum pellucidum como hallazgo asociado



Caso 5

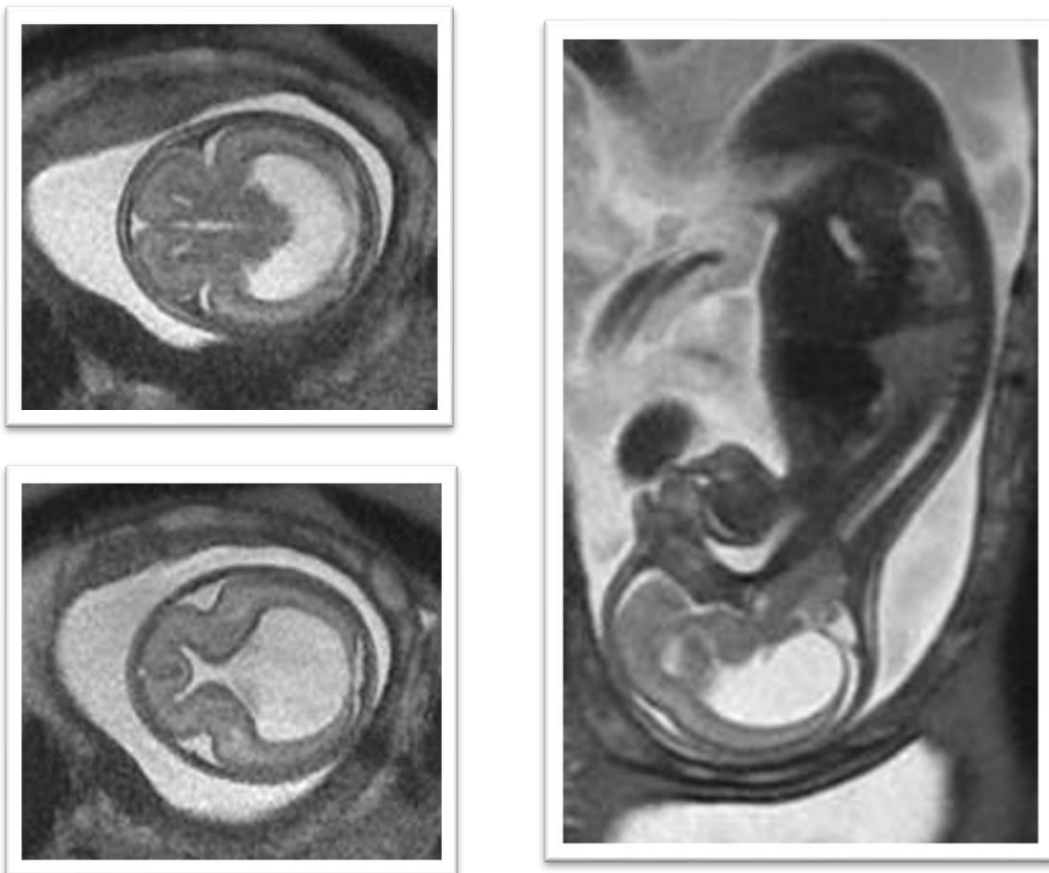
- Año de historia clínica: 2019
- Edad materna: 36 años
- Edad gestacional: 20 semanas.
- Motivo del estudio: Evaluación encefálica fetal por sospecha ecográfica de anomalía.

Hallazgos

Se observa la presencia de una cavidad monovenricular posterior dilatada, asociada a pérdida de la línea media a nivel parieto-occipital y fusión en la línea media de los lóbulos parietooccipitales. La sutura interhemisférica frontal se encuentra conservada. No se identifica el septum pellucidum y el cuerpo calloso se visualiza de manera parcial. A nivel de la fosa posterior, se evidencia tienda del cerebelo de implantación baja, con descenso de tejido cerebeloso a través del foramen magno. Se constata alteración de la unión craneocervical compatible con malformación tipo Chiari y se identifica disrafismo a nivel de la transición lumbo-sacra, asociado a mielomeningocele.

Diagnóstico

Hallazgos compatibles con holoprosencefalia, asociada a malformación de la fosa posterior tipo Chiari y disrafismo espinal (mielomeningocele).



Caso 6

- Año de historia clínica: 2025
- Edad materna: 36 años
- Edad gestacional: 31 semanas
- Motivo del estudio: Evaluación encefálica fetal por sospecha de alteración del sistema nervioso central.

Hallazgos

En los hallazgos se observa adecuada configuración del tronco cerebral, así como de los hemisferios cerebrales y cerebelosos. Los ventrículos laterales, el tercer y el cuarto ventrículo presentan tamaño y morfología acordes a una edad gestacional aproximada de 31 semanas. Se evidencia la presencia de quiste del septum pellucidum, considerado un hallazgo dentro de parámetros normales para la edad gestacional. La medición a nivel del atrio ventricular muestra valores de 9,5 mm en el lado derecho y 9 mm en el izquierdo, sin criterios de ventriculomegalia. La corteza cerebral presenta un grado de maduración acorde a la edad gestacional y la línea media se encuentra conservada. Las amígdalas cerebelosas se observan en posición adecuada.

Diagnóstico

Estudio encefálico fetal dentro de parámetros normales para la edad gestacional. Quiste del septum pellucidum sin repercusión patológica asociada.

