



DOI: <http://dx.doi.org/10.29033/ei.v3n4.2018.10>

Artículo de Revisión

Diagnóstico prenatal de ventriculomegalia e hidrocefalia fetal

Prenatal diagnosis of ventriculomegalia and fetal hydrocephalia

María Teresa Peñaherrera Ron¹, Noren Enrique Villalobos Inciarte², Carolina Arráiz de Fernández¹, Gerardo Fernández Soto¹, Miriam Ivonne Fernández Nieto¹, Nereida Josefina Valero Cedeño¹

¹ Universidad Técnica de Ambato – Facultad de Ciencias de la Salud – Carrera de Enfermería – Ambato – Ecuador.

² Universidad de Zulia – Facultad de Medicina – Carrera de Medicina – Maracaibo – Venezuela.

Peñaherrera MT, Villalobos NJ, Arráiz C, Fernández G, Fernández MI, Valero N. Diagnóstico prenatal de ventriculomegalia e hidrocefalia fetal. *Enferm Inv.* 2018; 3(4):215-222.

2477-9172 / 2550-6692 Derechos Reservados © 2018 Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Enfermería. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons, que permite uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original es debidamente citada.

Historia:

Recibido: 12 julio 2018
Revisado: 19 mayo 2018
Aceptado: 30 noviembre 2018

Palabras Claves:

Ventriculomegalia; hidrocefalia; fetal

Keywords: Ventriculomegaly; hydrocephalus; fetal

Resumen

La Ventriculomegalia y la hidrocefalia fetal son enfermedades complejas y multifactoriales. El tamaño del sistema ventricular cambia durante el embarazo excepto el atrio que se mantiene estable entre 6 a 8 mm, desde la 15 a las 40 semanas gestacionales. Cuya incidencia es de hasta 2 por 1000 nacimientos. Puede asociarse con hidrocefalia, pero también puede estar relacionado con disminución del tejido cerebral normal. El desarrollo neurológico puede correlacionarse con la gravedad de la ampliación ventricular, la cual varía según a causa y la presencia de otras malformaciones asociadas. Las causas de ventriculomegalia, son casi las mismas de la hidrocefalia, ya que en ambos existe un aumento del perímetro cefálico, pero existe también casos de ventriculomegalia, sin problemas con la cantidad de líquido cefalorraquídeo, como en la atrofia cerebral por infección intracraneana, daño de sustancia blanca y hemorragia focal. Dentro de los criterios prenatales debe destacarse, antecedentes de madre con polihidramnios, hallazgos ultrasonográficos fetales de ventriculomegalia, niveles altos de alfa feto proteína sérica materna o del líquido amniótico. El diagnóstico prenatal se realiza gracias al advenimiento de la ecografía prenatal de alta resolución, logrando observarse la dilatación ventricular de rutina dentro del útero. Ayudado por la resonancia magnética y es confirmado al nacimiento.

Abstract

Ventriculomegaly and fetal hydrocephalus are complex and multifactorial diseases. The size of the ventricular system changes during pregnancy and the atrium remains between 6 to 8 mm, from 15 to 40 gestational weeks. Whose incidence is up to 2 per 1000 births. It may be associated with hydrocephalus, but it may also be related to the injury of normal brain tissue. Neurological development can be correlated with the severity of ventricular enlargement, which varies according to the cause and the presence of other associated malformations. The causes of ventriculomegaly are almost the same as hydrocephalus, and in both cases there is an increase in the cephalic perimeter, but there are also cases of ventriculomegaly, without problems with the amount of cerebrospinal fluid, as in the cerebral atrium due to intracranial infection, damage of white matter and focal hemorrhage. Within the prenatal criteria should be noted, mother's history with polyhydramnios, fetal ultrasound findings of ventriculomegaly, high levels of alpha fetus, maternal serum protein or amniotic fluid. The prenatal diagnosis is made thanks to the advent of high resolution prenatal ultrasound, making it possible to observe routine ventricular dilatation within the uterus. Helped by magnetic resonance and is confirmed at birth.

Autor de correspondencia:

María Teresa Peñaherrera Ron. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Enfermería. Teléfono: +593 958915540, Ambato, Ecuador. Email: mt.penaherrera@uta.edu.ec

Introducción

La ventriculomegalia (VMG) y la hidrocefalia fetal son enfermedades complejas y multifactoriales. El tamaño del sistema ventricular cambia durante el embarazo excepto el atrio que se mantiene estable midiendo entre 6 a 8 mm, desde la 15 a las 40 semanas gestacionales.¹ La importancia de la revisión de este tema se fundamenta en conocer parámetros clínicos y protocolos existentes de esta patología, que fortalezcan los conocimientos en clínicos que manejan estos tipos de casos

Desarrollo

La ventriculomegalia (VMG) es un signo ecográfico asociado a un número elevado de entidades patológicas, es el marcador más sensible de la patología del sistema nervioso central (SNC) fetal, mientras que la hidrocefalia, es una enfermedad que se caracteriza por incremento en el contenido de líquido cefalorraquídeo (LCR), causado por la dificultad para la circulación, incremento de la producción y absorción del mismo.^{2,3}

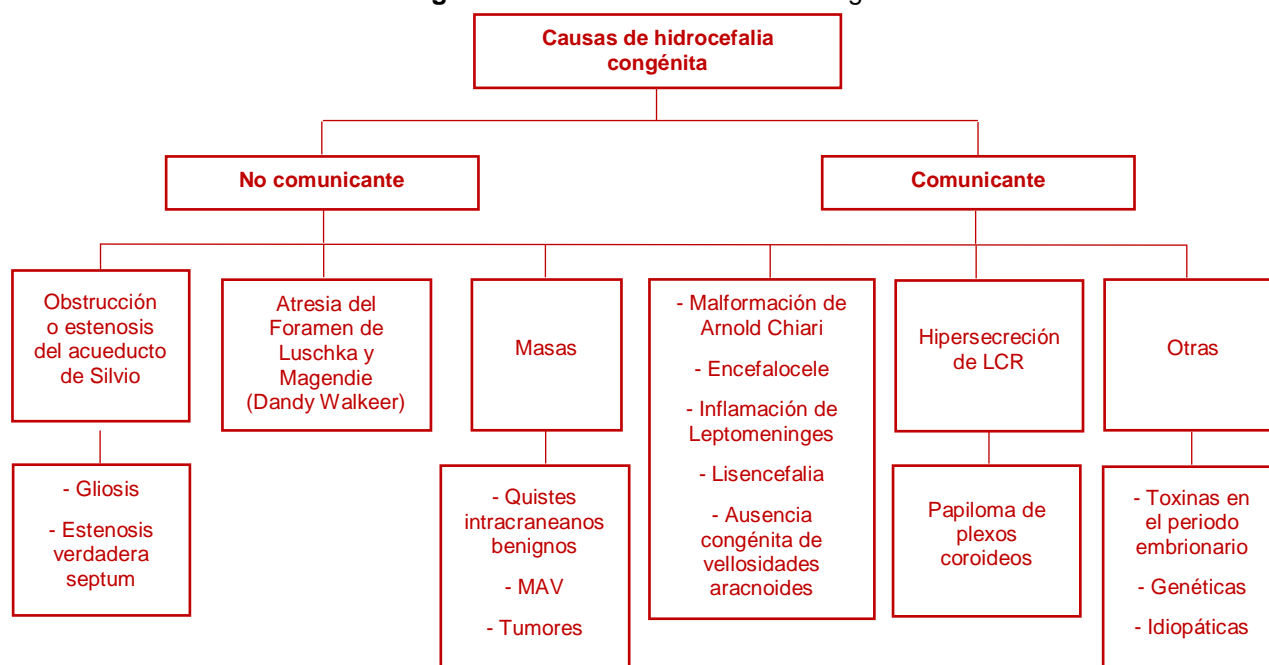
Incidencia.

La incidencia de la VMG es de hasta 2 por 1000 nacimientos.² A menudo se asocia con hidrocefalia y en algunos casos con disminución en la cantidad de tejido cerebral.⁴ El desarrollo neurológico se puede correlacionar con la gravedad de la dilatación ventricular, con una amplia variación basada en la causa y la presencia de otras malformaciones asociadas.³

El tamaño de los ventrículos laterales se mide en las ecografías que se le realiza al feto para controlar el crecimiento y comprobar si el desarrollo de los órganos es normal.⁵

La hidrocefalia es una de las anomalías congénitas más comunes del sistema nervioso, con una incidencia de 1 por 1.000 nacidos vivos en países desarrollados, significando un gasto de 2.000 millones de dólares en salud en los Estados Unidos de América. En el continente africano existen 36.000.000 de nacimientos anuales, en el África subsahariana se presentan de 100.000-200.000 nuevos casos anuales de hidrocefalia causados principalmente por infección neonatal, post-hemorrágica, prematuridad, estenosis congénita del acueducto de Silvio, mielomeningocele y tumores cerebrales.⁵ Clásicamente, la obstrucción del flujo del LCR en los ventrículos se clasifica como hidrocefalia obstructiva o no comunicante e hidrocefalia comunicante. La primera ocurre cuando el flujo se ve bloqueado a lo largo de una o más de las vías estrechas que conectan los ventrículos, mientras que en la segunda se ve bloqueado después de salir de los ventrículos pudiendo fluir entre ellos, ya que permanecen abiertos (Figura 1).

Figura 1. Causas de hidrocefalia congénita.



Fuente: Leinonen V, Vanninen R, Rauramaa T. Cerebrospinal fluid circulation and hydrocephalus.⁶

Adaptado por: María Peñaherrera et al.

Las causas de VMG son casi las mismas de la hidrocefalia, ya que en ambas aumenta el perímetro cefálico, pero existen casos de ventriculomegalia sin incremento del perímetro cefálico, que no se acompaña de aumento de la cantidad de LCR, como en la atrofia cerebral por infección intracraneana y en anomalías del desarrollo del sistema nervioso, como en encefalocele, agenesia del cuerpo caloso, lisencefalia, holosproncefalia y alteración de la

migración neuronal. Con el advenimiento de la ecografía prenatal de alta resolución, en la actualidad la dilatación ventricular se diagnostica de rutina dentro del útero.^{7,8}

La severidad de estas alteraciones depende de la causa, pudiendo ser de origen infeccioso, anomalía cromosómica o formar parte de un síndrome genético. La VMG puede presentarse aislada o asociada a otra malformación del propio SNC o de cualquier otro sistema o aparato.⁹ Clínicamente puede estar asociada a una variedad de trastornos neurológicos, motor y/o deterioro cognitivo, siendo indispensable su diagnóstico y tratamiento oportuno.¹⁰

Diagnóstico prenatal de Ventriculomegalia e Hidrocefalia

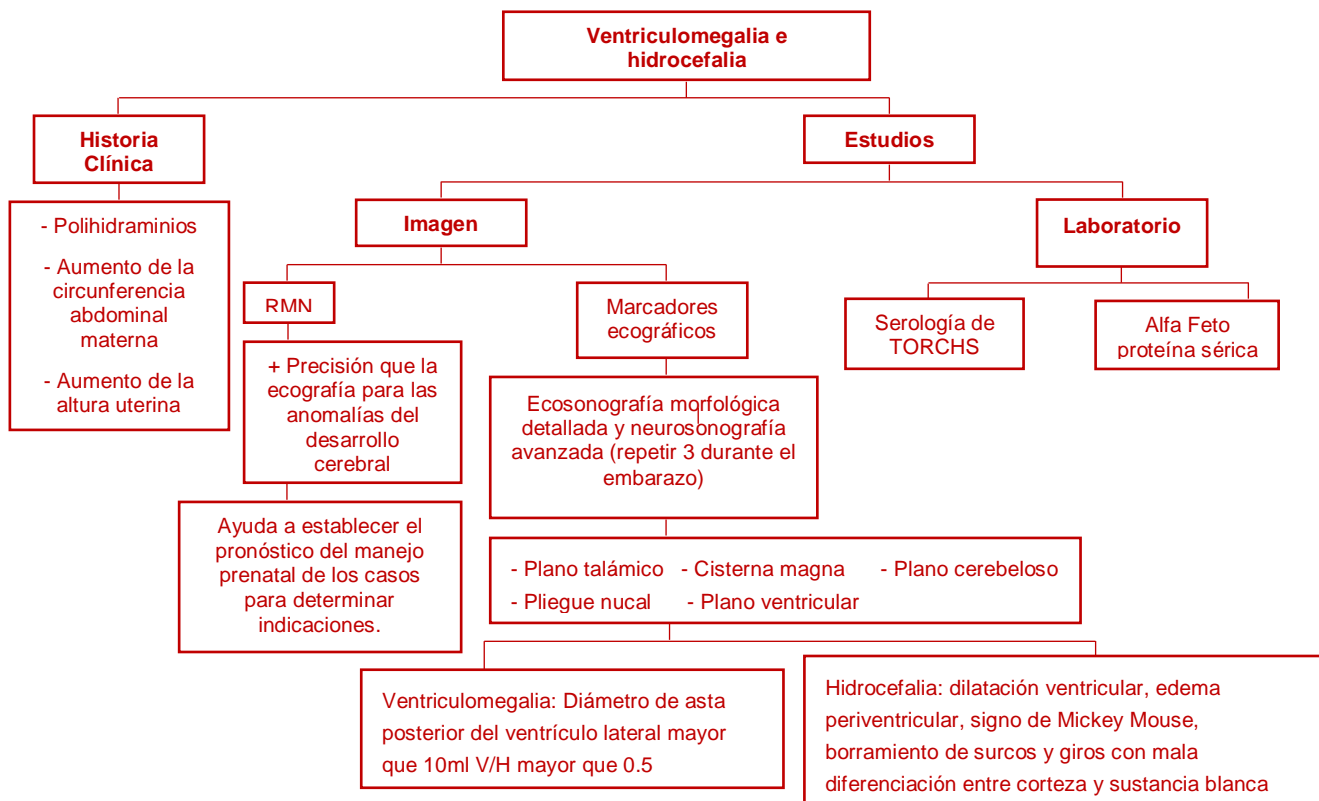
El diagnóstico se realiza mediante criterios clínicos y ecográficos (Figura 2); dentro de los criterios prenatales se deben descartar antecedentes de la madre con polihidramnios, control ultrasonográficos fetal que demostrará macrocefalia con medición de ventrículos, niveles altos de alfa-feto proteína sérica materna o del líquido amniótico.¹¹

El período durante el cual el feto sufre y desarrolla la hidrocefalia, es uno de los factores más importantes a considerar para establecer el pronóstico prenatal. La hidrocefalia fetal diagnosticada en el último trimestre de la gestación suele tener un mejor resultado en comparación con las que se diagnostican en el primer y segundo trimestre del embarazo. Un comportamiento similar puede observarse en la hidrocefalia obstructiva que tiene un mejor resultado en comparación con la hidrocefalia comunicante. Otras malformaciones asociadas con la hidrocefalia pueden ocurrir en hasta el 75% de los casos, lo que proporciona una fuerte influencia en el pronóstico de los fetos afectados por esta enfermedad.^{12,13}

Uno de los puntos clave del diagnóstico prenatal es la diferenciación entre la hidrocefalia fetal y la ventriculomegalia no hipertensiva, ya que la primera es elegible para el tratamiento intrauterino con resultados favorables, mientras que en la ventriculomegalia no hipertensiva no se aplica dicho tratamiento.⁸

El diagnóstico prenatal, se realiza mediante ecografía y resonancia magnética y es confirmado al nacimiento con ecografía, tomografía axial computada o resonancia magnética. No existen actualmente pautas estandarizadas para su manejo y seguimiento a largo plazo.⁴

Figura 2. Algoritmo de diagnóstico de ventriculomegalia e hidrocefalia.



Fuente: Leiva J, Pons A. Rol de la neurosonografía en la evaluación neurológica fetal.¹⁴

Adaptado por: María Peñaherrera et al.

Ecografía

El diagnóstico prenatal de VMG es ecográfico en el segundo trimestre de la gestación, mediante el diámetro del asta posterior del ventrículo lateral ≥ 10 mm y el plano ecográfico transventricular, que muestra las porciones anterior y posterior de los ventrículos laterales.^{8,9}

El enfoque perinatal está íntimamente ligado al desarrollo de la medicina materno fetal e implica una evaluación precoz de la anatomía del SNC fetal, utilizando como herramienta de apoyo la ultrasonografía, se debe tener un claro conocimiento de la anatomía cerebral fetal y de los criterios diagnósticos.¹⁴⁻¹⁶

La ecografía es la técnica diagnóstica de elección en el estudio, ampliamente disponible y costo-efectivo, pero operador dependiente.⁴ Debe ser realizada por un especialista experto en la evaluación ecográfica avanzada del SNC, con objetivo de comprobar el desarrollo de todas las estructuras intracraneales y de la columna vertebral en los planos axiales, coronales y sagitales.¹⁷ El análisis de los tres planos requiere el acceso mediante ecografía transvaginal y transabdominal, y la realización de un barrido muy lento para apreciar las características morfológicas de todas las estructuras en planos sucesivos.¹⁸ La neurosonografía avanzada incluye la evaluación de la morfología y continuidad del cráneo, biometrías básicas, simetría de los dos hemisferios, evaluación de las estructuras de la línea media y la evaluación del sistema ventricular (Figura 3)

Figura 3. Evaluación de la neurosonografía avanzada.

Neurosonografía
a. Morfología y continuidad del cráneo
• Localización y disposición de las suturas.
b. Biometrías básicas
• Diámetro biparietal (DBP).
• Perímetro cefálico.
• Índice cefálico.
c. Simetría de los dos hemisferios.
d. Evaluación de las estructuras de la línea media
• Línea interhemisférica.
• Cavum del septum pellucidum.
• Cuerpo calloso.
• Tálamo.
e. La evaluación del sistema ventricular: Incluye la morfología y el tamaño de los ventrículos laterales y el tercer y cuarto ventrículos.

Fuente: B. Puerto, E. Eixarch, M. Sanz. Ventriculomegalia. Curso Intensivo En Medicina Maternofetal.¹⁰

Adaptado por: María Peñaherrera et al.

Para el diagnóstico ecográfico de ventriculomegalia, se realiza la medición del diámetro de los ventrículos laterales a la altura del atrium donde descansa el glomus de los plexos coroideos; el cual se considera adecuado hasta los 10 mm, esta medida es constante a lo largo del embarazo,^{11,17,18} es normal encontrar cierto grado de asimetría en los ventrículos laterales del cerebro humano fetal. La técnica es sencilla, la reproducibilidad alta y el valor normal se mantiene estable durante toda la gestación.¹¹ Se deben obtener los tres planos clásicos:

-Plano talámico: para medir el Diámetro Biparietal (DBP), visualizar el tálamo y el tercer ventrículo.

-Plano cerebeloso: para la visualización del cerebelo, cisterna magna y pliegue nual.

-Plano ventricular: para medir los cuernos frontales, occipitales y además visualizar el cavum septum pellucidum.

Los criterios para el diagnóstico ultrasonográfico son los siguientes:

Relación ventrículo-hemisférico (V/H)

Se encuentra por encima de valores establecidos como normales en nomogramas confeccionados. Cuando es mayor que 0,5 es muy sugerente de hidrocefalia. Con esta medida pueden producirse falsos positivos antes de las

24 semanas, debido a inexperiencia del observador o a una interpretación incorrecta de los valores obtenidos, por lo que se necesitan mediciones seriadas para llegar a un diagnóstico correcto.¹⁷

Medición del atrium ventricular

El atrium es la porción triangular del ventrículo lateral, conectado por la parte anterior con el cuerpo, por la posterior con el cuerno posterior, e inferiormente con el cuerno inferior y debe ser medido en el plano axial.¹⁹ La Sociedad Internacional de Ultrasonido en obstetricia y ginecología, 2007, recomienda que para su medición los calipers se colocan al nivel del glomus de los plexos coroideos, en la parte interna de los ecos generados por las paredes ventriculares, en su zona más ancha y alineado perpendicular al eje del ventrículo.⁷ Por medio de esta, se puede clasificar la VMG en tres grados en relación a la severidad de la dilatación:¹⁴

- Leve: $10 \leq 12$ mm.
- Moderada: 12-15 mm.
- Severa: > 15 mm

Una diferencia mayor que 3 mm entre ambos atrium constituye un hallazgo que condiciona una observación más estricta del feto.⁷

La problemática para el ultrasonografista se produce cuando la VMG es ligera o cuando los ventrículos tienen un tamaño en el límite superior de la normalidad, y hay que decidir si esto representa una verdadera anomalía. La mayoría de los fetos con VMG ligera aislada y cariotipo normal tienen buen pronóstico de desarrollo normal.¹¹

Es característica la separación de los plexos coroideos de la pared medial del ventrículo: llamado "signo del plexo pendiente"³. La distancia del plexo a la pared medial en los fetos normales es de 1-2 mm después de las 15 semanas y en estos casos mayor que 3 mm. También se observa una reducción relativa del tamaño del plexo coroideos dentro del ventrículo lateral (normalmente el plexo llena el atrium del ventrículo).⁸

La ecografía transvaginal se ha utilizado en el diagnóstico y evaluación de fetos que se encuentran en presentación cefálica, este examen puede proporcionar una imagen más nítida de las estructuras anatómicas cerebrales.¹⁹

Entre los signos hallados sugestivos de hidrocefalia se encuentran:

- Dilatación ventricular (índice de Evans $>$ de 0.35).
- Edema periventricular (edema intersticial).
- Borramiento de surcos y giros, con mala diferenciación entre corteza y sustancia blanca.
- Signo de Mickey Mouse.
- Ensanchamiento del radio de los cuernos frontales.
- Atrofia cortical (hidrocefalia crónica).
- Divertículos ventriculares.
- Al realizar medición en los cuernos frontales a nivel del agujero de Monro, este será mayor de 12 mm.
- Ancho del III ventrículo mayor de 5 mm¹⁰.

Es comúnmente aceptado que la neurosonografía fetal tiene un potencial diagnóstico mucho mayor que el del examen transabdominal estándar y es particularmente útil en la evaluación de malformaciones complejas del SNC. Sin embargo, este examen requiere un grado de especialización que no está disponible en muchos centros y el método aún no es universalmente utilizado.¹¹

Según la magnitud de la VMG se puede establecer un pronóstico inicial ya que sabemos que la asociación con otras anomalías se puede observar en un 6% de los casos leves y hasta en un 56% de los casos moderados y severos. Por otro lado, las alteraciones cromosómicas se encuentran hasta en un 36% si existe otra malformación asociada y solo en un 3% en los casos aislados.

La resonancia magnética se ha transformado en la última década, en una poderosa herramienta para la evaluación anatómica del feto, sin constituir un riesgo para éste. Permite precisar la anatomía fetal, el tipo de lesión, su extensión y determinar anomalías asociadas, pudiendo ser útil cuando los hallazgos ecográficos son ambiguos o poco concluyentes. También es útil para el seguimiento posterior al tratamiento, siendo su desventaja el costo.⁴

Se debe reservar la RM para aquellos casos de VMG aislada con cariotipo normal, porque algunos defectos en el SNC no son fácilmente reconocibles por ecografía, especialmente cuando existen malformaciones corticales.¹⁸

La resonancia magnética fetal no es superior a la ecografía, sino complementaria, sin embargo, es incierto si la precisión del diagnóstico aumenta cuando se realizan los dos procedimientos antes de la cirugía prenatal. En algunas circunstancias, la realización de ambos procedimientos no es posible, y muchos casos continúan con la cirugía después de sólo un examen de ultrasonido.

Hay casos en que los dos exámenes son convincentes, por ejemplo, cuando hay signos de disrafismo.⁸

La RM no se debe considerar como técnica de screening antes de las 18 semanas de gestación. Actualmente el planteamiento más razonable es que ambas técnicas deben estar disponibles para utilizar una u otra de forma preferente o combinada de acuerdo con la situación clínica.²⁰

La RM surge como una útil herramienta complementaria de la ecografía que permite evaluar la maduración normal del cerebro fetal a partir del segundo trimestre. Además, posee una capacidad diagnóstica de mayor precisión que la ecografía para las anomalías del desarrollo cerebral u otras patologías destructivas. Ayuda a establecer el pronóstico y el manejo perinatal, ya que puede detectar anomalías ocultas hasta en un 50% de los casos para determinadas indicaciones.²¹

Estudios Adicionales

Amniocentesis: Se realiza a partir de la 15ta semana de gestación para determinación del cariotipo fetal, ya que la VMG aumenta el riesgo de cromosomopatía incluso en su grado más moderado, encontrándose anomalías cromosómicas entre un 4 y un 14%, siendo este porcentaje mayor del 15% cuando a la VCM se le asocia cualquier otra malformación.^{21,22}

Serología de TORCH: La serología para la detección del perfil TORCH (Toxoplasmosis, Otros (sífilis, varicela-zoster, Parvovirus B19), Rubeola, Citomegalovirus (CMV), y Herpes simple en las madres tiene menor sensibilidad y especificidad que la Reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en líquido amniótico para la determinación de infecciones fetales, por lo que debe ser reservada para aquellos casos en los que el cariotipo ya ha sido determinado previamente o en los que la madre rechaza cualquier técnica invasiva.¹⁸

El diagnóstico prenatal es importante para la evaluación por un equipo multidisciplinario constituido por obstetras, neonatólogos, genetistas, neurocirujanos y neurólogos infantiles.²³

Es importante realizar un examen ecográfico seriado para evaluar progresión en la dilatación hasta el término del embarazo, determinar eventualmente la causa y descartar malformaciones asociadas.⁷

Para la mayoría de los autores la interrupción del embarazo debe ser a término. La demostración ecográfica de aumento progresivo del tamaño ventricular, el adelgazamiento de la corteza cerebral y un crecimiento intracraneal anormalmente rápido pueden incitar un manejo más agresivo. En algunos casos pese una marcada dilatación ventricular, es posible obtener un resultado favorable si se realiza un diagnóstico y tratamiento oportuno.¹¹

Pronóstico: El resultado postnatal depende fundamentalmente de la edad gestacional al diagnóstico, el diámetro de las astas posterior y su progresión, el sexo, el cariotipo, la serología y la presencia de otras malformaciones asociadas.²¹ Por tanto, existe la opinión de muchos autores que si la VMG no es progresiva, ni se asocia a otras malformaciones, la probabilidad de tener un recién nacido sano es superior al 70%.^{24,25}

Seguimiento

La ecografía de seguimiento entre la 28ava y 34ava semanas de gestación en casos diagnosticados de VMG, se realiza para determinar su progresión o establecer alguna otra anomalía asociada.²² Los estudios que informan sobre los resultados neonatales, en general, todos coinciden en que el resultado neonatal está íntimamente ligado al grado de dilatación ventricular y por tanto peor resultado cuanto mayor es la dilatación.²²

Así, la mayoría de los niños tendrán un desarrollo normal cuando presentan una VMG moderada de manera aislada, y será el tipo de anomalía asociada la que determine el pronóstico de estos niños¹⁴. De la misma forma, los fetos con hidrocefalia unilateral leve que permanece estable en el tiempo, sin otras malformaciones asociadas, tienen una supervivencia mayor al 70%.²⁶ La incidencia de muerte perinatal o neonatal es mayor en los casos de VMG severa y moderada (25% vs 10%), mientras que en los casos leves es equiparable a la de la población general.¹⁴ Otros aspectos importantes para el pronóstico de la VMG es su evolución durante la vida intrauterina, si es uní o bilateral y el sexo fetal.⁶

Los primeros procedimientos terapéuticos neuroquirúrgicos fueron realizados por Birnholz y Frigoletto, se usó cefalocentesis⁵ repetidas en un feto hidrocefálico de 25 semanas; se realizaron 6 punciones transabdominales guiadas por ultrasonido.⁶ En 1999, Tulipan et al²⁷, demostraron una reversión de la malformación de Chiari II después de la corrección intrauterina del mielomeningocele fetal mediante cirugía fetal abierta, cuando se realizó antes de la semana 26 de gestación.²⁷ En el 2003, Cavalheiro et al⁵ realizaron la primera ventriculostomía endoscópica fetal para el tratamiento de la hidrocefalia por estenosis del acueducto en un feto a las 26 semanas de gestación, avanzando aún más el tratamiento, hasta que en el 2011, Adzick et al.²⁸ publicaron los resultados de una cirugía prenatal para corregir el mielomeningocele, llamado el estudio de manejo del mielomeningocele (MOMS), e inauguró una fase en la que la cirugía fetal para el mielomeningocele se volvió superior a la cirugía posnatal. El estudio demostró una reducción significativa en la instalación de drenajes ventriculoperitoneales, de 82% en el grupo control a 40% en el grupo de cirugía prenatal.^{6,2,28}

En los últimos años se ha investigado el desarrollo de terapias celulares para enfermedades cerebrales, incluido el deterioro neurológico asociado con el inicio de la hidrocefalia.²⁹ Hoy en día, la cirugía fetal es la base del tratamiento y requiere el trabajo de un equipo multidisciplinario (obstetra, neurocirujano, neonatólogo, genetista, anestesista, enfermera, fisioterapeuta, psicólogo y nutricionista, entre otros, donde cada profesional desempeña un papel e interactúa en todo momento con el tratamiento).⁶ Nuevas directrices sobre la selección de pacientes incluyen embarazo simple, cariotipo fetal normal, líquido amniótico sin evidencia de infección, la ausencia de anomalías asociadas, la dilatación ventricular progresiva, la edad gestacional de menos de 32 semanas y la madurez pulmonar fetal.³⁰

El diagnóstico prenatal de la ventriculomegalia e hidrocefalia fetal, basado en el desarrollo de una buena historia clínica, estudios de laboratorios, un buen estudio Neurosonográfico y la Resonancia magnética nos permite orientar la conducta médica acertada y la posibilidad de corrección intrauterina evitando complicaciones clínicas mayores.

Conclusiones

Aunque la ventriculomegalia y la hidrocefalia fetal son enfermedades complejas, multifactoriales y el sistema ventricular cambia durante el embarazo es fundamental conocer que la Ecosonografía morfológica detallada y neurosonografía avanzada, realizada por lo menos 3 veces durante el embarazo nos permite tener una idea concisa de la progresión. Así como la toma de decisión en forma oportuna para la corrección quirúrgica intrauterina en el caso de tener indicación.

Conflicto de intereses

Ninguno declarado por los autores.

Financiación

Autofinanciado.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto investigación "Estrategias de aprendizaje con pertinencia social para la prevención de enfermedades infantiles", de la Dirección de Investigación y Desarrollo (DIDE), aprobado por el Consejo Universitario de la Universidad Técnica de Ambato con Resolución: 0417-CU-P-2018.

Referencias

1. Heuer GG, Moldenhauer JS, Scott Adzick N. Prenatal surgery for myelomeningocele: review of the literature and future directions. *Childs Nerv Syst.* 2017; 33(7):1149-1155. doi: 10.1007/s00381-017-3440-z. .Review.
2. Pisapia, JM, Sinha, S., Zarnow, DM y col. Fetal ventriculomegaly: Diagnosis, treatment, and future directions. *Childs Nerv Syst* 2017, 33: 1113. <https://doi.org/10.1007/s00381-017-3441-y>
3. Carmen María Samaniego Fernández. Ramón Cancho Candela Fernando Centeno Malfaz. Severe diseases with prenatal diagnosis. *Cuad. Bioét.* XXIII, 2012/1º. P 195-214
4. Cardoen, L., De Catte, L., Demaerel, P., Devlieger, R., Lewi, L., Deprest, J., & Claus, F. The role of magnetic resonance imaging in the diagnostic work-up of fetal ventriculomegaly. *Facts, Views & Vision in ObGyn* 2011, 3(3), 159–163.
5. Cavalheiro S, da Costa MDS, Mendonça JN, et al. Antenatal management of fetal neurosurgical diseases. *Child's Nervous System.* 2017;33(7):1125-1141. doi:10.1007/s00381-017-3442-x.
6. Leinonen V, Vanninen R, Rauramaa T. Cerebrospinal fluid circulation and hydrocephalus. Chapter 5. *Handbook of Clinical Neurology.* Volume 145, 2018, Pages 39-50 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802395-2.00005>
7. Corrales A, Arias N, Seas L, Brenes D. Proyecto de investigación: Hidrocefalia en el ser humano, Universidad Autónoma de Centroamérica UACA2013; 3- 36.
8. Craig A, Lober R, Grant G, Complex Fetal Care: Implications of Fetal Ventriculomegaly: A Neurosurgical Perspective, *NeoReviews* April 2015; Volumen 16 / ISSUE 4
9. E. Roa Martínez, F. Salazar Arquero, F. García Hernández, E. Díez Uriel, N. Arévalo Galeano. Ventriculomegalia prenatal: Correlación entre RM y ecografía cerebral fetal. *SERAM* 2014, Madrid/España S-041. Doi: 10.1594/seram2014/S-0411
10. Figueras F, Gratacós E; Curso Intensivo En Medicina Maternofetal, Cursos CLÍNICA de Formación Continuada en Obstetricia y Ginecología, Cardona (Barcelona),2012, Pag: 53-60
11. Herrera M, Mejides A, Ximenes R. Evaluación ultrasonográfica del sistema nervioso central: guías para realizar el "examen básico" y "neurosonograma fetal". *ISUOG, Reino Unido* 2015
12. Wilkinson D. Ethical Dilemmas in Postnatal Treatment of Severe Congenital Hydrocephalus. *Camb Q Healthc Ethics.* 2016 Jan;25(1):84-92. doi: 10.1017/S0963180115000316. PubMed PMID: 26788949; PubMed Central PMCID: PMC4721233.
13. Lie MLS, Graham RH, Robson SC, Griffiths PD; MERIDIAN Collaborative Group. MRI for Fetal Developmental Brain Abnormalities: Perspectives From the Pregnant Patient. *Qual Health Res.* 2018 Jul;28(8):1295-1307. doi:10.1177/1049732318764390. Epub 2018 Mar 26. PubMed PMID: 29580171.
14. Leiva J, Pons A. Rol de la neurosonografía en la evaluación neurológica fetal *Rev Med Clin CONDES.* 2016; 27(4):434-440 Rayburn WF, Jolley JA, Simpson LL. Advances in ultrasound imaging for congenital malformations during early gestation. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol.* 2015 Apr;103(4):260-8. doi: 10.1002/bdra.23353. Epub 2015 Mar 28. PubMed PMID: 25820190; PubMed Central PMCID: PMC4398609.
15. Langmár Z, Németh M, Csaba Á, Szigeti Z, Jóó JG. [Prenatal diagnosis of central nervous system malformations]. *Ideggyogy Sz.* 2013 Jul 30;66(7-8):228-34. Hungarian. PubMed PMID: 23971353.
16. Griffiths PD, Bradburn M, Campbell MJ, Cooper CL, Graham R, Jarvis D, Kilby MD, Mason G, Mooney C, Robson SC, Wailoo A; MERIDIAN collaborative group. Use of MRI in the diagnosis of fetal brain abnormalities in utero (MERIDIAN): a multicentre, prospective cohort study. *Lancet.* 2017 Feb 4;389(10068):538-546. doi: 10.1016/S0140-6736(16)31723-8. Epub 2016 Dec 15. PubMed PMID: 27988140.
17. Kinzler W, Smulian J, McLean D, Guzman E, Vintzileos. Outcome of prenatally diagnosed mild unilateral cerebral ventriculomegaly. *J Ultrasound Med* 2001; 20(3):257-62.
18. Kahle KT, Kulkarni AV, Limbrick DD Jr, Warf BC. Hydrocephalus in children. *Lancet.* 2016 Feb 20;387(10020):788-99. doi: 10.1016/S0140-6736(15)60694-8. Epub 2015 Aug 6.

19. Hernández M, Orribo O, Martínez I, Padilla A, Álvarez M, Troyano J et al, Detección ecográfica y pronóstico de la ventriculomegalia fetal; Rev Chil Obstet Ginecol 2012; 77(4): 249 – 254
20. Prayer D, Malinge G, Brugger PC, Cassady C, De Catte L, De Keersmaecker B, Fernandes GL, Glanc P, Gonçalves LF, Gruber GM, Laifer-Narin S, Lee W, Millischer AE, Molho M, Neelavalli J, Platt L, Pugash D, Ramaekers P, Salomon LJ, Sanz M, Timor-Tritsch IE, Tutschek B, Twickler D, Weber M, Ximenes R, Raine-Fenning N. ISUOG Practice Guidelines: performance of fetal magnetic resonance imaging. Ultrasound Obstet Gynecol. 2017 May;49(5):671-680. doi: 10.1002/uog.17412. Epub 2017 Apr 6. PubMed PMID: 28386907.
21. Maldonado H, Actualización enfoque perinatal de la ventriculomegalia, ChileRev. Ped. Elec. [en línea] 2015, Vol 12, N°1. ISSN 0718-0918
22. Norton M, Lockwood C, Levine D; Fetal cerebral ventriculomegaly, UpToDate2016: 1
23. Von Kodolitsch Y, Rybczynski M, Vogler M, Mir TS, Schüler H, Kutsche K, Rosenberger G, Detter C, Bernhardt AM, Larena-Avellaneda A, Köbel T, Debus ES, Schroeder M, Linke SJ, Fuisting B, Napp B, Kammal AL, Püschel K, Bannas P, Hoffmann BA, Gessler N, Vahle-Hinz E, Kahl-Nieke B, Thomalla G, Weiler-Normann C, Ohm G, Neumann S, Benninghoven D, Blankenberg S, Pyeritz RE. The role of the multidisciplinary health care team in the management of patients with Marfan syndrome. J Multidiscip Healthc. 2016 Nov 3;9:587-614. eCollection 2016. Review. PubMed PMID: 27843325; PubMed Central PMCID: PMC5098778.
24. Pina S, Costa S, Serra L, Molina C, Escofet C, Corona M et al; Diagnostico ecográfico de la ventriculomegalia fetal. Departamento de Obstetricia y Ginecología, Corporació Sanitària ParcTaulí, Sabadell, Barcelona, Espana, 26 de marzo de 2014
25. Rodríguez M, Martínez de Vega V, Martínez P, Pérez J, Martín D, Jiménez M. RM fetal en las anomalías del SNC. Aspectos de interés para el obstetra, Artículo de revisión Colaboración Internacional MADRID 2010, RAR - Volumen 74 - Número 4 – Pag 385, 39
26. García A Karen, Carvajal C Jorge. HIDROCEFALIA UNILATERAL: CASO CLÍNICO Y REVISIÓN DE LA LITERATURA. Rev. chil. Obstet. ginecol. [Internet]. 2010 [citado 2018 Ago 06]; 75(4): 260-265. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071775262010000400009&lng=es.http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75262010000400009.
27. Tulipan N, Bruner JP, Hernanz-Schulman M, Lowe LH, Walsh WF, Nickolaus D, Oakes WJ. Effect of intrauterine myelomeningocele repair on central nervous system structure and function. Pediatr Neurosurg. 1999 Oct;31(4):183-8. PubMed. PMID: 10705927.
28. Adzick NS, Thom EA, Spong CY, et al. A Randomized Trial of Prenatal versus Postnatal Repair of Myelomeningocele. The New England journal of medicine. 2011;364(11):993-1004. doi:10.1056/NEJMoa1014379.
29. Vuletin S, Fernando. Nuevos desafíos en cirugía fetal. Revista Chilena de Pediatría, 2013, 84(3), 254-261. <https://dx.doi.org/10.4067/S0370-41062013000300002>
30. Warf BC. The impact of combined endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization on the management of pediatric hydrocephalus in developing countries. World Neurosurg. 2013 Feb;79(2 Suppl):S23.e13-5.