



Espina bífida abierta. Diagnóstico, pronóstico y opciones de corrección intrauterina por cirugía fetal abierta y fetoscópica

Open spina bifida. Diagnosis, prognosis and options for intrauterine correction by open and fetoscopic fetal surgery.

Leticia Lara-Ávila,¹ Miguel Martínez-Rodríguez,¹ Rosa Villalobos-Gómez,¹ Alma Gámez-Varela,¹ Karla Aguilar-Avidales,¹ Hugo López-Briones,¹ Eduardo Estudillo-Moreno,¹ Felipe Chavelas-Ochoa,³ Rogelio Cruz-Martínez^{1,2}

Resumen

ANTECEDENTES: La espina bífida abierta es la principal causa de discapacidad infantil; su prevalencia es de 4 a 5 casos por cada 10,000 nacimientos.

OBJETIVO: Describir los métodos diagnósticos, el pronóstico y los desenlaces de las diferentes técnicas de cirugía fetal reportadas para corrección intrauterina de la espina bífida abierta.

METODOLOGÍA: Estudio retrospectivo de búsqueda en PubMed, Embase, Scope, Scielo y Google Scholar de todos los artículos en inglés y español publicados entre enero de 1990 y marzo del 2021 con los MeSH: "espina bífida", "cirugía fetal", "mielomeningocele", "spina bifida", "fetal surgery", "myelomeningocele". Se eligieron los casos de espina bífida abierta con corrección intrauterina por alguna técnica de cirugía fetal.

RESULTADOS: Se encontraron 694 artículos y se seleccionaron 15 estudios que incluyeron casos de corrección intrauterina de espina bífida abierta y dos tipos de acceso quirúrgico fetal. En comparación con el uso actual de la técnica clásica de cirugía fetal abierta, las técnicas fetoscópicas demuestran menor riesgo de dehiscencia de histerotomía y menos nacimientos por cesárea, aunque mayores tiempos quirúrgicos y más complicaciones. Las técnicas de minihisterotomía y microneurocirugía han demostrado menos complicaciones y menor riesgo de dehiscencia de histerotomía en comparación con la técnica clásica abierta.

CONCLUSIONES: Existen diversas variantes en la técnica quirúrgica para la corrección intrauterina de espina bífida abierta. El desarrollo de una mejor técnica de mínima invasión fetoscópica que demuestre menores riesgos y complicaciones maternas y fetales manteniendo los beneficios neurológicos de la reparación prenatal es una línea de investigación actual de varios grupos.

PALABRAS CLAVE: Espina bífida abierta; prevalencia; mielomeningocele; histerotomía; cesárea; tiempo operatorio; fetoscopia.

Abstract

BACKGROUND: Open spina bifida is the leading cause of infant disability; its prevalence is 4 to 5 cases per 10,000 births.

OBJECTIVE: To describe the diagnostic methods, prognosis and outcomes of the different fetal surgical techniques reported for intrauterine correction of open spina bifida.

METHODOLOGY: PubMed, Embase, Scope, Scielo and Google Scholar were searched for all articles in English and Spanish published between January 1990 and March 2021

¹ Centro de Medicina y Cirugía Fetal, Medicina Fetal México, Querétaro, México.

² Instituto de Ciencias de la Salud (ICSA), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAH), Hidalgo, México.

³ Departamento de Neurocirugía pediátrica, Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer, Querétaro, México.

Recibido: mayo 2021

Aceptado: noviembre 2021

Correspondencia

Rogelio Cruz Martínez

rccruz@medicinafetalmexico.com

Este artículo debe citarse como:

Lara-Ávila L, Martínez-Rodríguez M, Villalobos-Gómez R, Gámez-Varela A, Aguilar-Avidales K, López-Briones H, Estudillo-Moreno E, Chavelas-Ochoa F, Cruz-Martínez R. Espina bífida abierta. Diagnóstico, pronóstico y opciones de corrección intrauterina por cirugía fetal abierta y fetoscópica. Ginecol Obstet Mex 2022; 90 (1): 73-83.

with the MeSH: "spina bifida", "fetal surgery", "myelomeningocele", "spina bifida", "fetal surgery", "myelomeningocele". Cases of open spina bifida with intrauterine correction by some fetal surgery technique were chosen.

RESULTS: We found 694 articles and selected 15 studies that included cases of intrauterine correction of open spina bifida and two types of fetal surgical access. Compared to the current use of the classical open fetal surgery technique, fetoscopic techniques demonstrate lower risk of hysterotomy dehiscence and fewer cesarean births, although longer operative times and more complications. Minihysterotomy and microneurosurgery techniques have demonstrated fewer complications and lower risk of hysterotomy dehiscence compared to the classic open technique.

CONCLUSIONS: There are several variants in the surgical technique for open intrauterine spina bifida correction. The development of a better minimally invasive fetoscopic technique that demonstrates lower maternal and fetal risks and complications while maintaining the neurological benefits of prenatal repair is a current line of research by several groups.

KEYWORDS: Open spina bifida; Prevalence; Myelomeningocele; Hysterotomy; Cesarean section; Operative time; Fetoscopy.

ANTECEDENTES

La espina bífida es la anomalía congénita más común de los defectos del tubo neural; afecta a 9.2 de cada 100,000 recién nacidos en México y representa la causa más común de discapacidad neurológica, cognitiva y motora.¹ La espina bífida puede ser cerrada o abierta; la segunda es la que más se diagnostica antes del nacimiento. Si bien es posible detectarla en la ecografía estructural del primer trimestre, la mayoría de los casos se descubren en la ecografía morfológica de rutina alrededor de las 20 semanas de gestación.

Diagnóstico prenatal

En 1989 se describieron dos signos intracraneales para el diagnóstico indirecto de espina bífida abierta: el signo del limón, que consiste en la identificación de la deformación de la silueta del cráneo, que adquiere una morfología característica que simula un limón porque tiene una

depresión de los huesos frontales debida a la disminución de la presión intracranal ocasionada por la pérdida de líquido cefalorraquídeo en el defecto espinal (**Figura 1a**). El otro hallazgo es el signo de la banana, en el que el cerebelo cambia su morfología típica en ocho hacia una morfología en banana, debido a la herniación del rombencéfalo que ocasiona su tracción hacia el hueso occipital y así colapsa la cisterna magna (**Figura 1b**). Si bien ambos signos ecográficos tienen una elevada sensibilidad, la especificidad es baja; es decir, en ausencia de estos signos intracraneales pueden existir casos de espina bífida y, por lo tanto, el diagnóstico más preciso para su detección es la evaluación sistemática de la columna vertebral del feto en corte axial, sagital y coronal por ultrasonido 2-D. La ecografía tridimensional (función multiplanar y reconstrucción 3-D HD-Live Silhouette) (**Figura 2**) y la resonancia magnética son estudios adicionales que pueden ayudar en la caracterización del defecto, pero no son indispensables para el diagnóstico prenatal.

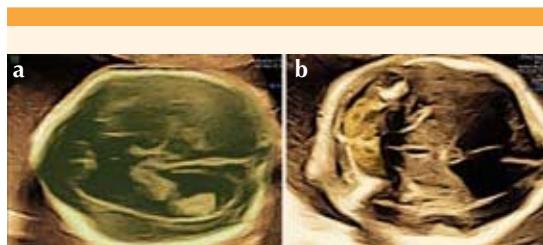


Figura 1. **a)** Corte axial. En la zona del cráneo se observa una concavidad externa de los huesos frontales "en forma de limón" y ventriculomegalia. **b)** Corte axial con angulación a la fosa posterior, se observa al cerebelo en forma de banana con obliteración de la cisterna magna.



Figura 2. Reconstrucción de ecografía tridimensional con técnica multiplanar y HD-Live que muestra un feto de 24 semanas de gestación con un defecto de espina bífida entre las vértebras L2 y S3.

Pronóstico

El pronóstico de este tipo de defecto del tubo neural varía según el tipo de defecto (abierto o cerrado). En general, la espina bífida cerrada es de buen pronóstico y no suele manifestar ventriculomegalia, herniación de las estructuras cerebrales ni daño motor. Por el contrario, en la espina bífida abierta el defecto ocurre durante

la neurulación primaria, exponiendo la médula espinal al líquido amniótico, esto causa inflamación y pérdida neuronal progresiva, en consecuencia el daño neurológico inicia y avanza durante la vida fetal.^{2,3,4} Por lo tanto, aunque al momento del diagnóstico pueda no existir ventriculomegalia, ésta puede aparecer durante el transcurso del embarazo. Lo mismo sucede con la movilidad de las extremidades inferiores porque la función motora puede perderse durante el transcurso del embarazo y, por consiguiente, nacer tanto con ausencia de movilidad de extremidades inferiores e hidrocefalia. Existe una variante de espina bífida abierta en la que no hay saco meníngeo, y las terminales nerviosas están expuestas directamente al líquido amniótico. Estos casos se denominan raquisquisis y suelen ser más difíciles de diagnosticar, y tener un peor pronóstico por su mayor riesgo de daño motor y progresión a hidrocefalia (**Figura 3**). En la espina bífida abierta, ya sea con o sin saco meníngeo, la identificación del nivel anatómico y, sobre todo, el nivel funcional del defecto son muy importantes para establecer el pronóstico y el riesgo de daño motor. En general, a mayor altura del defecto, peor es el pronóstico.

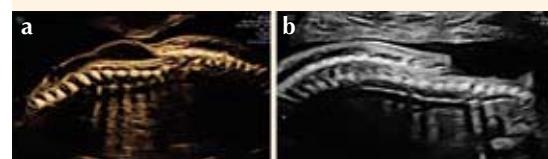


Figura 3. **a)** Corte sagital a la altura de la columna vertebral. Se observa el defecto dorsal que se extiende desde la región torácica hasta la región sacra. El cono medular se observa en la región lumbar, con el quiste que recubre el defecto (mielomeningocele). **b)** Corte sagital a la altura de la columna vertebral, se observa el defecto lumbosacral con exposición de la médula espinal sin membrana que lo cubre (raquisquisis).

Tratamiento

El tratamiento habitual consiste en el nacimiento por cesárea alrededor de las 38 a 39 semanas, con reparación quirúrgica del defecto posterior al nacimiento. En el 80% de los casos se coloca una válvula de derivación ventrículo peritoneal para tratar la hidrocefalia secundaria. Los casos tratados después del nacimiento suelen resultar con secuelas neurológicas a largo plazo: alteraciones cognitivas y motoras, epilepsia, incontinencia urinaria y fecal y paraplejia en casos graves.⁵ En atención a la naturaleza progresiva de la espina bífida abierta durante el embarazo, para los casos asociados con malformación de Chiari II (colapso de la cisterna magna) se desarrolló la corrección intrauterina mediante cirugía fetal, con la finalidad de disminuir el grado de exposición del tejido neural y la progresión del daño.

El primer intento de reparación intrauterina de espina bífida abierta lo reportaron Bruner y colaboradores.⁶ En su serie inicial de cuatro casos de reparación fetoscópica, los malos desenlaces provocaron que la técnica rápidamente fuera abandonada. En 2011, el estudio aleatorizado MOMS (*Management of Myelomeningocele Study*) comparó los desenlaces de la corrección prenatal por cirugía fetal abierta con la cirugía postnatal. Los desenlaces mostraron que la reparación prenatal se asocia con un mejor desarrollo neurológico cognitivo y motor, y menor incidencia de hidrocefalia; por lo tanto, menor necesidad de colocación de una válvula de derivación ventrículo peritoneal.⁷

En este estudio, la técnica quirúrgica utilizada fue la cirugía fetal abierta, que se lleva a cabo mediante laparotomía, histerotomía de 6 a 8 centímetros y fijación del amnios a los bordes de la histerotomía con grapas absorbibles de ácido poliglicólico (Covidien Auto Suture, Norwalk CT). Se expone el defecto y un neurocirujano hace la disección de la placoda neural, cierre

primario de la duramadre, aponeurosis y piel del feto (**Figura 3**).⁷ Esta técnica se asocia con complicaciones obstétricas: edema agudo pulmonar en la madre (5%), desprendimiento placentario (21%), oligohidramnios (23%), ruptura prematura de membranas (27%), nacimiento pretérmino, corioamnionitis (5%), muerte perinatal (5%) y dehiscencia o ruptura uterina (4-34%) incluso en embarazos subsecuentes.^{7,8,9} A partir de estos desenlaces, la técnica clásica de cirugía fetal abierta descrita en el estudio MOMS se considera el patrón de referencia para la atención clínica y se practica en diferentes centros del mundo.^{10,11} La máxima experiencia en esta técnica de cirugía fetal en Latinoamérica se publicó recientemente y reunió los desenlaces de 314 cirugías fetales (73 en Querétaro, México; 64 en Medellín, Colombia; 62 en Buenos Aires, Argentina; 48 en Rancagua, Chile; 32 en Santiago de Chile; 24 en Valparaíso, Chile; 10 en Lima, Perú).

Con la finalidad de disminuir los riesgos obstétricos y las complicaciones asociadas, la técnica original ha experimentado modificaciones por diversos grupos en el mundo.

El objetivo de esta revisión fue: describir y discutir los desenlaces con las diferentes técnicas de cirugía fetal encontradas en la bibliografía para corrección intrauterina de espina bífida abierta.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión sistemática en PubMed, Embase, Scope, Scielo y Google Scholar de estudios publicados de enero de 1990 a marzo del 2021. Las palabras clave (MeSH) utilizadas fueron: "espina bífida", "cirugía fetal", "mielomeningocele", "spina bifida", "fetal surgery" "myelomeningocele" y se seleccionaron todos los estudios que describían algún tipo de técnica de cirugía fetal para corrección intrauterina de espina bífida. Se excluyeron los dedicados a la reparación postnatal o al tratamiento médico,



así como los estudios de ciencias básicas y medicina traslacional. Se obtuvieron los textos completos de los artículos relevantes, se revisó que su contenido describiera las condiciones fetales, obstétricas y los desenlaces postnatales después de la reparación *in útero* de la espina bífida. Además, los estudios seleccionados se revisaron para identificar y eliminar duplicaciones de la población estudiada. Dos autores revisaron, por separado, los artículos seleccionados. Las publicaciones se identificaron por año de publicación, primer autor, autor principal, país donde se efectuó la reparación de espina bífida, periodo de estudio, tipo de estudio, tipo de técnica quirúrgica, y desenlaces perinatales.

RESULTADOS

La búsqueda arrojó 694 publicaciones, de las que 373 fueron relacionadas. Cinco artículos aducían procedimientos posnatales o defectos cerrados; los restantes 354 artículos fueron publicaciones originales (texto completo), de los que 15 eran estudios originales de técnicas quirúrgicas fetales, 3 metanálisis y 11 revisiones sistemáticas.

Se encontraron dos grandes tipos de cirugía fetal para corrección intrauterina de espina bífida: la técnica abierta mediante laparotomía materna e histerotomía con tres variantes: técnica clásica con histerotomía de 6 a 8 cm,¹²⁻¹⁶ minihisterotomía de 2.5 a 3.5 cm^{17,18} y la microneurocirugía con histerotomía 1.5 a 2.0 cm;¹⁹ y la técnica fetoscópica con dos variantes: exteriorización del útero por laparotomía^{20,21} y la fetoscopia por acceso percutáneo.²²⁻²⁶ Los desenlaces de cada una se describen en grupos, según el tipo de técnica aplicada.

Cirugía fetal abierta

La primera modificación a la técnica clásica de reparación intrauterina de espina bífida

mediante cirugía fetal abierta la describieron Moron y colaboradores en Brasil, quienes al no disponer de la grapadora para hemostasia uterina utilizaron pinzas de Allis en los bordes de la histerotomía y colocaron suturas para fijar la membrana amniótica con el miometrio. Con ello lograron disminuir el riesgo de separación corioamniótica, parto pretérmino y dehiscencia de la herida uterina.^{12,13} Posteriormente, el grupo chileno de Sepúlveda introdujo el uso de un retractor plástico de poliuretano (Alexis) en la histerotomía para reducir la manipulación de las membranas amnióticas durante la cirugía, con ello se amplió el campo quirúrgico y mejoró la hemostasia de la histerotomía.^{14,15} En Argentina, Etchegaray y coautores optaron por utilizar disección con energía monopolar para la apertura del miometrio, y ampliación de la histerotomía con disector bipolar.¹⁶ Los desenlaces de ambos grupos fueron similares a los publicados por el estudio MOMS.

En 2016, el grupo de Peralta en Brasil modificó la técnica original al disminuir el tamaño de la incisión uterina a una minihisterotomía de 2.5 a 3.5 cm y utilizar un retractor de Ankeney para contener los bordes de la histerotomía y, así, ampliar el campo quirúrgico. Sus desenlaces mostraron disminución en las tasas de oligohidramnios (0%), desprendimiento placentario (0%), ruptura prematura de membranas (27.8%), nacimiento por debajo de la semana 34 (30.6%), muerte perinatal (3.9%), y necesidad de colocación de una válvula ventrículo-peritoneal (13%).^{17,18} Recientemente, Cruz-Martínez y su equipo en México publicaron una nueva técnica quirúrgica denominada microneurocirugía, en la que se reduce el tamaño de la histerotomía a 1.5 cm y se fija la espalda del feto con dos suturas no absorbibles; con ello disminuye la manipulación, se mantiene un volumen uterino y de líquido amniótico normal durante todo el procedimiento quirúrgico (**Figura 4**).^{19,27} En comparación con la técnica clásica, la técnica de microneurocirugía

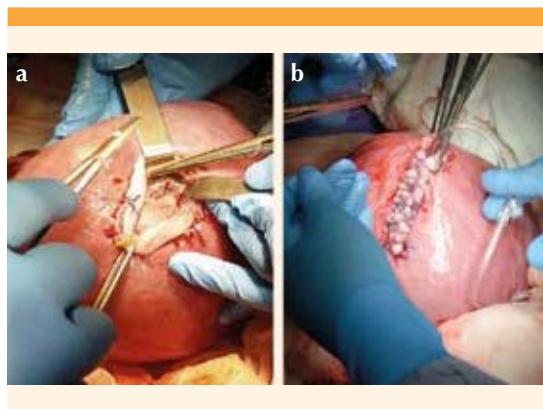


Figura 4. Técnica clásica de cirugía fetal abierta para la reparación intrauterina de espina bífida abierta. Por laparotomía y exteriorización uterina se hace una histerotomía de 6 a 8 cm para exposición del defecto del tubo neural y su reparación en planos (a), para posteriormente practicar la histerorrafia (b).

ha demostrado mejores desenlaces perinatales, con un porcentaje significativamente menor de ruptura prematura de membranas (19 vs 54%, p = 0.01), menor riesgo de prematurez de menos de 34 semanas (21.4 vs 61.5%, p = 0.01), oligohidramnios (0 vs 15.4%, p = 0.01) y muerte perinatal (4.8 vs 23.1%, p < 0.05).¹⁹ Por lo que se refiere a las ventajas para el feto, 58% tuvieron regresión de la malformación de Chiari II, 76% no resultaron con hidrocefalia y solo el 10% requirió la colocación de una válvula de derivación ventrículo peritoneal. No se reportaron casos de dehiscencia del sitio quirúrgico y solo el 8% de los recién nacidos tuvo fistula de líquido cerebroespinal que requirió cirugía postnatal.

Cirugía fetoscópica

Si bien varios centros en el mundo han incorporado programas clínicos de reparación intrauterina de espina bífida con cirugía abierta, algunos de ellos se han enfocado en el desarrollo e investigación de técnicas de reparación endoscópica fetal o fetoscopia, con la finalidad de disminuir

los riesgos para la madre, pero manteniendo las ventajas neurológicas para el feto con la técnica abierta. La reparación fetoscópica se lleva a cabo con anestesia general a la madre, extracción de líquido amniótico e insuflación del útero con dióxido de carbono (CO₂) para optimizar la visualización del feto.²⁰⁻²⁶ La cantidad de puertos de entrada, vía de acceso fetoscópico y cantidad de capas para el cierre quirúrgico es variable en cada grupo.

Los grupos de Peiró en España y Belfort en Estados Unidos desarrollaron una técnica híbrida de aplicación con anestesia general a la madre, con laparotomía para exteriorización del útero, e introducción de 2 a 3 puertos de entrada uterina para el cierre fetoscópico en 3 capas.^{20,21} En México, el grupo de Monterrey describió los desenlaces de sus primeras siete cirugías con esta técnica híbrida (**Figura 5**).²⁸ El tiempo quirúrgico promedio fue de 5 horas, el promedio de semanas de gestación al nacimiento fue de 35.4. Como complicaciones, no se reportaron casos de desprendimiento de placenta, edema agudo pulmonar o corioamnionitis. La frecuencia de ruptura prematura de membranas fue del 28.6%, 16.6% requirió reparación postnatal adicional del defecto, 50% requirieron colocación de VPP postnatal y 16.6% derivó en muerte perinatal. No se reportan las semanas de gestación al momento de la cirugía, ni los desenlaces de la reversión de la herniación cerebral, el porcentaje de ventriculomegalia ni la valoración neurológica postnatal. Con la finalidad de disminuir la morbilidad materna asociada con la laparotomía, los grupos de Kohl en Alemania y Lapa en Brasil utilizan una técnica por fetoscopia mediante 3 a 4 puertos de acceso uterino percutáneos, con colocación de parche en el defecto.^{22-26,29} Los desenlaces para la deambulación sin ortesis, necesidad de VPP o tercera ventriculostomía y cateterismo vesical en fetos operados con esta técnica son similares a lo reportado por el estudio MOMP original, en ensayos no controlados.^{30,31}



Figura 5. Técnica de microneurocirugía fetal abierta para reparación intrauterina de espina bífida abierta. Mediante laparotomía y exteriorización uterina se practica una histerotomía de 1.5 a 2 cm para exposición del defecto del tubo neural. La fijación de la espalda del feto se hace con dos suturas. Se introduce una cánula 5F para mantener el volumen uterino y del líquido amniótico normal. La mieloplastia se practica en planos, para posteriormente continuar con la histerorrafia.

La máxima experiencia en reparación fetoscópica de espina bífida se publicó recientemente e incluyó 300 casos de 11 países de los que fueron exitosos técnicamente 285 casos de reparación mediante fetoscopia percutánea o exteriorización del útero por laparotomía.³² En

comparación con la técnica clásica de cirugía fetal abierta, las técnicas fetoscópicas mostraron menor riesgo de dehiscencia de histerorrafia (0 vs 34%, $p < 0.01$) y menor incidencia de nacimiento por cesárea (68.6 vs 100%, $p < 0.01$), aunque mayor riesgo de complicaciones: oligohidramnios (19.9 vs 6.3%, $p < 0.01$), rotura prematura de membranas (54.6 vs 32%, $p < 0.01$), separación corioamniótica (37.9 vs 22.9%, $p = 0.01$), desprendimiento de placenta (9.0 vs 2.0%, $p = 0.02$) y mayor necesidad de reintervención quirúrgica espinal posnatal (20.1 vs 3.6%, $p < 0.01$). En esta casuística, los riesgos de prematuridad (71.8 vs 72.9%, $p = 0.89$) y muerte perinatal (3.2 vs 2.6%, $p = 1.0$) fueron similares a la técnica clásica abierta, aunque las intervenciones se programaron a más semanas de gestación (25.9 vs 23.3, $p < 0.01$). Hasta el momento no existe algún estudio publicado que compare las técnicas fetoscópicas con las técnicas abiertas de mínima invasión, como la minihisterotomía y la microneurocirugía.

Criterios de selección para cirugía fetal

La mayor parte de los centros seleccionan los casos de acuerdo con los criterios de inclusión que se utilizaron en el estudio MOMS, que incluyen: embarazo único con mielomeningocele o raquisquisis entre las vértebras T1 y S1, con evidencia de herniación del rombencéfalo, con 19 a 26 semanas de gestación, cariotipo normal y edad de la madre mayor de 18 años. *Criterios de exclusión:* anomalía estructural no relacionada con el defecto, embarazo múltiple, comorbilidades de la madre (diabetes tipo 1 o hipertensión crónica), xifosis fetal severa (más de 30°), riesgo de parto pretérmino (incluido el cuello corto menor de 20 mm, parto pretérmino previo o tener un cerclaje), placenta previa, desprendimiento de placenta, índice de masa corporal mayor de 35 kg/m², antecedente de histerotomía, isoimmunización materna, infecciones maternas (VIH, hepatitis B o C), anomalías mullerianas o



Figura 6. Técnica fetoscópica con exteriorización uterina para reparación intrauterina de espina bífida. Con anestesia general se lleva a cabo la laparotomía materna, exteriorización uterina y acceso a la cavidad amniótica por 3 puertos e insuflación con CO₂. La mieloplastia se realiza por vía fetoscópica en varios planos y se coloca un parche de duramadre antes del cierre cutáneo fetal (imagen por cortesía del Dr. Gabriel Villagómez, Medicina Perinatal Alta Especialidad, en Monterrey, Nuevo León, México).

miomatosis, factores psicosociales (pacientes sin apoyo familiar, inhabilidad para cumplir citas).⁷

Por lo anterior, para confirmar que una embarazada es apta para esta intervención debe hacerse una valoración multidisciplinaria que incluya el estudio del cariotipo fetal, neurosonografía fetal avanzada, resonancia magnética fetal, ecocardiografía fetal, ecografía transvaginal para la

valoración del cuello uterino y una evaluación psicológica de la madre.

Algunos de los criterios de selección de pacientes son, por ejemplo, menos de 26 semanas de embarazo, antecedente de cesárea previa y el índice de masa corporal. Algunos centros han eliminado de sus criterios de exclusión a pacientes con obesidad, cesárea previa e, incluso, cirugía fetal abierta, y extendido las semanas de gestación a 28 para la microneurocirugía y 31.6 semanas para la reparación fetoscópica percutánea.¹⁵⁻¹⁹

Técnica anestésica

Por lo que se refiere a la técnica anestésica en la reparación intrauterina de espina bífida abierta, con la finalidad de asegurar la analgesia postquirúrgica, evitar el estrés en la madre y las complicaciones pulmonares debe administrarse, de forma inicial, un bloqueo neuroaxial con un catéter peridural conectado a una bomba elastomérica que proporcione 2 mililitros por hora de ropivacaína al 0.2% o bupivacaína al 0.125%. Posteriormente, se procede a la administración de anestesia general balanceada, preoxigenando a la paciente con una fracción inspiratoria de oxígeno al 100%, e inducción intravenosa con 3 a 5 µg/kg de fentanil, 0.1-0.2 mg/kg de vecuronio o 0.6 mg/kg de rocuronio como relajante muscular y 2 mg/kg de propofol como hipnótico. La vía aérea se asegura con una cánula endotracheal y se inicia la ventilación mecánica con un mantenimiento de sevofluorano inhalado para mantener la relajación uterina durante la cirugía y, en caso necesario, se optimiza con bolos de nitroglicerina.^{16,17,19}

De manera similar, en las técnicas fetoscópicas (con y sin exteriorización del útero por laparotomía materna) la anestesia a la madre es general balanceada, con propofol, remifentanil, rocuronio y sevofluorano.^{18,25} La anestesia al



feto es con 5 a 10 µg/kg de fentanilo, 20 µg/kg de atropina y 0.3 mg/kg de vecuronio por vía intramuscular.^{21,26}

Monitorización tranquirúrgica

Debido a que todas las técnicas han demostrado un riesgo potencial de muerte intraoperatoria, algunos grupos se han enfocado en la vigilancia transquirúrgica con Doppler fetal y han conseguido, incluso, 72.3% de cambios hemodinámicos severos con flujo diastólico ausente-reverso en la arteria umbilical durante la cirugía fetal abierta con técnica clásica³³ y hasta un 75% de flujo diastólico ausente o reverso en la arteria umbilical en la técnica fetoscópica.³⁴ La técnica de microneurocirugía fetal abierta no se asoció con casos con flujo diastólico ausente o reverso en la arteria umbilical ni en el ductus venoso, solo mostró aumento en las resistencias del ductus venoso en un 22% y del índice de pulsatilidad en la arteria umbilical en un 11% y vasodilatación cerebral en 65%.²⁷ En todos los estudios, estos cambios hemodinámicos suelen revertir después del procedimiento quirúrgico.

CONCLUSIONES

La espina bífida abierta es un defecto del tubo neural que es posible diagnosticar durante el periodo prenatal de forma indirecta mediante la evaluación de la morfología del cráneo y cerebelo, y directamente a través de la exploración sistemática de la columna vertebral por ecografía 2-D. Los casos con colapso de la cisterna magna son de mal pronóstico y se asocian con un alto riesgo de progresión a hidrocefalia con la necesidad subsecuente de colocación de una válvula de derivación ventrículo peritoneal, daño neurológico cognitivo³⁵. Para los casos aislados, la cirugía fetal podría mejorar el pronóstico al disminuir el riesgo de progresión a hidrocefalia y disminuir

el riesgo de requerir válvula de derivación ventrículo peritoneal. Existen varias técnicas de cirugía fetal para corrección intrauterina de espina bífida abierta. Hasta este momento, la única técnica que ha demostrado beneficio en un estudio aleatorizado (MOMS) es la cirugía fetal abierta. Sin embargo, debido a los riesgos y complicaciones asociadas a esta cirugía, las técnicas quirúrgicas han evolucionado hacia procedimientos de mínima invasión uterina.

La mayor parte de los diseños de este tipo de técnicas quirúrgicas se desarrollaron, inicialmente, en Estados Unidos, Alemania, España y Brasil. En comparación con la aplicación actual de la técnica clásica de cirugía fetal abierta, las técnicas de cirugía fetoscópica han demostrado mayores tiempos quirúrgicos y riesgos de algunas complicaciones: desprendimiento de placenta, separación corioamniótica, oligohidramnios. Además, mayor necesidad de reintervención quirúrgica posnatal del defecto espinal, aunque menor riesgo de dehiscencia de histerotomía y menor incidencia de nacimientos por cesárea. Hace poco, el grupo de México desarrolló una nueva técnica denominada microneurocirugía que en un estudio no controlado demostró menos complicaciones (ruptura prematura de membranas, prematurez, oligohidramnios y muerte perinatal) que la técnica clásica del estudio MOMS. Todas las técnicas de cirugía fetal para reparación intrauterina de espina bífida, descritas en la bibliografía, requieren de anestesia general a la madre y, por lo tanto, implican un riesgo de morbilidad para ella y deben llevarse a cabo en centros que cuenten con especialistas con experiencia suficiente para disminuir al mínimo los riesgos para la madre y ofrecer buenos desenlaces para el hijo. El desarrollo de una mejor técnica de mínima invasión que demuestre menores riesgos y complicaciones maternas y fetales, que conserve las ventajas neurológicas de la reparación prenatal está dentro de los planes actuales de varios grupos de investigación.

Agradecimientos

A la Fundación Medicina Fetal México por apoyar el programa de Cirugía Fetal para reparación intrauterina de espina bífida en Querétaro, México.

REFERENCIAS

1. Mancebo-Hernández A, González-Rivera A, Díaz-Omaña L, et al. Manual de Procedimientos para la Vigilancia Epidemiológica de los Defectos del Tubo Neural y Craneofaciales México. SSA / CENAVECE2019.
2. Al-Shanafey SN, Fontecha CG, Canyadell MA, et al. Reduction in neural injury with earlier delivery in a mouse model of congenital myelomeningocele: laboratory investigation. *J Neurosurg Pediatr* 2013; 12: 390-4. <https://doi.org/10.3171/2013.7.PEDS1351>
3. Oria M, Figueira RL, Scorletti F, et al. CD200-CD200R imbalance correlates with microglia and pro-inflammatory activation in rat spinal cords exposed to amniotic fluid in retinoic acid-induced spina bifida. *Sci Rep* 2018; 8: 10638. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28829-5>
4. Heffez DS, Aryanpur J, Hutchins GM, Freeman JM. The paralysis associated with myelomeningocele: clinical and experimental data implicating a preventable spinal cord injury. *Neurosurgery* 1990; 26: 987-92. <https://doi.org/10.1227/00006123-199006000-00011>
5. Oakeshott P, Hunt GM, Poulton A, Reid F. Expectation of life and unexpected death in open spina bifida: a 40-year complete, non-selective, longitudinal cohort study. *Dev Med Child Neurol* 2010; 52: 749-53. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2009.03543.x>
6. Bruner JP, Tulipan NE, Richards WO. Endoscopic coverage of fetal open myelomeningocele in utero. *Am J Obstet Gynecol* 1997; 176: 256-7. [https://doi.org/10.1016/S0002-9378\(97\)80050-6](https://doi.org/10.1016/S0002-9378(97)80050-6)
7. Adzick NS, Thom EA, Spong CY, Brock JW, et al. A randomized trial of prenatal versus postnatal repair of myelomeningocele. *N Engl J Med* 2011; 364: 993-1004. doi:10.1056/NEJMoa1014379
8. Johnson MP, Bennett KA, Rand L, Burrows PK. The management of myelomeningocele Study: obstetrical outcomes and risk factors for obstetrical complications following prenatal surgery. *Am J Obstet Gynecol* 2016; 215: 778 e1-e9. doi:10.1016/j.ajog.2016.07.052
9. Soni S, Moldenhauer JS, Spinner SS, Rendón N, et al. Chorioamniotic membrane separation and preterm premature rupture of membranes complicating in utero myelomeningocele repair. *Am J Obstet Gynecol* 2016; 214: 647 e1-e7. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2015.12.003>
10. Sacco A, Simpson L, Deprest J, et al. A study to assess global availability of fetal surgery for myelomeningocele. *Prenat Diagn* 2018; 38: 1020-7. <https://doi.org/10.1002/pd.5383>
11. Sepulveda W, Cruz-Martinez R, Etchegaray A, et al. Open intrauterine repair of spina bifida aperta: Historical aspects, current availability, and clinical outcomes from the Latin American Spina Bifida Consortium. *Prenat Diagn* 2021. doi: 10.1002/pd.5994
12. Peranteau WH, Adzick NS. Prenatal surgery for myelomeningocele. *Curr Opin Obstet Gynecol* 2016; 28: 111-8. doi:1097/GCO.0000000000000253
13. Moron A, Barbosa M, Milani H, et al. Short-term surgical and clinical outcomes with a novel method for open fetal surgery of myelomeningocele. *Am J Obstet Gynecol* 2015; 212 (1): S374. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2014.10.977>
14. Corral E, Sepulveda W, Ravera F, et al. Use of plastic wound retractor at hysterotomy site in prenatal repair of myelomeningocele: a new technique. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2020;33:3010-5. doi:10.1080/14767058.2019.1566902
15. Sepulveda W, Corral E, Alcalde JL, et al. Prenatal Repair of Spina Bifida: A 2-Center Experience with Open Intrauterine Neurosurgery in Chile. *Fetal Diagn Ther* 2020;47:873-81. doi:10.1159/000509242
16. Etchegaray A, Palma F, De Rosa R, Russo RD, et al. Fetal surgery for myelomeningocele: Obstetric evolution and short-term perinatal outcomes of a cohort of 21 cases. *Surg Neurol Int* 2018;9:S73-S84. doi:10.4103/sni.sni_236_18
17. Botelho RD, Imada V, Rodrigues da Costa KJ, et al. Fetal Myelomeningocele Repair through a Mini-Hysterotomy. *Fetal Diagn Ther* 2017;42:28-34. doi:10.1159/000449382
18. Peralta CFA, Botelho RD, Romano ER, et al. Fetal open spinal dysraphism repair through a mini-hysterotomy: Influence of gestational age at surgery on the perinatal outcomes and postnatal shunt rates. *Prenat Diagn* 2020;40:689-97. doi:10.1002/pd.5675
19. Cruz-Martinez R, Chavelas-Ochoa F, Martinez-Rodriguez M, Aguilar-Vidales K, et al. Open Fetal Microneurosurgery for Intrauterine Spina Bifida Repair. *Fetal Diagn Ther* 2021; 1-11. doi:10.1159/000513311
20. Belfort MA, Whitehead WE, Shamshirsaz AA, et al. Fetoscopic Open Neural Tube Defect Repair: Development and Refinement of a Two-Port, Carbon Dioxide Insufflation Technique. *Obstet Gynecol* 2017; 129: 734-43. doi:10.1097/AOG.0000000000001941
21. Belfort MA, Whitehead WE, Shamshirsaz AA, et al. Comparison of two fetoscopic open neural tube defect repair techniques: single- vs three-layer closure. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020; 56: 532-40. doi:10.1002/uog.21915
22. Kohl T, Tchatcheva K, Merz W, et al. Percutaneous fetoscopic patch closure of human spina bifida aperta: advances in fetal surgical techniques may obviate the need for early postnatal neurosurgical intervention. *Surg Endosc* 2009; 23: 890-5. doi:10.1007/s00464-008-0153-0
23. Kohl T, Hering R, Heep A, et al. Percutaneous fetoscopic patch coverage of spina bifida aperta in the human--early clinical experience and potential. *Fetal Diagn Ther* 2006; 21:185-93. doi:10.1159/000089301



24. Kohl T. Percutaneous minimally invasive fetoscopic surgery for spina bifida aperta. Part I: surgical technique and perioperative outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2014; 44: 515-24. doi:1.1002/uog.13430
25. Pedreira DA, Zanon N, de Sa RA, et al. Fetoscopic single-layer repair of open spina bifida using a cellulose patch: preliminary clinical experience. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2014; 27: 1613-9.1 doi:0.3109/14767058.2013.871701
26. Lapa Pedreira DA, Acacio GL, Goncalves RT, et al. Percutaneous fetoscopic closure of large open spina bifida using a bilaminar skin substitute. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2018; 52: 458-66. doi:10.1002/uog.19001
27. Cruz-Martinez R, Gamez-Varela A, Cruz-Lemini M, et al. Doppler changes in the umbilical artery, middle cerebral artery, cerebroplacental ratio and ductus venosus during open fetal microneurosurgery for intrauterine myelomeningocele repair. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020. doi:10.1002/uog.22177
28. Sepúlveda-González G, Villagómez-Martínez GE, Escamilla ID, Hernández-Castro F, et al. Cirugía fetoscópica en mielomeningocele. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia* 2018; 64 (4). <http://dx.doi.org/10.31403/rpg.v64i2131>
29. Pedreira DA, Zanon N, Nishikuni K, et al. Endoscopic surgery for the antenatal treatment of myelomeningocele: the CECAM trial. *Am J Obstet Gynecol* 2016; 214: 111 e1- e11. doi:10.1016/j.ajog.2015.09.065
30. Lapa DA, Chmait RH, Gielchinsky Y, et al. Percutaneous fetoscopic spina bifida repair: effect on need for postnatal cerebrospinal fluid diversion, ambulation and bladder catheterization. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2021. doi:10.1002/uog.23658
31. Diehl D, Belke F, Kohl T, et al. Fully percutaneous fetoscopic repair of myelomeningocele: 30-month follow-up data. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2021;57:113-8.10.1002/uog.22116
32. Sanz Cortes M, Chmait RH, Lapa DA, et al. Experience of 300 cases of prenatal fetoscopic open spina bifida repair: Report of the International Fetoscopic Neural Tube Defect Repair Consortium. *Am J Obstet Gynecol* 2021. doi:10.1016/j.ajog.2021.05.044
33. Sinskey JL, Rollins MD, Whitlock E, Moon-Grady JM, et al. Incidence and Management of Umbilical Artery Flow Abnormalities during Open Fetal Surgery. *Fetal Diagn Ther* 2018;43:274-83. doi:10.1159/000477963
34. Kassir E, Belfort MA, Shamshirsaz AA, Sanz-Cortes WE, et al. Doppler changes in umbilical artery and ductus venosus during fetoscopic prenatal surgical repair of myelomeningocele. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2019; 53: 335-9. <https://doi.org/10.1002/uog.20174>
35. Beuls E, Vanormeltingen L, Van Aalst J, Adriaensen P, et al. The Arnold-Chiari type II malformation at midgestation. *Pediatr Neurosurg* 2003;39:149-58. doi:10.1159/000071653

CITACIÓN ACTUAL

De acuerdo con las principales bases de datos y repositorios internacionales, la nueva forma de citación para publicaciones periódicas, digitales (revistas en línea), libros o cualquier tipo de referencia que incluya número doi (por sus siglas en inglés: Digital Object Identifier) será de la siguiente forma:

REFERENCIAS

1. Yang M, Gou, ZW, Deng CJ, Liang X, et al.* A comparative study of three different forecasting methods for trial of labor after cesarean section. *J Obstet Gynaecol Res.* 2017;25(11):239-42. <https://doi.org/10.1016/j.jgyobfe.2015.04..0015>.**
- * Cuando la referencia contiene hasta tres autores, éstos se colocarán de forma completa. En caso de 5 autores o más, solo se colocan cuatro, seguidos de la palabra en latín “et al”.
- ** El registro Doi deberá colocarse con el link completo (como se indica en el ejemplo).