



<https://doi.org/10.24245/gom.v93i12.307>

Comparación de las complicaciones en la madre y en el feto entre cirugía abierta y fetoscópica en el tratamiento prenatal del mielomeningocele

Comparison of maternal and fetal complications between open surgery and via fetoscopy in the treatment of myelomeningocele.

Jesús Catalán Pérez,¹ Alicia Martínez Varea^{1,2}

Resumen

ANTECEDENTES: El mielomeningocele y su intervención pueden dar lugar a diversas complicaciones en la madre y en el feto.

OBJETIVO: Comparar las complicaciones en la madre y en el feto entre la cirugía prenatal abierta y la fetoscopia, en fetos con diagnóstico de mielomeningocele. Además, evaluar el desenlace neurológico y funcional del neonato en las condiciones descritas.

MÉTODO: Revisión sistemática efectuada con el uso de tesauros DeCS y MeSH para la búsqueda en las bases de datos de PubMed, Web of Science y Cochrane. Los criterios de selección de artículos siguieron la pregunta PICO, con criterios de inclusión y exclusión, el diagrama PRISMA, la lista de verificación jbi.global y los niveles de evidencia (Oxford).

RESULTADOS: Se incluyeron siete estudios de cohortes retrospectivas que, de manera global, revelaron menores complicaciones para la madre y el feto con la vía fetoscópica. A excepción de la duración de la cirugía y la incidencia de retinopatía, que apuntaba a favor de la cirugía abierta, no se encontraron diferencias en el desarrollo neurológico del neonato.

CONCLUSIONES: La fetoscopia se asocia con menos complicaciones para la madre y para el feto, en comparación con la cirugía abierta. Sin embargo, estas intervenciones no parecen mostrar diferencias en el neurodesarrollo del neonato.

PALABRAS CLAVE: Mielomeningocele; cirugía abierta; fetoscopia; complicaciones; desenlaces neurológicos; resultados funcionales; desenlaces obstétricos; retinopatía.

Abstract

BACKGROUND: Myelomeningocele and its treatment can lead to various complications for the mother and foetus.

OBJECTIVE: To compare the incidence of complications in mothers and fetuses undergoing open prenatal surgery or fetoscopy for a myelomeningocele diagnosis. Additionally, we aimed to evaluate the neurological and functional outcomes of newborns under the aforementioned conditions.

METHOD: A systematic review was conducted using the DeCS and MeSH thesauri to search the PubMed, Web of Science and Cochrane databases. The PICO question was

¹ Médico residente, Departamento de Medicina, Universidad CEU Cardenal Herrera, Castellón de la Plana, España.

² Ginecoobstetra, Departamento de Obstetricia y Ginecología, Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia, España.

ORCID

<https://orcid.org/0000-0002-7600-4281>

Recibido: junio 2025

Aceptado: agosto 2025

Correspondencia

Alicia Martínez Varea
martinez.alicia.v@gmail.com

Este artículo debe citarse como:

Catalán-Pérez J, Martínez-Varea A. Comparación de las complicaciones en la madre y en el feto entre cirugía abierta y fetoscópica en el tratamiento prenatal del mielomeningocele: una revisión sistemática. Ginecol Obstet Mex 2025; (12): 566-583.



used to determine the inclusion and exclusion criteria, and the PRISMA diagram and JBI checklist were used for article selection. Evidence levels (Oxford) were also considered.

RESULTS: Seven retrospective cohort studies were included, which overall revealed fewer complications for the mother and foetus with the fetoscopic approach. With the exception of surgery duration and retinopathy incidence, which favoured open surgery, no differences were found in newborn neurological development.

CONCLUSIONS: Fetoscopy is associated with fewer complications for the mother and foetus than open surgery. However, these interventions do not appear to affect the neurodevelopment of the newborn.

KEYWORDS: Myelomeningocele; Open surgery; Fetoscopy; Complications; Neurological outcomes; Functional outcomes; Obstetric outcomes; Retinopathy.

ANTECEDENTES

La espina bífida es una anomalía congénita que sucede cuando la columna vertebral y la médula espinal no se forman adecuadamente durante el desarrollo embrionario.¹ Es un defecto del tubo neural, que es la estructura embrionaria que da origen a la formación del cerebro, la médula espinal y los tejidos que los rodean.² Lo normal es que el tubo neural inicie su formación al comienzo del embarazo y termine cerrándose antes de la sexta semana posterior a la concepción. En los neonatos con espina bífida, una parte del tubo neural no se cierra del todo y ello origina un efecto perjudicial en la médula espinal y los huesos de la columna vertebral.² Esta afectación puede variar desde formas leves hasta casos que se acompañan de discapacidades agudas, según el tamaño y la ubicación de la apertura, y de si están afectadas la médula espinal y los nervios. En algunos casos es necesaria una cirugía temprana, aunque no siempre se consigue restaurar por completo las funciones perdidas.³

Existen tres tipos de espina bífida: 1) espina bífida oculta, en la que no suele haber una

afectación funcional; 2) meningocele, cuando solo están desplazadas las meninges y 3) el mielomeningocele, que afecta las meninges y la médula espinal y es la variante más grave.³ El mielomeningocele es un defecto de nacimiento que da lugar a una protrusión de la meninge y de la médula espinal por completo. Esta enfermedad afecta, aproximadamente, a 1 de cada 3000 nacidos. Su diagnóstico temprano y el tratamiento adecuado son fundamentales para disminuir las complicaciones en la madre y en el feto, además de mejorar los desenlaces clínicos.¹

El ácido fólico, tomado en el periodo alrededor de la concepción, ha demostrado ser una medida adecuada de prevención de este tipo de afecciones pues disminuye en 50% la incidencia del defecto. Por ello se recomienda que todas las mujeres que planifican quedar embarazadas inicien su toma, convenientemente antes de la concepción.³ Esta estrategia ha cobrado diferentes formas, desde que en 1991 se demostró que la fortificación de alimentos con ácido fólico favorece la disminución de la prevalencia del defecto del tubo neural en un 72%.⁴

La prevalencia disminuye conforme avanza la gestación porque es una causa frecuente de muerte intrauterina, sobre todo cuando se asocia con diferentes síndromes. Las más de las veces, la espina bífida aparece de forma aislada, aunque también puede hacerlo como parte de síndromes, como la malformación de Arnold-Chiari II o la hipoplasia del cuerpo calloso.⁵ Esta enfermedad tiene un factor étnico importante, y su tasa de incidencia más alta se da en las poblaciones de China, Irlanda, Gran Bretaña, Pakistán, India y Egipto. Se registra una mayor incidencia en mujeres. Además, existe una recurrencia del 2 al 3% en embarazos posteriores, lo que supone 20 veces más probabilidades de que vuelva a suceder en comparación con la población general.⁶

El diagnóstico prenatal se establece, principalmente, en la ecografía fetal, que ha ido reemplazando, en gran medida, el cribado de la alfa-feto proteína sérica materna. Esto queda reflejado en algunos estudios; un ejemplo de ello es el de la *European Surveillance of Congenital Anomalies* (EUROCAT) entre los años 2012 y 2017, el que ha demostrado que la ecografía tiene una sensibilidad para el diagnóstico prenatal cercana al 90%.⁵ En cambio, las pruebas de ADN fetal libre no son útiles para la detección del defecto del tubo neural.³

Casi todos los diagnósticos se establecen en el segundo trimestre de la gestación. Por lo general, se usan los signos directos de espina bífida abierta que incluyen la visualización del defecto óseo y de la protrusión del saco, que puede ser meningocele o mielomeningocele. La visualización de estos signos depende de la posición del feto durante la ecografía; se pierde claridad si la espalda se ubica contra la sonda o la placenta. Por ello, existen otros signos indirectos, como el "signo del limón", la disminución del diámetro biparietal y su relación con el diámetro abdominal transversal, o la visualización del sistema ventricular con un aspecto "deshidratado".⁵ A

pesar de esto, si los resultados de la ecografía siguen siendo inciertos puede recurrirse a la resonancia magnética.⁶

El mielomeningocele se relaciona con diversas complicaciones que se reflejan en morbilidad y mortalidad del paciente, en parte influidas por su localización y tamaño. Algunas de ellas son déficits motores y sensitivos graves, que pueden implicar un deterioro progresivo de la función motora, alteraciones en la función urinaria y dolor. También, condiciona un aumento de la prevalencia de convulsiones, que se registran en 10 al 15% de los pacientes. Además de dificultades para el aprendizaje, defectos en la actividad intestinal por falta de motilidad, en los esfínteres relacionados con la incontinencia fecal, úlceras por presión y múltiples defectos ortopédicos.⁷ Esta población tiene un mayor riesgo de padecer enfermedades neurocognitivas.⁸

Con base en lo mencionado queda clara la gran afectación y repercusión en la calidad de vida de quienes sufren mielomeningocele. De ahí que el tratamiento quirúrgico de éste se haya convertido en el principal reto científico de esta afectación.⁷ Lo convencional ha sido la reparación posnatal pero en los últimos años se ha priorizado la intervención prenatal.^{7,9} La reparación posnatal solía iniciarse en las primeras 72 horas siguientes al nacimiento, con el propósito de disminuir los riesgos que pudiera ocasionar.⁷ Si bien este procedimiento puede conducir a una sobreexpresión de la clínica y disminución de la eficacia del tratamiento,¹⁰ al poder aumentar el avance de la enfermedad o la posibilidad de aparición de otras complicaciones, como el deterioro de la derivación ventrículo-peritoneal, la médula anclada o una compresión progresiva por el síndrome de Chiari II o la hidromelia.⁷

Los progresivos avances científicos y técnicos han permitido el tratamiento prenatal, con notables mejorías.¹⁰ Esto comenzó a ganar rele-



vancia a partir de la publicación del estudio del tratamiento de pacientes con mielomeningocele (2011) que tuvo el objetivo de comparar la cirugía posnatal con la prenatal, y que tempranamente se detuvo debido a la eficacia demostrada por la cirugía fetal.⁹ La reparación prenatal consiste en la intervención quirúrgica intraútero durante el periodo gestacional, normalmente se practica en el tercer trimestre. Esta reparación puede llevarse a cabo mediante cirugía abierta, o por fetoscopia. Ambos requieren una preparación previa para la madre con corticosteroides, tocolíticos y antibióticos profilácticos.

La cirugía abierta supone, en comparación con la intervención tradicional, menos complicaciones al tratar antes la enfermedad. La técnica es muy semejante a la utilizada en el tratamiento posnatal, y los cirujanos reúnen mayor práctica.¹¹ Por lo tanto, en la actualidad es una intervención prenatal estándar.¹⁰

Se está potenciando una técnica menos invasiva: la fetoscopia, que está ganando relevancia por diversos factores: es mínimamente invasiva, más cómoda para las pacientes, con menor tiempo de recuperación y menos complicaciones. Otra ventaja es que puede practicarse con anestesia general, lo que implica recurrir menos a los tocolíticos. La principal desventaja es su complejidad y, hasta ahora, la limitada experiencia de los cirujanos.^{10,11,12}

En conclusión, esta revisión sistemática tiene como objetivo exponer ambas técnicas aplicadas en la reparación prenatal para comparar las complicaciones y ventajas para la madre y el feto. Ello permitirá a los cirujanos elegir una técnica con base en la evidencia existente, entre cirugía abierta y vía fetoscópica ante el diagnóstico de mielomeningocele y evaluar el desenlace neurológico y funcional del neonato.¹³

METODOLOGÍA

Pregunta pico estructurada

La idea de la revisión sistemática nació de la necesidad de profundizar en las complicaciones que pueden sobrevenir en el feto y en la madre, secundarias a la elección de cirugía abierta o por fetoscopia. Desde luego que se trata de un tema aún sin esclarecer de una enfermedad con gran afectación en la calidad de vida de la persona y en un grupo poblacional particularmente vulnerable.

La pregunta clínica que promueve esta revisión sistemática es: considerando las complicaciones de ambas técnicas como evento a evaluar ¿cuál es la diferencia, en fetos con diagnóstico de mielomeningocele, entre la reparación fetal mediante técnicas quirúrgicas por cirugía abierta o mediante fetoscopia?

Se estableció la pregunta PICO¹⁴ ilustrada en el **Cuadro 1**. Respecto de los resultados se pretendió dilucidar todas las complicaciones posibles maternas y fetales de la reparación del mielomeningocele mediante cirugía abierta y vía fetoscópica. Se analizó el tiempo entre cirugía y parto, semanas de gestación al parto, potenciales complicaciones gestacionales, vía del nacimiento, duración de la cirugía, ventriculomegalia al nacimiento, y el síndrome de insuficiencia respiratoria al nacimiento, entre otros. Además, se explica el desenlace neurológico y funcional del neonato según la vía de reparación del mielomeningocele. Se consideró la función motora, reversión de la hernia del romboencéfalo, o la dehiscencia en el lugar de la reparación, entre otros. También se establecieron los criterios de inclusión y exclusión para los artículos analizados, expuestos en el siguiente apartado.

Cuadro 1. Componentes de la pregunta PICO

P (Paciente)	I (Intervención)	C (Comparación)	O (Resultados)
Fetos con diagnóstico de mielomeningocele.	Reparación fetal del mielomeningocele mediante dos técnicas quirúrgicas intrauterinas.	Vía fetoscópica o cirugía abierta.	Comparar las complicaciones en madres y fetos según el tipo de técnica, y el desenlace funcional y neurológico del neonato.

La selección de las publicaciones científicas se hizo con base a los siguientes criterios de inclusión y de exclusión:

- *Criterios de inclusión:* estudios publicados en los últimos 11 años, desde el 16 de febrero del 2014 al 16 de febrero de 2025; estudios que analicen o comparen las técnicas de reparación fetal: cirugía abierta vs fetoscópica, para el tratamiento del mielomeningocele prenatal, y describan los desenlaces gestacionales y perinatales. Estudios efectuados en humanos.
- *Criterios de exclusión:* casos clínicos, series de casos con un tamaño de muestra menor a 10 casos, revisiones, revisiones sistemáticas o metanálisis. Estudios publicados en idiomas diferentes al inglés o español.

Ecuación de búsqueda

Revisión sistemática mediante un proceso de búsqueda y selección de artículos según la guía de revisiones sistemáticas PRISMA¹⁵ para comparar, según las complicaciones para la madre y el feto, la cirugía abierta y la vía fetoscópica en fetos con diagnóstico de mielomeningocele.

Se elaboró una secuencia de búsqueda en distintas bases de datos: PubMed, Web of Science y Cochrane. La última vez que se consultaron fue el 16 de febrero del 2025. Las palabras clave seleccionadas para la búsqueda bibliográfica fueron: cirugía abierta, fetoscopia, mielome-

ningocele, complicaciones en el embarazo, resultados perinatales y desenlaces obstétricos. Con base en esas palabras se utilizaron los tesauros según los Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y los *Medical Subject Headings* (MeSH) para emprender una búsqueda precisa y evitar ambigüedades, tal y como queda reflejado en el **Cuadro 2**.

Los términos utilizados fueron: “*open surgery*”, “*fetoscopy*” y sus variaciones, “*meningomyelocele*” y las variaciones reflejadas en el **Cuadro 2**, “*pregnancy complications*” y su sinónimo “*adverse child outcomes*”, “*obstetric outcomes*” y “*perinatal outcomes*”. Además, se recurrió a los operadores booleanos *AND* y *OR*. La sintaxis utilizada se adecuó a las diferentes bases de datos, aunque en todas se utilizó el límite temporal para la fecha de publicación, en los últimos 11 años. Las búsquedas fueron las siguientes:

- PubMed: (Open Surgery AND ("Fetoscopy"[Mesh] OR Fetoscop*) AND ("Meningomyelocele"[Mesh] OR Meningomyelocele OR Myelomeningocele)) AND ("Pregnancy Complications"[Mesh]) OR (Adverse Child Outcomes OR Obstetric* Outcomes OR Perinatal Outcomes)).
- Web Of Science: (Open Surgery AND ("Fetoscopy" OR Fetoscop*) AND ("Meningomyelocele" OR Meningomyelocele OR Myelomeningocele)) AND ("Pregnancy Complications") OR (Adverse Child Outcomes OR Obstetric* Outcomes OR Perinatal Outcomes)).

**Cuadro 2.** Palabras claves, su transformación en tesauros según el DeSH y MeSH y sus sinónimos

Palabra clave	Descriptor (DeCS/MeSH)	Sinónimos
Cirugía abierta	Open surgery	Open Surgery
Fetoscopia	Fetoscopy	Fetoscopy Fetoscopies Fetoscopic
Mielomeningocele	Meningomyelocele	Myelomeningocele
Complicaciones en el embarazo	Pregnancy Complications	Pregnancy Complications Resultados Adversos del Nacimiento
Desenlaces perinatales (Perinatal outcomes)		Pregnancy Complications
Desenlaces obstétricos (Obstetric outcomes)		Pregnancy Complications Obstetrical Outcomes Obstetrics Outcomes

- Cochrane: (Open Surgery AND ("Fetoscopy"[Mesh] OR Fetoscop*) AND ("Meningomyelocele"[Mesh] OR Meningomyelocele OR Myelomeningocele)) AND (("Pregnancy Complications"[Mesh]) OR (Adverse Child Outcomes OR Obstetric* Outcomes OR Perinatal Outcomes)).

Procedimiento de selección y herramientas utilizadas

La selección de estudios se efectuó en dos pasos: primero por título y resumen y, posteriormente, por lectura completa. La información se organizó en una hoja de Microsoft Excel. El diagrama de flujo correspondiente al proceso de selección de estudios se elaboró con las directrices PRISMA 2020, y se plasmaron en PowerPoint. No se utilizó ningún programa de cómputo especializado para capturar datos ni para generar el flujograma. La revisión sistemática se registró en PROSPERO (ID 1130052).

RESULTADOS

Con ayuda del diagrama de flujo PRISMA¹⁵ se seleccionaron los artículos recopilados en las diferentes bases de datos. Para ello se tuvieron

en cuenta los criterios de inclusión y exclusión mencionados. **Figura 1.**

Inicialmente se obtuvieron 117 artículos, a partir de las tres bases de datos: PubMed (n = 76), Web of Science (n = 37) y Cochrane (n = 4). Enseguida de eliminar los artículos quedaron 89 cribados.

Puesto que la revisión sistemática se diseñó para analizar la evidencia primaria (ensayos clínicos o estudios observacionales), se excluyeron los otros tipos de artículos (n = 40). Así, se evaluaron 14 registros para elegibilidad. A pesar de ello, luego de una lectura profunda se excluyeron 7 artículos (**Cuadro 3**). En definitiva, se incluyeron 7 estudios para la revisión sistemática.²²

Niveles de evidencia

En relación con los niveles de evidencia de los siete artículos incluidos se revisaron los de: Corroenne y su grupo,^{8,23,24} Espinoza y colaboradores,²⁵ Krispin, Sanz Cortes y sus respectivos coautores.^{26,27,28} Se utilizó la clasificación del centro de medicina basada en la evidencia de Oxford (marzo de 2009)²⁹ y, al tratarse de estudios de cohorte que mantienen el seguimiento en más de un 80% de la muestra, todos se ajustaron

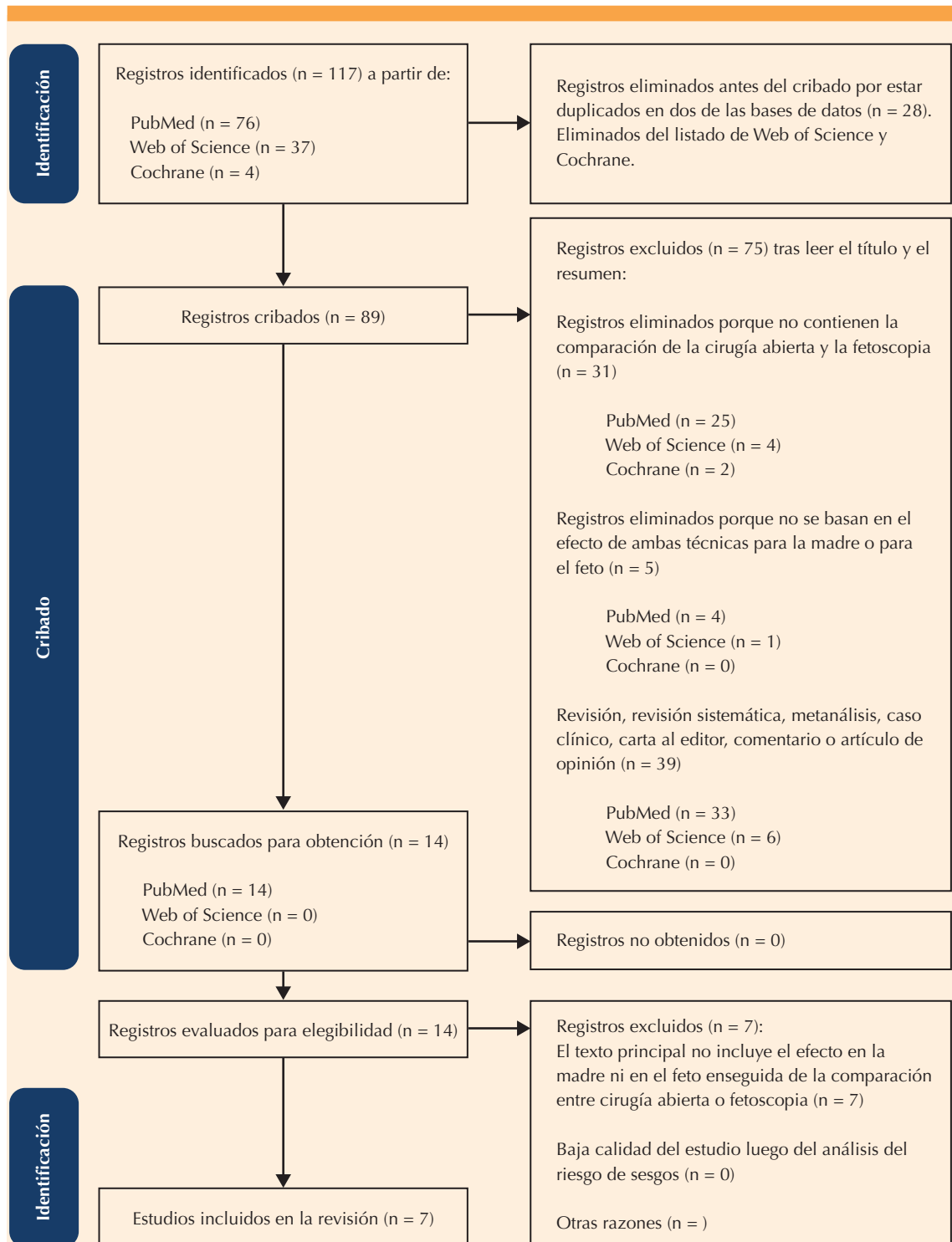


Figura 1. Identificación de estudios en las bases de datos.

**Cuadro 3.** Razones de exclusión de artículos seleccionados de interés

Autor, año	Razón de exclusión
Belfort <i>et al.</i> , 2017 ¹⁶	Carta al editor.
Corroenne, Mehollin-Ray <i>et al.</i> , 2021 ¹⁷	Relaciona el tamaño de la lesión con el pronóstico posoperatorio, sin comparar las técnicas.
Corroenne, Yepes <i>et al.</i> , 2021 ⁸	Cuantifica únicamente el costo-efectividad de las intervenciones.
Manrique <i>et al.</i> , 2019 ¹⁸	Compara la función motora en operados antes y después del nacimiento, no los tipos de cirugía prenatal.
Nagaraj <i>et al.</i> , 2020 ¹⁹	Analiza el desenlace en resonancia magnética de los dos tipos de intervención en el ventrículo.
Packer <i>et al.</i> , 2021 ²⁰	Explica la administración anestésica en la madre.
Sanz Cortes <i>et al.</i> , 2019 ²¹	Describe las complicaciones desde un enfoque histológico.

tan a un nivel de evidencia 1b con un grado de recomendación A.

Resultados de los estudios incluidos

Se incluyeron siete estudios que reportaron las diferentes complicaciones en la madre y en el feto al comparar la cirugía abierta con la fetoscópica y las consideraciones del desenlace neurológico en el neonato (**Cuadro 5**). En total, se incluyeron 1225 fetos con diagnóstico de mielomeningocele, de los que 124 fueron objeto de una cirugía posnatal. A los otros 1101 se les practicó una intervención prenatal, 453 mediante cirugía abierta y a 648 a través de vía fetoscópica.

Enseguida, para responder a los objetivos de la revisión se exponen de manera sucinta las diferentes complicaciones reportadas en los estudios seleccionados.

Complicaciones maternas en la intervención del mielomeningocele fetal mediante cirugía abierta o vía fetoscópica

Los estudios incluidos encuentran una primera diferencia en el tipo de finalización del embarazo que tiene el tipo de cirugía para la madre.^{8,24,26,27} En el caso de la cirugía abierta, todos los embarazos finalizaron mediante cesárea,

mientras que en el caso de la fetoscopia esto se redujo entre el tercio y la mitad de los casos; en todos los casos hubo diferencias significativas ($p < 0.01$).^{8,26,27} En la misma línea, dos de estos estudios^{26,27} también reunieron la incidencia de casos de dehiscencia o adelgazamiento uterino en la zona de la cicatriz, que resultó en un 34.21% luego del tratamiento con cirugía abierta,²⁶ mientras que esto ocurrió de manera excepcional cuando la intervención fue fetoscópica. Estas diferencias entre intervenciones fueron significativas ($p < 0.01$).²⁷

Otro aspecto en el que coincidieron varios estudios²⁵⁻²⁸ fue en la relación entre el IMC de la madre con el tipo de cirugía practicada. Todos los estudios coinciden en que el IMC fue significativamente mayor ($p = 0.02$) en las pacientes con histerotomía abierta ($p = 27.1$), en comparación con quienes fue por vía fetoscópica.^{25,26}

Corroenne, Espinoza y sus respectivos colaboradores^{24,25} encontraron que el intervalo entre el momento en que se producía la reparación y el del parto fue significativamente mayor ($p < 0.01$) en las pacientes intervenidas por vía fetoscópica (13.9 semanas) en comparación con la cirugía abierta (11 semanas).^{24,25} En relación con el tiempo, otra variable tomada en cuenta en dos de los estudios^{26,27} fue la duración de la

Cuadro 4. Evaluación del riesgo de sesgos de los estudios valorados para elegibilidad en la revisión sistemática. Lista de verificación para estudios de cohortes²¹

Autor y año de publicación	Corroenne et al., 2025 ⁹	Corroenne et al., 2021 ²³	Corroenne et al., 2020 ²⁴	Espinoza et al., 2021 ²⁵	Krispin et al., 2023 ²⁶	Sanz Cortes et al., 2021 ²⁷	Sanz Cortes et al., 2024 ²⁸
1. ¿Eran los dos grupos similares y procedían de la misma población?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
2. ¿Se midieron las exposiciones de forma similar para asignar a las personas a los grupos expuestos y no expuestos?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
3. ¿Se midió la exposición de forma válida y fiable?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
4. ¿Se identificaron los factores de confusión?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
5. ¿Se indicaron las estrategias para considerar los factores de confusión?	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
6. ¿Estaban los grupos/participantes libres del resultado al inicio del estudio (o en el momento de la exposición)?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
7. ¿Se midieron los resultados de forma válida y fiable?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
8. ¿Se informó el tiempo de seguimiento y fue suficiente para que se produjeran los resultados?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
9. ¿Se completó el seguimiento y, en caso negativo, se describieron y analizaron los motivos de la pérdida de seguimiento?	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí
10. ¿Se utilizaron estrategias para asumir el seguimiento incompleto?	No aplica	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí
11. ¿Se utilizó un análisis estadístico adecuado?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí



Cuadro 5. Resultados de los estudios incluidos en la revisión sistemática (continúa en la siguiente página)

Autor, año de publicación y tipo de estudio	Pacientes incluidos	Comparación entre las complicaciones maternas o fetales en intervención fetoscópica o cirugía abierta	Consideraciones del desenlace neurológico en el neonato
<p>Corroenne <i>et al.</i>, 2025⁸ Estudio de cohortes retrospectivo</p>	<p>Se incluyeron 132 fetos con mielomeningocele. Todos atendidos en la misma institución entre diciembre de 2011 y junio de 2022. Se les intervino mediante técnica prenatal (n = 93) (69 fetoscopia y 24 cirugía abierta) o postnatal (n = 39).</p>	<p>Las semanas de gestación al momento del parto fueron significativamente más (p = ,01) en el grupo reparado fetoscópicamente (38.1 frente a 36.9 semanas) con una tasa más baja de cesárea 49.3% frente a la totalidad en el grupo de cirugía abierta (p < 0.01). La ventriculomegalia fue significativamente (p = 0.03) en el grupo de histerotomía abierta que en el fetoscópico (29.2% vs 8.7%)</p>	<p>No hubo diferencias significativas en relación al desarrollo neurológico entre las dos técnicas prenatales. Si bien una mayor proporción de casos en la fetoscopia obtuvieron una puntuación normal a partir de los 18 meses del infante en el Clinical Adaptive Test, pero al ajustarse con otras variables, no se mantuvieron estas diferencias. En relación con la prueba perfil de desarrollo 3 también puntuó de modo favorable el grupo fetoscópico, pero al ajustar las variables, las diferencias dejaron de ser significativas. Tampoco hubo diferencias significativas al comparar la Clinical Linguistic & Auditory Milestone Scale o la puntuación de la evaluación motora gruesa entre ambos grupos.</p>
<p>Corroenne <i>et al.</i>, 2021²³ Estudio de cohortes retrospectivo</p>	<p>El estudio incluyó 93 casos de reparación prenatal (51 fetoscópica y 42 por histerotomía abierta) y 34 casos de manera postnatal, practicada en una institución entre noviembre de 2011 y diciembre de 2018.</p>	<p>En el momento del diagnóstico, los fetos de los grupos de reparación prenatal eran comparables en relación con la MF intacta, es decir, la flexión plantar del tobillo al nacer y a los 12 meses (p = 0.28). Después del nacimiento la MF permaneció intacta, sin diferencias significativas, por lo que el tipo de cirugía prenatal no fue un predictor en este sentido (OR = 0.75; IC95%: 31-1.80; p = 0.52).</p>	<p>Al momento del nacimiento, se observó que el tipo de cirugía prenatal no fue un predictor para tener un MF normal al nacer (OR = 75; IC95%: 0.31-1.80); p = 0.52).</p>
<p>Corroenne <i>et al.</i>, 2020⁴ Estudio de cohortes retrospectivo</p>	<p>Se incluyeron 91 casos de mielomeningocele con reparación prenatal. La reparación fue fetoscópica en 52 fetos y 39 con reparación abierta. Se realizó la selección entre noviembre de 2011 y diciembre de 2018.</p>	<p>El 50% de los fetos reparados mediante fetoscopia nacieron por cesárea y el 100% de reparación abierta por esta misma vía. El intervalo entre la cirugía y el parto fue más corto en el grupo de reparación abierta que en el grupo fetoscópico (11 semanas frente a 13.9 semanas, respectivamente (p < 0.01), con menos semanas de gestación al nacimiento (35.7 semanas en la cirugía abierta frente a 38.1 semanas en la fetoscopia (p < 0.01). Una placenta anterior aumentó significativamente el riesgo de separación de la membrana corioamniótica después de la reparación fetoscópica (OR: 3.94; IC95%: 1.14-13.6; p = 0.03) pero no después de la reparación abierta (OR: 2.8; IC95%: 0.6-12.5; p = 0.16). No hubo asociación significativa con ninguna variable más estudiada.</p>	

Cuadro 5. Resultados de los estudios incluidos en la revisión sistemática (continúa en la siguiente página)

Autor, año de publicación y tipo de estudio	Pacientes incluidos	Comparación entre las complicaciones maternas o fetales en intervención fetoscópica o cirugía abierta	Consideraciones del desenlace neurológico en el neonato
Espinoza <i>et al.</i> , 2021 ²⁵ Estudio de cohortes retrospectivo	Se incluyeron todos los pacientes con cierre del mielomeningocele mediante histerotomía abierta (n = 44) o fetoscopia (n = 46) entre 2012 y 2020 en un centro.	<p>El índice de masa corporal de la madre fue significativamente mayor en el grupo de histerotomía abierta en comparación con el grupo fetoscópico.</p> <p>Los pacientes intervenidos por fetoscopia tuvieron una mediana de semanas de gestación al parto significativamente mejores respecto del grupo de histerotomía abierta.</p> <p>Más de la mitad de las pacientes dieron a luz antes de las 37 semanas de gestación en el grupo de histerotomía abierta en comparación con el grupo fetoscópico (61.4% vs 37%; p = 0.021). El intervalo entre la cirugía y el parto fue significativamente mayor (p = 0.009) en el grupo fetoscópico que en el grupo de histerotomía abierta.</p> <p>El cierre fetoscópico se asoció de manera significativa (p = 0.037) con una menor tasa de síndrome de insuficiencia respiratoria que el cierre mediante histerotomía abierta (11.5% vs 29.5%).</p>	<p>La reversión de la hernia del rombencéfalo a las 6 semanas de la cirugía y las tasas de dehiscencia de la herida en el sitio de la reparación y de piezomazo fueron similares en ambos grupos.</p> <p>A los 12 meses de edad, no se observó ninguna diferencia significativa en la MF entre grupos.</p>
		<p>No se observó ninguna fuga de líquido cefalorraquídeo al nacer en los casos con cierre fetoscópico. Por el contrario, en los casos de histerotomía abierta, se observó fuga de líquido cefalorraquídeo al nacer en el 13.6%.</p> <p>No se observaron otras diferencias significativas entre los grupos.</p>	



Cuadro 5. Resultados de los estudios incluidos en la revisión sistemática (continúa en la siguiente página)

Autor, año de publicación y tipo de estudio	Pacientes incluidos	Comparación entre las complicaciones maternas o fetales en intervención fetoscópica o cirugía abierta	Consideraciones del desenlace neurológico en el neonato
<p>Krispin <i>et al.</i>, 2023²⁶ Estudio de cohortes retrospectivo</p>	<p>Se incluyeron 146 fetos con defecto del tubo neural con una reparación intra-útero durante el período de estudio. La reparación fue por fetoscopia (n=102) o histerotomía abierta (n=44). En un centro entre septiembre de 2011 y julio de 2021.</p>	<p>Se hallaron diferencias significativas ($p = 0.004$) en la mediana de semanas de gestación al momento de la reparación: 25.1 en el grupo fetoscópico y 24.8 en el grupo de reparación abierta. El IMC materno fue menor de manera significativa ($p = 0.02$) en el grupo fetoscópico (25.4) que en el grupo de cirugía abierta (27.1). La duración de la cirugía fue significativamente mayor ($p < 0.001$) en las intervenciones fetoscópicas que en el grupo de cirugía abierta (250 frente a 164.6 minutos). En el grupo de fetoscopia el 49.5% nació por cesárea, mientras que en la cirugía abierta todos nacieron por parto ($p < 0.001$). La puntuación general del índice de complicaciones integrales fue significativamente menor ($p = 0.021$) en el grupo fetoscópico que en el grupo abierto (8.7 vs 22.6). Estas diferencias fueron significativas ($p < 0.001$) únicamente en las complicaciones que requerían de intervención quirúrgica (endoscópica o radiológica) (OR: 11.5; IC95%: 3.70-35.82; $p < 0.01$). Fueron menos frecuentes en el grupo fetoscópico (4.9% vs 43.2%). La intervención más común fue el adelgazamiento uterino o dehiscencia (34.1%), seguido de la tasa de desprendimiento de placenta (2% vs 6.8%).</p>	

Cuadro 5. Resultados de los estudios incluidos en la revisión sistemática

Autor, año de publicación y tipo de estudio	Pacientes incluidos	Comparación entre las complicaciones maternas o fetales en intervención fetoscópica o cirugía abierta	Consideraciones del desenlace neurológico en el neonato
Sanz Cortes <i>et al.</i> , 2021 ²⁷ Estudio de cohortes retrospectivo	Se incluyeron un total de 478 fetos, 300 se repararon mediante cirugía fetoscópica en diferentes centros, entre mayo de 2013 y finales de 2019. Otros 78 se tomaron del Estudio de Manejo del Mielomeningocele (MOMS) y 100 de la cohorte posterior del MOMS, a los que se les intervino mediante cirugía abierta. En el estudio se compararon las complicaciones maternas y fetales prenatales y postnatales hasta los 12 meses de edad, en ambas técnicas.	La cirugía fetoscópica duró 2.6 veces más que en la cohorte posterior a MOMS. La incidencia de síndrome de dificultad respiratoria fue significativamente menor ($p < 0.01$) en el registro fetoscópico (25.2%) que en el post-MOMS (51.8%). La incidencia de retinopatía fue significativamente mayor ($pm = 0.016$) en el grupo de cirugía fetoscópica (6.4%) que en el MOMS (0%). Hubo 3.5 veces más de transfusión de sangre en la madre en el grupo MOMS.	De 180 pacientes que se usó la reparación fetoscópica, se observó reversión de la hernia del rombocéfalo (incluyendo parcial y completa) en el 85% de los casos. La incidencia de dehiscencia en el lugar de reparación espinal fue significativamente menor ($p < .01$) en la cohorte post-MOMS (3,6%) que en el registro fetoscópico (20,1%).
Sanz Cortes <i>et al.</i> , 2024 ²⁸ Estudio de cohortes retrospectivo	Se estudió una cohorte de niños con reparación para el mielomeningocele de manera prenatal ($n=110$), mediante cirugía fetoscópica ($n=73$) o cirugía de histerotomía abierta ($n=37$); o postnatalmente ($n=51$), en un hospital entre noviembre de 2011 y mayo de 2023.	En la cohorte post-MOMS, la incidencia de desprendimiento de placenta (0-0.02), separación de la membrana corioamniótica ($p = 0.01$), oligohidramnios ($p < 0.01$) y rotura prematura de membranas ($p < 0.01$) fue menor que en el registro fetoscópico. En la cohorte MOMS y post-MOMS, todos los fetos nacieron por cesárea, mientras que en el registro fetoscópico un tercio nacieron por vía vaginal ($p < 0.01$ en ambas comparaciones). Durante la cesárea, se observaron áreas de dehiscencia o adelgazamiento en la cicatriz de la histerotomía en el 34.2% de los casos incluidos en el MOMS y en el 49.4% de la cohorte post-MOMS. Mientras que no se dio cuando se había intervenido con fetoscopia, $p < 0.01$ para ambas comparaciones. No existieron diferencias significativas entre los 3 grupos en el resto de variables estudiadas.	En las técnicas intruterinas no se obtuvieron diferencias significativas en la MF en ningún tramo de edad estudiado (hasta los 30 meses).



intervención; la fetoscopia (250 minutos) fue significativamente de mayor duración ($p < 0.01$) que la cirugía abierta (164.6 minutos).²⁶

Otro aspecto para considerar es el mencionado por Sanz Cortes y coautores,²⁷ quienes encontraron que las madres tuvieron una necesidad entre 3 y 4 veces mayor de transfusión de sangre en las intervenciones practicadas mediante cirugía abierta, que las de la fetoscopia.

En la cohorte de cirugía abierta post-MOMS, en el ensayo de Sanz Cortes y colaboradores,²⁷ las tasas de incidencia de desprendimiento de placenta ($p = 0.02$), separación de la membrana corioamniótica ($p = 0.01$), oligohidramnios ($p < 0.01$) y rotura prematura de membranas ($p < 0.01$) fueron menores que en los intervenidos por vía fetoscópica. En el artículo de Krispin y su grupo²⁶ se encontró, por un lado, que la puntuación general en el índice de complicaciones integrales fue significativamente menor ($p = 0.021$) en la intervención por vía fetoscópica y, por el otro, que la tasa de desprendimiento de placenta fue tres veces mayor en la cirugía abierta.

Por tanto, los autores de estos estudios concluyen que la tasa de cesárea, dehiscencia de la cicatriz uterina, IMC materno y necesidad de transfusión de sangre fueron mayores en el grupo de cirugía abierta. El intervalo entre la cirugía y el parto fue mayor con la técnica fetoscópica, mientras que la duración de la intervención fue menor en la cirugía abierta. Por último, existe controversia entre que técnica tiene más incidencia de desprendimiento de placenta.

Complicaciones fetales en la intervención del mielomeningocele mediante cirugía abierta o vía fetoscópica

Con base en las complicaciones identificadas en los fetos en función del tipo de intervención, los principales hallazgos de los estudios fueron:

En cuatro de de ellos,^{8,24,25,26} se obtuvo que las semanas de gestación al momento del parto fueron significativamente superiores ($p < 0.01$) en los pacientes tratados mediante fetoscopia (38.1 semanas) comparado con los de cirugía abierta (35.7 a 36.9 semanas). Profundizando en esto, Espinoza y su grupo²⁵ reunieron, de un modo más detallado, que el doble de fetos nacieron antes de la semana 37 en la cirugía abierta respecto de la vía fetoscópica, con una diferencia significativa ($p = 0.21$).

Los autores estudiaron diferentes complicaciones específicas. La incidencia del síndrome de insuficiencia respiratoria fue significativamente menor ($p = 0.037$) en el registro fetoscópico (11.5%) que en el de cirugía abierta (29.5%).²⁵ La incidencia de retinopatía fue significativamente mayor ($p = 0.016$) en el grupo fetoscópico (6.4%) porque no se dio en el caso de la histerotomía abierta.²⁷ A su vez, Corroenne y colaboradores⁸ describieron una frecuencia significativamente mayor ($p = 0.03$) de ventriculomegalia aguda en el grupo de histerotomía abierta (29.2%) en comparación con 8.7% en la vía fetoscópica.

En relación con la fuga de líquido cefalorraquídeo al nacer, Espinoza y colaboradores²⁵ obtuvieron una diferencia significativa entre ambos tipos de intervención. Este fenómeno fue superior en pacientes tratados por histerotomía abierta (13.6%). Por ello, los artículos determinan que las semanas de gestación fueron mayores en los fetos intervenidos mediante fetoscopia. La incidencia del síndrome de insuficiencia respiratoria y de ventriculomegalia fue mayor en la cirugía abierta, mientras que la retinopatía fue menor con esta técnica.

Desenlace neurológico en el neonato en función de la técnica prenatal aplicada (cirugía abierta o mediante fetoscopia)

De cara a responder el objetivo secundario, en este apartado se reúnen las principales con-

sideraciones de ambos tipos de cirugía en el desenlace neurológico del neonato. En ningún artículo se encontraron diferencias significativas respecto de la función motora en el neonato entre ambas técnicas.²³⁻²⁸ En este sentido, Corroenne y su grupo²³ afirman que la aplicación de una u otra técnica prenatal no es predictora para que el neonato tenga una función motora intacta al nacer (OR = 0.75; IC95%: 0.31-1.80, $p = 0.52$).

Un punto de controversia entre dos de los artículos se relaciona con la reversión de la hernia de rombencéfalo y la incidencia de dehiscencia de la reparación espinal. Por un lado, Sanz Cortes y coautores²⁶ reportan que el 85% de los pacientes operados por vía fetoscópica consiguieron la reversión de la hernia de rombencéfalo, y que la incidencia de dehiscencia en el lugar de la reparación espinal fue significativamente menor ($p < 0.01$) en la cirugía abierta (3.6% en comparación con 20.1% en la fetoscopia). Por el otro, en el estudio de Espinoza y coautores²⁴ no se encontraron diferencias relevantes.

Corroenne y coautores⁷ no encontraron diferencias significativas en relación con el desarrollo neurológico del neonato entre las dos técnicas prenatales luego de ajustar estas diferencias con otras variables (edad a la prueba y necesidad de tratamiento de la hidrocefalia durante el primer año de vida). Esto se fundamentó en la aplicación de diversas pruebas a los neonatos para medir el desarrollo (*Clinical Adaptive Test*, *Clinical Linguistic & Auditory Milestone Scale* y el perfil de desarrollo). Sin embargo, no encontraron diferencias en pie zambo entre ambos grupos.²⁵

Así, en los distintos estudios no se encontraron diferencias significativas entre la técnicas y la función motora. En Sanz Cortes y colaboradores²⁷ la reversión de la hernia de rombencéfalo fue más frecuente en la cirugía fetoscópica y la dehiscencia en el lugar de reparación fue menor, mientras que Espinoza y su grupo²⁴ no encontra-

ron diferencias en estas variables. En ese mismo artículo se expone que no hubo diferencias en la aparición de pie zambo ni en el desarrollo neurológico del neonato.²⁴

DISCUSIÓN

Queda evidenciado que existen diferencias al comparar las complicaciones que repercuten en la madre y en el feto, dependiendo de si la cirugía es abierta o fetoscópica, en fetos con diagnóstico de mielomeningocele. Enseguida se exponen los hallazgos en función de si se refiere a la madre, al feto o al desenlace neurológico y funcional del neonato.

Por lo que se refiere a la madre, la incidencia de cesárea, dehiscencia uterina y necesidad de transfusión sanguínea fueron mayores, como igual lo fue el IMC de la madre en relación con esta intervención.^{8,24,26,27}

La duración de la cirugía fue mayor en la fetoscopia, así como el lapso entre la intervención y el parto.^{24,27} No obstante, la incidencia de desprendimiento de placenta sigue siendo un tema de discusión.^{26,27}

Con respecto al feto, la revisión determinó que a menos semanas de gestación,^{8,24,25} mayor incidencia de síndrome de insuficiencia respiratoria, de ventriculomegalia y de líquido cefalorraquídeo en fetos intervenidos mediante cirugía abierta. En cambio, estos participantes tuvieron menor incidencia de retinopatía.^{8,25,27}

Por lo que hace al desenlace neurológico y funcional del neonato dependiente de si la cirugía fue abierta o fetoscópica para la reparación del mielomeningocele, no se encontraron diferencias significativas en la función motora entre una y otra técnica,^{23,25,28} ni tampoco en el desarrollo neurológico del neonato,⁸ ni en los defectos ortopédicos.²⁵ Hay cierta discrepancia en la reversión de la hernia de rombencéfalo y



la dehiscencia en el lugar de la reparación. Un estudio²⁷ encontró mayores complicaciones en este aspecto, mientras que otro²⁵ no reportó tales diferencias.

Los hallazgos referentes a la vía de finalización del embarazo en esta revisión están en concordancia con lo descrito por Sacco y colaboradores, con una incidencia superior de cesárea posterior a la cirugía abierta que, en la población general, sin la intervención fetoscópica.²⁹

En la prematurez, Araujo Júnior y su grupo³⁰ obtuvieron una mayor tasa de parto prematuro en las intervenciones fetoscópicas, en contraposición con lo aquí reportado. Ello podría explicarse por ser una técnica innovadora sujeta a perfeccionamiento y habituación por parte de los cirujanos, algo que se ha conseguido en los últimos 11 años. Por ello, es fundamental promover y optimizar la técnica fetoscópica para minimizar los diferentes riesgos.^{31,32}

La tasa de incidencia de desprendimiento de placenta resultó sin un consenso entre los artículos de esta revisión.^{25,27} Otra revisión³¹ no encontró diferencias en el desprendimiento de placenta; en cambio, obtuvo tasas más bajas de rotura prematura de membranas y oligohidramnios, sin diferencias en esta revisión. Esto marca la necesidad de continuar profundizando en ello para esclarecer esta variable.

En el caso de las complicaciones derivadas de la cicatriz, rotura o dehiscencia uterina, de manera global en la bibliografía y, por lo tanto, en esta revisión fueron menores con la vía fetoscópica.^{30,31} Hay diferencias entre autores respecto de si son significativas entre la cirugía fetoscópica o abierta en la hernia de rombencéfalo posterior al tratamiento del mielomeningocele.^{25,27,32}

Otro aspecto a considerar en futuras investigaciones es la relevancia que podría tener

la intervención prenatal a más semanas de gestación para disminuir el riesgo de parto prematuro, un aspecto trascendente en este tipo de cirugía, sobre todo en el caso de la variedad abierta.^{8,24,25,33} Al respecto la revisión de Trigo y coautores³⁴ señala que no existe un riesgo de pérdida de la función motora entre la semana 22 y 26 de gestación, por lo que podría plantearse la reparación prenatal alrededor de la semana 28.

Siguiendo con la función motora, de los resultados de esta revisión se obtiene que el tipo de intervención prenatal no la altera;²² algo en lo que concuerdan Miller y colaboradores³² y Keil y su grupo.³⁵ Además, los estudios que tuvieron en cuenta el neurodesarrollo de los neonatos solo los evaluaron hasta los 30 meses de nacimiento. Tal y como señalan otros estudios³⁵ sería imprescindible llevar un seguimiento longitudinal de estos neonatos en edades superiores a la adolescencia.

En general, la fetoscopia, en cuanto a las complicaciones que origina en la madre, el feto y el neonato podrían ser mayores en la cirugía abierta;^{8,24-28} desde luego que, la complejidad de la técnica es mucho mayor, de tal modo que es decisivo que los estudios futuros ahonden en la posibilidad de fomentar el desarrollo de la técnica fetoscópica. Además, la cirugía abierta es más parecida a la cirugía postnatal, de modo que los cirujanos encargados tienen mayor práctica con ésta.¹¹

La principal fortaleza de esta revisión sistemática es la búsqueda bibliográfica exhaustiva, con un análisis minucioso de los siete estudios seleccionados de entre las tres bases de datos en donde se estudiaron las complicaciones en la madre y en el feto en función del tipo de cirugía prenatal, cirugía abierta o fetoscópica. Además, en esta revisión también se considera el desenlace neurológico y funcional del neonato, según si se intervinieron en la etapa fetal con cirugía abierta o fetoscópica.

Las limitaciones de la revisión se encuadran, principalmente, en la heterogeneidad entre los estudios porque no utilizan las mismas medidas en muchas de las variables para comparar el efecto de una intervención u otra. Por ello, estos resultados deben interpretarse con cautela y, además, se requieren más estudios que utilicen los mismos instrumentos para medir las variables de interés, como ocurre con las pruebas para medir el desarrollo del neonato y el momento en el que se dan estas mediciones. En esta dirección, también sería óptimo emprender investigaciones longitudinales de los efectos a largo plazo en la salud de los futuros adolescentes, y lo referente a su neurodesarrollo, tanto en la función motora como en el desarrollo cognitivo.³⁵

Otra consideración que no debe pasar por alto es el hecho de que diferentes estudios asignaron los fetos a un tipo de cirugía prenatal u otra, pero durante la intervención se produjo, en algunos casos, la necesidad de cambiar a la cirugía abierta al surgir algunas complicaciones durante la fetoscopia,^{24,27} por lo que es un aspecto en el que merece la pena seguir indagando.

Los estudios futuros podrían incorporar un análisis económico asociado con el efecto financiero del tratamiento prenatal del mielomeningocele según las complicaciones derivadas de las diferentes técnicas. Donde se ponga el foco en la familia y en las necesidades que pueden requerir los diferentes miembros implicados.

CONCLUSIONES

La cirugía fetoscópica es el procedimiento que, en general, asocia menores complicaciones para la madre y el ser en gestación, al transcurrir más semanas, menos frecuencia de prematuridad y de dehiscencia o rotura uterina. Con respecto a la duración de la cirugía se evidenciaron resultados a favor de la cirugía abierta. Por lo que hace a las complicaciones en el feto, las diferencias entre cirugías no llegaron a una conclusión de

superioridad entre una y otra técnica. Solo la tasa de retinopatía fue menor con la cirugía abierta. Al evaluar el desenlace neurológico y funcional del neonato no se encontraron diferencias entre ambas técnicas en relación con la función motora y otros aspectos del neurodesarrollo.

REFERENCIAS

1. American College of Obstetricians and Gynecologists. Maternal-Fetal Surgery for Myelomeningocele. *Obstet Gynecol* 2017; 130 (3): e164-7. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000002303>
2. Licci M, Guzman R, Soleman J. Maternal and obstetric complications in fetal surgery for prenatal myelomeningocele repair: A systematic review. *Neurosurg Focus* 2019; 47 (4): e11. <https://doi.org/10.3171/2019.7.FOCUS19470>
3. Alruwaili AA, Das JM. Myelomeningocele. *Orthopaedics for the Newborn and Young Child: a Practical Clinical Guide* 2023; 335-50.
4. Wald N, Sneddon J. Prevention of neural tube defects: Results of the Medical Research Council Vitamin Study. *Lancet* 1991; 338: 131-37. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1677062>
5. Meller C, Covini D, Aiello H, Izbizky G, et al. Update on prenatal diagnosis and fetal surgery for myelomeningocele. *Arch Argent Pediatr* 2021; 119 (3): e215-28. <https://doi.org/10.5546/aap.2021.eng.e215>
6. Bowman RM, Nordli DR, Dashe JF. Myelomeningocele (spina bífida): Anatomy, clinical manifestations, and complications. *UpToDate*. <http://www.uptodate.com>
7. Bowman RM, Duryea TK, Dashe JF. Myelomeningocele (spina bifida): management and outcome. *UpToDate*. <http://www.uptodate.com/>
8. Corroenne R, Rangwani S, Whitehead WE, Johnson RM, et al. Neurodevelopmental outcomes after fetoscopic myelomeningocele repair. *J Pediatr* 2025; 279 (114472): 114472. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2025.114472>
9. 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 (11): 993-1004. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1014379>
10. Corroenne R, Yepez M, Pyarali M, Fox K, et al. Longitudinal evaluation of motor function in patients who underwent prenatal or postnatal neural tube defect repair: Fetal motor function in neural tube defect. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2021; 58 (2): 221-29. <https://doi.org/10.1002/uog.22165>
11. Carrabba G, Macchini F, Fabietti I, Schisano L, et al. Minimally invasive fetal surgery for myelomeningocele: preliminary report from a single center. *Neurosurg Focus* 2019; 47 (4): E12. <https://doi.org/10.3171/2019.8.FOCUS19438>
12. Chmait RH, Monson MA, Pham HQ, Chu JK, et al. Percutaneous/mini-laparotomy fetoscopic repair of open spina bifida: a novel surgical technique. *Am J Obstet Gynecol* 2022; 227 (3):375-83. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2022.05.032>



13. Gadraj PS, Spoor JKH, Eggink AJ, Wijnen R, et al. Neurosurgeons' opinions on the prenatal management of myelomeningocele. *Neurosurg Focus* 2019; 47(4): E10. <https://doi.org/10.3171/2019.7.FOCUS19362>
14. Martínez Díaz JD, Ortega Chacón V, Muñoz Ronda FJ. El diseño de preguntas clínicas en la práctica basada en la evidencia: modelos de formulación. *Enferm Glob* 2016; 15 (43): 431-38.
15. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021; 372: n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
16. Belfort MA, Whitehead WE, Shamshirsaz AA, Bateni ZH, et al. Fetoscopic open neural tube defect repair: Development and refinement of a two-Port, Carbon dioxide insufflation technique. *Obstet Gynecol* 2017; 129 (4): 734-43. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000001941>
17. Corroenne R, Mehollin-Ray AR, Johnson RM, Whitehead WE, et al. Impact of the volume of the myelomeningocele sac on imaging, prenatal neurosurgery and motor outcomes: a retrospective cohort study. *Sci Rep* 2021; 11 (1): 13189. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92739-2>
18. Manrique S, Maiz N, García I, Pascual M, et al. Maternal anaesthesia in open and fetoscopic surgery of foetal open spinal neural tube defects: A retrospective cohort study. *Eur J Anaesthesiol* 2019; 36 (3): 175-84. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000930>
19. Nagaraj UD, Bierbrauer KS, Stevenson CB, Peiro JL, et al. Prenatal and postnatal MRI findings in open spinal dysraphism following intrauterine repair via open versus fetoscopic surgical techniques. *Prenat Diagn* 2020; 40 (1): 49-57. <https://doi.org/10.1002/pd.5540>
20. Packer CH, Hersh AR, Caughey AB. Fetoscopic compared with open repair of myelomeningocele: a 2-delivery cost-effectiveness analysis. *Am J Obstet Gynecol MFM* 2021; 3 (6): 100434. <https://doi.org/10.1016/j.ajogmf.2021.100434>
21. Sanz Cortes M, Castro E, Sharhan D, Torres P, et al. Amniotic membrane and placental histopathological findings after open and fetoscopic prenatal neural tube defect repair. *Prenat Diagn* 2019; 39 (4): 269-79. <https://doi.org/10.1002/pd.5414>
22. JBI. Checklist For Case Control Studies. Critical Appraisal Tools for use in JBI Systematic Reviews, 2020. https://jbi.global/sites/default/files/2020-08/Checklist_for_Case_Control_Studies.pdf
23. Corroenne R, Yeppez M, Barth J, Pan E, et al. Chorioamniotic membrane separation following fetal myelomeningocele repair: incidence, risk factors and impact on perinatal outcome: Fetal MMC repair: chorioamniotic membrane separation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020; 56 (5): 684-93. <https://doi.org/10.1002/uog.21947>
24. Corroenne R, Yeppez M, Pyarali M, Johnson RM, et al. Prenatal predictors of motor function in children with open spina bifida: a retrospective cohort study. *BJOG* 2021; 128 (2): 384-91. <https://doi.org/10.1111/1471-0528.16538>
25. Espinoza J, Shamshirsaz AA, Sanz Cortes M, Pammi M, et al. Two-port, exteriorized uterus, fetoscopic meningo-myelocele closure has fewer adverse neonatal outcomes than open hysterotomy closure. *Am J Obstet Gynecol* 2021; 225 (3): 327.e1-327.e9. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2021.04.252>
26. Krispin E, Hessami K, Johnson RM, Krueger AM, et al. Systematic classification and comparison of maternal and obstetrical complications following 2 different methods of fetal surgery for the repair of open neural tube defects. *Am J Obstet Gynecol* 2023; 229 (1): 53.e1-53.e8. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2022.12.317>
27. Sanz Cortes M, Chmait RH, Lapa DA, Belfort MA, 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; 225 (6): 678.e1-678.e11. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2021.05.044>
28. Sanz Cortes M, Corroenne R, Pyarali M, Johnson RM, et al. Ambulation after in-utero fetoscopic or open neural tube defect repair: predictors for ambulation at 30 months. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2024; 64 (2): 203-13. <https://doi.org/10.1002/uog.27589>
29. Oxford Centre for Evidence-based Medicine (CEBM). Centre for Evidence Based Medicine - Levels of Evidence (March 2009). <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/ocebml-levels-of-evidence>
30. Sacco A, Van der Veeken L, Bagshaw E, Ferguson C, et al. Maternal complications following open and fetoscopic fetal surgery: A systematic review and meta-analysis. *Prenat Diagn* 2019; 39 (4): 251-68. <https://doi.org/10.1002/pd.5421>
31. Araujo Júnior E, Eggink AJ, van den Dobbelen J, Martins WP, et al. Procedure-related complications of open vs endoscopic fetal surgery for treatment of spina bifida in an era of intrauterine myelomeningocele repair: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2016; 48 (2): 151-60. <https://doi.org/10.1002/uog.15830>
32. Miller JL, Groves ML, Baschat AA. Fetoscopic spina bifida repair. *Minerva Ginecol* 2019; 71 (2): 163-70. <https://doi.org/10.23736/S0026-4784.18.04355-1>
33. Chmait RH, Chu JK, Van Speybroeck AL, Llanes MAS, et al. Fetoscopic repair of open spina bifida between 26 0/7 and 27 6/7 gestational weeks and postnatal cerebrospinal fluid diversion. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2025; 38 (1): 2477770. <https://doi.org/10.1080/14767058.2025.2477770>
34. Trigo L, Chmait RH, Llanes A, Catissi G, et al. Revisiting MOMS criteria for prenatal repair of spina bifida: upper gestational-age limit should be raised and assessment of prenatal motor function rather than anatomical level improves prediction of postnatal function. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2024; 63 (1): 53-59. <https://doi.org/10.1002/uog.27536>
35. Keil C, Sass B, Schulze M, Köhler S, et al. The intrauterine treatment of open spinal dysraphism. *Dtsch Arztebl Int* 2025; 122 (2): 33-37. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2024.0239>